

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**“CLASIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LOS USOS VULNERABLES AL
CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ZONA MARINO – COSTERA DE LA PROVINCIA
DE HUAURA”**

TESIS

Para optar el Título Profesional de
INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER

JARA JARA, HANS JEFFERSON

**Villa El Salvador
2017**

DEDICATORIA

Con el presente trabajo quiero honrar a mi familia,

A mis padres, a mi madre Aurora por ser mi fuente de inspiración, mi pilar y soporte, por nunca dejarme rendir y motivarme siempre a superarme, por enseñarme que uno siempre debe mirar a más y nunca conformarse, por su enorme sacrificio en su apoyo con esta tesis.

A mis hermanos; Jürgen, Yudy, Junior, Lotte y a mis hermosas sobrinas, las bellas Zoe Camila Francesca “Peggy” y Luciana Valentina “Lulu”.

A mis hermanos (as) de la universidad; Cristhian Falconi, Manuel Nuñez, Kassandra Coria, Denisse Moreno, Paola Aquino y Carol Ponce.

A mis hermanos de infancia; Luis Quintasi, Eduardo Chirinos, Andy Jara y Elvis Cabezas.

A los profesionales; Dr. Jorge Tam, Lic. Yvan Tadeo, Mg. Dante Espinoza, Mg. Cinthia Arellano, Mg. Adolfo Chamorro, Mg. Carlos Quispe, Lic. Jorge Ramos y Dr. Daniel Grados pertenecientes al Laboratorio de Modelado Oceanográfico, Ecosistémico y del Cambio Climático (LMOECC), por su apoyo incondicional, críticas, correcciones, renegadas y sobre todo por sus enseñanzas en todo el proceso de elaboración de la tesis.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (UNTELS)**, mi “*Alma Mater*”, por los valiosos conocimientos aportados en toda mi formación como profesional, así como a toda la plana de docentes que permitió mi formación académica.

Al **Instituto del Mar del Perú (IMARPE)**, por permitirme realizar ésta investigación y permitir que mi investigación pueda nutrirse con la valiosa información producida por las diversas direcciones científicas de esta entidad.

Al **Institut de Recherche pour le Développement (IRD)**, por el apoyo económico brindado en toda la realización de esta investigación, así como también por su colaboración en todo el proceso de investigación.

Al **Dr. Jorge Tam**, por su asesoramiento el cual permitió encaminar todo el proceso de elaboración de esta tesis, por sus enseñanzas y regaños los cuales permitieron consolidar paso a paso esta investigación.

Un gran agradecimiento al **Lic. Yvan Tadeo**, por su asesoramiento y por brindarme su apoyo incondicional en el desarrollo de la investigación.

Al **M.Sc. Américo Sánchez**, por su apoyo y colaboración en el proceso de redacción de la tesis y por permitirme ser su tesista.

Al **Dr. Borja González Reguero**, por su asesoramiento y apoyo clave en la realización de la tesis, así como en la elaboración del artículo científico.

A los especialistas el **Dr. Francisco Ganoza Chozo**, director del Laboratorio Costero del IMARPE en Huacho, al **Ing. Federico Velazco** por su constante apoyo y colaboración en el análisis de datos sedimentológicos, así como al **Ing. Oscar Lazo**, especialista del Ministerio del Ambiente.

Al **M.Sc. Julio Bracho**, por su apoyo, consejo y orientación en el proceso de redacción, revisión y aprobación de esta investigación.

Con gran y enorme aprecio y cariño dedico este trabajo a la **Mg. Rita Cabello, Lic. Jenny Benites** y a la **Lic. Maguina Olivera**, quienes fueron valiosos pilares en este proceso, permitiendome alcanzar esta meta, la cual no hubiera sido posible sin su apoyo.

A la **Mg. Ing. Luisa Beatriz Salvador Gutiérrez**, por su gran apoyo, colaboración, asesoramiento y consejos en el proceso de redacción y sustentación de esta Tesis.

A la **Ing. Jocelyn Ambar**, por su gran apoyo en todo el proceso de seguimiento para que este trabajo pueda ser aprobado y sustentado.

RESUMEN

El objetivo principal de la tesis es clasificar y delimitar los usos (actividades humanas que se realizan en una región o zona determinada) vulnerables al cambio climático en la zona marino-costera de la provincia de Huaura. Para lograr este objetivo, se recolectó la información de las zonas de pesca, desembarque por caleta, bancos naturales, entre otros los cuales se realizan en la zona de estudio, provincia de Huaura. También fueron empleados los datos satelitales de *Pathfinder*, MUR, ERA *Interim*, SeaWIFS y GEBCO, así como también los modelos numéricos de SODA y HyCOM. El uso de estos datos permitió la elaboración de mapas base y mapas temáticos, mediante la composición de capas y el empleo de herramientas del software ArcGIS y R.

Se utilizaron los datos oceanográficos como la Temperatura Superficial del Mar (TSM), Salinidad Superficial del Mar (SSM), Intensidad de la Velocidad de los Vientos (IVV) y la Concentración de Clorofila-a (CC-a). Las facies texturales de sedimentos en las costas de Huaura presentaron una variación espacio – temporal de 1987 al 2015.

Entre los Usos Pesqueros, las Zonas Acuícolas presentaron un incremento desde el inicio del periodo 2. Los Bancos Naturales presentaron un incremento posiblemente debido por la dispersión de las especies; la biomasa de los Bancos Naturales también se incrementó con el incremento de la distribución de las facies texturales. En las Zonas de Pesca, 5 especies presentaron una distribución de Norte a Sur y 6 especies presentaron una distribución cerca a costa. Los Usos Socio – Económicos demostraron un incremento del número de pescadores, los cuales indicaron un incremento en los recursos. Los Usos de Conservación y Protección demostraron que la variación de las ANP fue debido a la creación de nuevas ANP.

En resumen, esta investigación es de gran importancia porque nos proporciona información valiosa acerca de los usos en las áreas marino – costeras de Huaura, los cuales pueden ser usados para llevar a cabo estudios de Vulnerabilidad, Capacidad de Adaptación y Evaluación de Riesgo del Cambio Climático.

Palabras claves: Cambio climático, ecosistemas marinos, ecosistemas terrestres, usos, bancos naturales, acuicultura, georreferenciación, clasificación, delimitación y ArcGIS.

ABSTRACT

The main objective of this thesis is to classify and delimit the uses (human activities that are carried out in a region or area) vulnerable to climate change in the marine zone of the province of Huaura. To attain this goal, information of fishing zones, landings by cove, natural banks, among others which are performed in the study area, province of Huaura was gathered. Also satellite data of *Pathfinder*, MUR, ERA *Interim*, SeaWIFS and GEBCO, as well as the numerical models of SODA and HyCOM were used. The use of these data allowed the preparation of base maps and thematic maps, through the composition of layers and the use of tools of the software ArcGIS and R.

Oceanographic data such as Sea Surface Temperature (SST), Sea Surface Salinity (SSS), Intensity of the Wind Speed (WS) and Concentration of Chlorophyll-a (CC-a) were used. The sediment textural facies on the coasts of Huaura presented space-temporal variation from 1987 to 2015.

Among the Fisheries Uses, Aquaculture areas presented an increase since the beginning of the period 2. The Natural Banks area presented an increase; possibly due to the dispersion of these species; Natural Banks biomass also increases with the increase of the distribution of the textural facies. In the fishing zones, 5 species showed a distribution from north to south and 6 species showed a distribution near the coast. The Socio - Economic Use showed an increase of the number of fishers, which indicated an increase in the resource. The Conservation and Protection Use showed that the variation of the MPA areas were due to the creation of new MPAs.

In summary, this research is of great importance because it provides valuable information about the uses in the coastal – marine area of Huaura, which can be used to carry out studies of vulnerability, adaptation capacity and risk assessment to climate change.

Key words: *Climatic change, marine ecosystems, terrestrial ecosystems, uses, natural banks, aquaculture, georeferencing, classification, delimitation and ArcGIS.*

LISTA DE ABREVIATURAS

AFIIM	:	Área Funcional de Investigación de Invertebrados Marinos
AFIMC	:	Área Funcional de Investigación Marino Costera
AFIOQG	:	Área Funcional de Investigación en Oceanografía Química y Geológica
AFIPDBL	:	Área Funcional de Investigación de Peces Demersales Bentónicos y Litorales
ANP	:	Áreas Naturales Protegidas
APDRC	:	Asia-Pacific Data Research Center
BNI	:	Bancos Naturales de Invertebrados
CC-a	:	Concentración de Clorofila a
CPUE	:	Captura por Unidad de Esfuerzo
CR	:	Conservación regional
ECMWF	:	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
ESRI	:	Environmental Systems Research Institute
FAO	:	Food and Agriculture Organization
GEBCO	:	General Bathymetric Chart of the Oceans
GEI	:	Gases Efecto Invernadero
GIS	:	Sistema de Información Geográfica
HyCOM	:	Hybrid Coordinate Ocean Model
IDW	:	Inverse Distance Weight
IMARPE	:	Instituto del Mar del Perú
INEI	:	Instituto Nacional de Estadística e Informática
IOC	:	Intergovernmental Oceanographic Commission
IPCC	:	Intergovernmental Panel on Climate Change
IVV	:	Intensidad de Velocidad de Vientos
LMOECC	:	Laboratorio de Modelado Oceanográfico, Ecosistémico y del Cambio Climático
MINAM	:	Ministerio del Ambiente
MIZC	:	Manejo Integrado de Zonas Costeras
MODIS	:	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
MOPAS	:	Monitoreos Oceanográficos en Áreas Seleccionadas.
MPH	:	Municipalidad Provincial de Huaura
MUR	:	Multi-scale Ultra-high Resolution
NetCDF	:	Network Common Data From
NOAA	:	National Oceanic and Atmospheric Administration
OT	:	Ordenamiento Territorial
PBI	:	Producto Bruto Interno
PCM	:	Presidencia del Consejo de Ministros
PEM	:	Planificación Espacial Marina
PODAAC	:	Physical Oceanography Distributed Active Archive Center

PRODUCE	:	Ministerio de la Producción
RN	:	Reserva Nacional
SE	:	Servicios Ecosistémicos
SeaWIFS	:	Sea-Viewing Wide Field of View Sensor
SERNANP	:	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas
SIG	:	Sistemas de Información Geográfica
SINANPE	:	Sistemas Nacional de Áreas Naturales Protegidas
SODA	:	Simple Ocean Data Assimilation
SSM	:	Salinidad Superficial del Mar
TSM	:	Temperatura Superficial del Mar
UIPDBL	:	Unidad de Investigaciones de Peces Demersales Bentónicos y Litorales
UNESCO	:	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UPS	:	Unidades prácticas de salinidad
UTM	:	Universal Transverse Mercator
VA – TURF	:	Vulnerability Assessment - Tool for Understanding Resilience of Fisheries
ZEE	:	Zonificación Ecológica y Económica
ZMC	:	Zona Marino Costera

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
LISTA DE ABREVIATURAS.....	vi

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD	4
1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.2.1. Justificación Teórica.....	5
1.2.2. Justificación Práctica.....	6
1.2.3. Justificación Metodológica	6
1.2.4. Justificación Socio - Económica.....	7
1.3. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
1.3.1. Aporte a la ciencia.....	8
1.3.2. Aporte a la tecnología	8
1.3.3. Aporte Práctico	8
1.4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	8
1.4.1. Problema General	8
1.4.2. Problema Específico.....	9
1.5. OBJETIVOS.....	9
1.5.1. Objetivo General	9
1.5.2. Objetivos Específicos	9
1.6. HIPÓTESIS.....	10
1.6.1. Hipótesis General	10
1.6.2. Hipótesis Específicos	10
CAPÍTULO II	11
MARCO TEÓRICO	11
2.1. ANTECEDENTES.....	11

2.1.1. Antecedentes a nivel mundial	11
2.1.1.1. Cambio Climático	11
2.1.1.2. Vulnerabilidad.....	13
2.1.2. Antecedentes en el Perú.....	14
2.1.2.1. Identificación y delimitación de áreas de pesca.....	14
2.1.2.2. Distribución, concentración y biomasa de especies.....	16
2.1.2.3. Distribución de sedimentos de zonas costeras	18
2.2. MARCO CONCEPTUAL	19
2.2.1. Zona Marino Costera (ZMC).....	19
2.2.2. Zonificación Ecológica y Económica (ZEE)	20
2.2.3. Ordenamiento territorial (OT)	21
2.2.4. Planificación Espacial Marina (PEM).....	21
2.2.5. Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC)	22
2.2.6. Servicios Ecosistémicos (SE)	22
2.2.7. Vulnerabilidad al cambio climático.....	23
2.2.8. Sistema de Información Geográfica (SIG).....	24
CAPÍTULO III.....	25
MARCO METODOLÓGICO	25
3.1. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	25
3.1.1. Delimitación Espacial	25
3.1.2. Delimitación Temporal	27
3.1.3. Descripción general de las zonas de estudio	27
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	29
3.3. EQUIPOS Y MATERIALES.....	29
3.3.1. Software	29
3.3.2. Materiales	29
3.3.3. Hardware	29
3.4. RECOLECCIÓN DE DATOS	30
3.4.1. Datos sobre Uso pesquero.....	30
3.4.2. Datos sobre Uso socio – económico.....	30
3.4.3. Datos sobre Uso de conversación y protección.....	31
3.4.4. Datos Oceanográficos	31
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA	33

3.5.1. Población de Estudio.....	33
3.5.2. Tamaño de Muestra	33
3.6. METODOLOGÍA.....	33
3.6.1. Tipología de Usos	33
3.6.2. Modelo de Datos	35
3.6.2.1. Uso Pesquero	35
3.6.2.2. Uso Socio – Económico.....	37
3.6.2.3. Uso de Conservación y Protección	38
3.6.2.4. Datos Oceanográficos	39
3.6.3. Procesamiento de datos	41
3.6.3.1. Uso Pesquero	41
3.6.3.1.1. Zonas Acuícolas.....	41
3.6.3.1.2. Bancos naturales	42
3.6.3.1.3. Desembarque por caleta	44
3.6.3.1.4. Zonas de pesca	46
3.6.3.2. Uso Socio - Económico.....	47
3.6.3.3. Uso de Conservación y Protección	48
3.6.3.4. Datos Oceanográficos	48
3.6.3.4.1. Temperatura Superficial del Mar (TSM)	48
3.6.3.4.2. Salinidad Superficial del Mar (SSM)	50
3.6.3.4.3. Intensidad de la velocidad de vientos (IVV)	52
3.6.3.4.4. Concentración de clorofila (CC-a).....	53
3.6.3.4.5. Sedimentos	54
3.6.4. Métodos de Interpolación	55
3.6.4.1. Kriging Ordinario.....	55
3.6.4.2. IDW – Inverse Distance Weighting.....	56
3.6.4.3. Natural Neighborhood.....	57
 CAPÍTULO IV	 59
RESULTADOS	59
4.1. DATOS OCEANOGRÁFICOS.....	59
4.1.1. Temperatura Superficial de Mar (TSM) (°C)	59
4.1.2. Salinidad Superficial del Mar (SSM) (ups).....	61

4.1.3.	Intensidad de la velocidad de vientos (IVV) (m/s)	62
4.1.4.	Concentración de Clorofila (mg/m ³)	63
4.1.5.	Batimetría	65
4.1.6.	Sedimentos	66
4.2.	USO PESQUERO	70
4.2.1.	Zonas Acuícolas.....	70
4.2.1.1.	Concesiones Acuícolas – Periodo 1.....	70
4.2.1.2.	Concesiones Acuícolas – Periodo 2.....	70
4.2.1.3.	Concesiones Acuícolas – Periodo 3.....	70
4.2.1.4.	Concesiones Acuícolas – Periodo 4.....	70
4.2.2.	Bancos Naturales.....	72
4.2.2.1.	Caracol (<i>Stramonita chocolata</i>).....	74
4.2.2.2.	Pepino de mar (<i>Patallus Mollis</i>).....	78
4.2.2.3.	Concha Navaja (<i>Ensis Macha</i>).....	81
4.2.2.4.	Cangrejo Peludo y Cangrejo Violáceo	84
4.2.3.	Desembarque por caleta	87
4.2.3.1.	Desembarque en el Puerto de Vegueta	88
4.2.3.2.	Desembarque en la Caleta de Carquín	89
4.2.3.3.	Desembarque en el Puerto de Huacho	90
4.2.3.4.	Análisis de variabilidad de desembarque por especie	91
4.2.3.4.1.	Análisis de variabilidad del Cangrejo Violáceo (<i>Platyxanthus orbignyi</i>).....	92
4.2.3.4.2.	Análisis de variabilidad de la Anchoqueta (<i>Engraulis Ringens</i>).....	93
4.2.3.4.3.	Análisis de variabilidad de la Caballa (<i>Scomber japonicus</i>)	94
4.2.3.4.4.	Análisis de variabilidad de la Cabinza (<i>Isacia conceptionis</i>)	96
4.2.3.4.5.	Análisis de variabilidad de la Cachema (<i>Cynoscion analis</i>)	97
4.2.3.4.6.	Análisis de variabilidad de la Lisa (<i>Mugil cephalus</i>).....	99
4.2.3.4.7.	Análisis de variabilidad de la Lorna (<i>Sciaena deliciosa</i>)	100
4.2.3.4.8.	Análisis de variabilidad del Machete (<i>Ethmidium maculatum</i>).....	102
4.2.3.4.9.	Análisis de variabilidad del Pejerrey (<i>Odontesthes regia regia</i>)	104
4.2.4.	Zonas de pesca frente a las costas de Huaura	105
4.2.4.1.	Zonas de pesca del Caracol negro (<i>Stramonita chocolata</i>)	107
4.2.4.2.	Zonas de pesca de Anchoqueta (<i>Engraulis Ringens</i>).....	110
4.2.4.3.	Zonas de pesca del Bonito (<i>Sarda chiliensis chiliensis</i>).....	113

4.2.4.4. Zonas de pesca de Caballa (<i>Scomber japonicus</i>)	116
4.2.4.5. Zonas de pesca de Cabinza (<i>Isacia conceptionis</i>)	118
4.2.4.6. Zonas de pesca del Jurel (<i>Trachurus murphyi</i>)	120
4.2.4.7. Zonas de pesca de Lisa (<i>Mugil cephalus</i>)	123
4.2.4.8. Zonas de pesca del Machete (<i>Ethmidium maculatum</i>)	125
4.2.4.9. Zonas de pesca del Pejerrey (<i>Odontesthes regia regia</i>)	127
4.2.4.10. Zonas de pesca del Perico (<i>Coryphaena hippurus</i>)	130
4.2.4.11. Zonas de pesca de la Raya Águila (<i>Myliobatis peruvianus</i>)	132
4.3. USO SOCIO – ECONÓMICO	135
4.3.1. Densidad poblacional	135
4.3.2. Número de pescadores	141
4.3.3. Zonas turísticas	144
4.4. USO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN.....	149
4.4.1. Reservas Nacionales (RN)	149
4.4.2. Conservación Regional (CR)	149
4.5. COMPARACIÓN DE LA COBERTURA DE USOS	151
CAPÍTULO V.....	156
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	156
5.1. Datos Oceanográficos	156
5.2. Uso Pesquero	161
5.2.1. Análisis de resultados de Zonas de pesca.....	161
5.2.2. Análisis de Zonas Acuícolas	167
5.2.3. Análisis de los resultados de Bancos Naturales	169
5.3. Uso Socio – Económico	174
CAPÍTULO VI.....	175
CONCLUSIONES.....	175
CAPÍTULO V.....	181
RECOMENDACIONES.....	181
GLOSARIO DE TERMINOS.....	192
ANEXOS.....	195

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procesos generales de acidificación por ingreso de CO ₂ (gas de efecto invernadero) al mar (Harrould-Kolieb & Savitz, 2009).....	2
Figura 2. Vulnerabilidad de pesquerías al cambio climático representado como el aumento de la temperatura media para el año 2050 (Allison et al., 2009).	3
Figura 3. Estrategia de investigación sobre la vulnerabilidad, riesgo y adaptación frente al cambio climático en la provincia de Huaura. El punto 1 se realizó en la presente Tesis.	7
Figura 4. Cálculo de vulnerabilidad (Baca et al., 2012).	24
Figura 5. Mapa de ubicación geográfica de la Provincia de Huaura.	26
Figura 6. Tipología de los principales usos e indicadores en la Provincia de Huaura.....	35
Figura 7. Diagrama de Olmstead & Tukey para la selección de los recursos marinos.....	45
Figura 8. a) Nomenclatura basada en los ratios de arena-limo-arcilla.....	55
Figura 9. Representación gráfica del proceso de interpolación Kriging (ESRI).	56
Figura 10. Representación gráfica del proceso de interpolación IDW (ESRI).	56
Figura 11. Representación del polígono de Voronoi y la triangulación de Delauney creado alrededor del punto de interpolación.....	57
Figura 12. Análisis por periodo de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) empleando los datos satelitales de Pathfinder (periodos 1 y 2) y MUR (periodos 3 y 4).	60
Figura 13. Análisis por periodo de la Salinidad Superficial del Mar (SSM) empleando los modelos numéricos SODA (periodos 1,2 y 3) y HyCOM (periodo 4).	62
Figura 14. Análisis por periodo de la Intensidad de la Velocidad de Vientos (IVV) empleando los modelos numéricos del ERA Interim (periodos 1, 2, 3 y 4).	63
Figura 15. Análisis por periodo de la Concentración de la Clorofila (CC-a) empleando los datos satelitales de SeaWIFS (periodo 1,2) y HyCOM (periodo 4).....	64
Figura 16. a) Mapa batimétrico Oceánico (0 – 100 mn), empleando los datos del satélite GEBCO y b) Mapa batimétrico costero (0 – 20 mn), empleando los datos de las cartas náuticas 2211 (Caleta de Vegueta), 2212 (Puerto de Huacho) y 2213 (Bahía de Salinas).	65
Figura 17. a) Distribución del contenido de la fracción de grava b) de arcilla c) de arena d) de limo e) de materia orgánica total en sedimentos superficiales, 2014. f) Mapa batimétrico frente a las costas de Huaura, 2014.....	69
Figura 19. Mapa de zonas acuícolas, periodo 2.	71
Figura 20. Mapa de zonas acuícolas, periodo3.	71
Figura 21. Mapa de zonas acuícolas, periodo4.	71
Figura 22. Representación temporal de las especies de presentes en los Bancos Naturales de Invertebrados (BNI).	73
Figura 23. Ubicación del caracol negro “ <i>Stramonita chocolata</i> ” frente a las costas de Huaura presentes en el periodo 3 y periodo 4.	74

Figura 24. Variabilidad de biomasa del caracol negro “ <i>Stramonita chocolata</i> ” en los periodos 3 y 4.....	75
Figura 25. Georreferenciación de la distribución y concentración del caracol negro “ <i>Stramonita chocolata</i> ” frente a las costas de Huaura presentes en el periodo 4, a) zona 1 y 2. b) Zona 3 y 4. c) Zona 5 y 6.	76
Figura 26. Espacialización de las Zonas de Extracción del caracol negro “ <i>Stramonita chocolata</i> ” frente a las costas de Huaura presentes es el periodo 4, a) zona 1 y 2. b) Zona 3 y 4.	78
Figura 27. Ubicación del Pepino de mar “ <i>Patallus Mollis</i> ” en la provincia de Huaura, periodo 4.	79
Figura 28. Variabilidad de biomasa del Pepino de mar “ <i>Patallus Mollis</i> ”.	80
Figura 29. Georreferenciación de la distribución y concentración del Pepino de Mar “ <i>Patallus Mollis</i> ” frente a las costas de Huaura presentes en el periodo 4.	80
Figura 30. Ubicación de la Concha Navaja “ <i>Ensis Macha</i> ” frente a las costas de Huaura presentes en el periodo 3 y periodo 4.	82
Figura 31. Variabilidad de biomasa de la concha navaja “ <i>Ensis Macha</i> ” en los periodos 3 y 4.....	83
Figura 32. Georreferenciación de la distribución y concentración de la Concha Navaja “ <i>Ensis Macha</i> ” frente a las costas de Huaura presentes es el periodo 4.	83
Figura 33. Georreferenciación del Cangrejo Peludo “ <i>Cancer setosus</i> ” frente a las	85
Figura 34. Georreferenciación del Cangrejo Violáceo “ <i>Platyxantus orbigny</i> ” frente a las costas de Huaura presentes es el periodo 4.	86
Figura 35. Categorización de las especies de desembarque por caleta empleando el Diagrama de Olmstead & Tukey.	87
Figura 36. Selección de las especies dominantes en las caletas mediante la aplicación del “Diagrama de Olmstead & Tukey”.....	87
Figura 37. Análisis de variabilidad de desembarque (kg.) – Tiempo para la Caleta de Carquín.....	90
Figura 38. Análisis de variabilidad de desembarque (kg.) – Tiempo para el puerto de Vegueta.	91
Figura 39. Análisis de variabilidad de desembarque (kg.) – Tiempo para el puerto de Huacho.	91
Figura 40. Análisis de variabilidad de desembarque (kg.) por periodo de estudio del Cangrejo Violáceo “ <i>Platyxanthus orbigny</i> ”.....	93
Figura 41. Análisis de variabilidad de desembarque (kg.) por periodo de estudio de la Anchoqueta “ <i>Engraulis ringens</i> ”.....	94
Figura 42. Análisis de variabilidad de desembarque (kg.) por periodo de estudio de la Caballa “ <i>Scomber japonicus</i> ”.	96
Figura 43. Análisis de variabilidad de desembarque (kg.) por periodo de estudio de la Cabinza “ <i>Isacia conceptionis</i> ”.....	97

Figura 44. Análisis de variabilidad de desembarque (kg.) por periodo de estudio de la Cachema “ <i>Cynoscion analis</i> ”	99
Figura 45. Análisis de variabilidad de desembarque (kg.) por periodo de estudio de la Lisa “ <i>Mugil cephalus</i> ”	100
Figura 46. Análisis de variabilidad de desembarque (kg.) por periodo de estudio de la Lorna “ <i>Sciaena deliciosa</i> ”	102
Figura 47. Análisis de variabilidad de desembarque (kg.) por periodo de estudio del Machete “ <i>Ethmidium maculatum</i> ”	103
Figura 48. Análisis de variabilidad de desembarque (kg.) por periodo de estudio del Pejerrey “ <i>Odontesthes regia regia</i> ”	105
Figura 51. Zonas de pesca del Caracol Negro “ <i>Stramonita chocolata</i> ” para los 4 periodos de estudio en la zona marino-costera de la provincia de Huaura	109
Figura 52. Zonas de pesca de la Anchoveta “ <i>Engraulis ringens</i> ” para los 4 periodos de estudio en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.....	112
Figura 53. Zonas de pesca del Bonito “ <i>Sarda chiliensis chiliensis</i> ” para los 4 periodos de estudio en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.....	115
Figura 54. Zonas de pesca de la Caballa “ <i>Scomber japonicus</i> ” para los 4 periodos de estudio en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.....	117
Figura 55. Zonas de pesca de la Cabinza “ <i>Isacia conceptionis</i> ” para los 4 periodos de estudio en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.....	119
Figura 56. Zonas de pesca del Jurel “ <i>Trachurus murphyi</i> ” para los 4 periodos de estudio en la zona marino-costera de la provincia de Huaura	122
Figura 57. Zonas de pesca de la Lisa “ <i>Mugil cephalus</i> ” para los 4 periodos de estudio en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.....	124
Figura 58. Zonas de pesca del Machete “ <i>Ethmidium maculatum</i> ” para los 4 periodos de estudio en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.....	126
Figura 59. Zonas de pesca del Pejerrey “ <i>Odontesthes regia regia</i> ” para los 4 periodos de estudio en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.....	129
Figura 60. Zonas de pesca del Perico “ <i>Coryphaena hippurus</i> ” para los 4 periodos de estudio en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.....	131
Figura 61. Zonas de pesca de la Raya Águila “ <i>Myliobatis peruvianus</i> ” para los 4 periodos de estudio en la zona marino-costera de la provincia de Huaura	133
Figura 62. Representación de la variabilidad de área de las especies dominantes encontradas frente a las costas de la provincia de Huaura durante los 4 periodos de estudio (1997 – 2014), estas especies son: (a) Caracol negro, (b) Anchoveta, (c) Bonito, (d) Caballa, (e) Cabinza, (f) Jurel,(g) Lisa,(h) Machete,(i) Pejerrey,(j) Perico y (k) Raya águila.....	134
Figura 63. Análisis de la variabilidad de las especies dominantes, relacionando los valores de biomasa (CPUE) con su distribución (ha), esto indica la dominancia de	

ciertas especies por periodo en función a las condiciones oceanográficas presentes en cada periodo.	135
Figura 64. a) Análisis de crecimiento poblacional por periodo de los distritos de la provincia de Huaura. b) Análisis de variación de la densidad poblacional por periodo en los distritos de la provinica de Huaura.	139
Figura 65. a) Análisis de crecimiento poblacional por periodo de las 3 zonas de estudio. b) Análisis del crecimiento de la densidad poblacional por periodo de las 3 zonas de estudio.	140
Figura 66. Variación del número de pescadores artesanales en la provincia de Huaura en el periodo 2.	142
Figura 67. Variación del número de pescadores artesanales en la provincia de Huaura en el periodo 4.	142
Figura 68. Variación del número total de pescadores artesanales en la provincia de Huaura en los periodos 2 y 4.	143
Figura 69. Mapa Turístico del distrito de Vegueta.	146
Figura 70. Mapa Turístico del distrito de Carquín.	147
Figura 71. Mapa Turístico del distrito de Huacho.	148
Figura 72. Representación de las Áreas de Reserva Nacional presentes en la Provincia de Huaura.	150
Figura 73. Representación de las Áreas de Conservación Regional presentes en la Provincia de Huaura.	150
Figura 74. Comparación de la cobertura espacial.	152
Figura 75. Análisis de variación de Áreas y Biomasas en los Bancos Naturales.	153
Figura 76. Análisis de comparaciones múltiples de Tukey.	155
Figura 77. Comparación de la variación de facies texturales de 1987 (realizado por Delgado et al.) y 2015 (realizado por Velazco, F. et al.).	160
Figura 78. Gráfica comparativa de distribución de área (Ha) vs. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE), representativo de la biomasa. Ambos valores obtenidos a partir de los porcentajes de los valores originales.	166
Figura 79. Variación temporal de las zonas acuícolas en la provincia de Huaura.	169
Figura 80. Composición de datos sedimentológicos y distribución de bancos naturales con datos de profundidad.	172
Figura 81. Representación de áreas de traslape de los BNI con las facies texturales, y porcentaje del área de las facies texturales ocupadas por BNI.	173

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación geográfica y superficies distritales de la provincia de Huaura	26
Tabla 2. Datos Oceanográficos estudiados en la zona marino costera de Huaura.....	31
Tabla 3. Representación en formato shapefile para la visualización en el ArcGIS de los datos de Usos pesqueros	37
Tabla 4. Representación en formato shapefile para la visualización en el ArcGIS de los datos de Usos socio – económicos.....	38
Tabla 5. Representación en formato shapefile para la visualización en el ArcGIS de los datos de Usos de conservación y protección	39
Tabla 6. Representación en formato shapefile para la visualización en el ArcGIS de los Datos Oceanográficos.....	40
Tabla 7. Selección las especies y ubicación de las zonas acuícolas	41
Tabla 8. Ubicación de las especies en los bancos naturales dentro de la provincia de Huaura.....	43
Tabla 9. Datos de biomasa de las especies de invertebrados en el periodo 3	72
Tabla 10. Datos de biomasa de las especies de invertebrados en el periodo 4	72
Tabla 11. Zonas de distribución de la Concha navaja “Ensis Macha” en el periodo 3 y 4.	81
Tabla 12. Selección de especies dominantes en los puertos y caletas en la zona de estudio.....	88
Tabla 13. Ubicación geográfica de las caletas	88
Tabla 14. Selección de especies dominantes en las zonas de pesca	107
Tabla 15. Análisis de Varianza de las Áreas por indicador	153
Tabla 16. Resultados del TukeyHSD.....	154

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de temperatura superficial frente a la provincia de Huaura, empleando el Pathfinder, Periodo 1 (1997 – 1999)	196
Anexo 2. Mapa de temperatura superficial frente a la provincia de Huaura, empleando el Pathfinder, Periodo 2 (2000 - 2004)	196
Anexo 3. Mapa de temperatura superficial frente a la provincia de Huaura, empleando MUR, Periodo 3 (2005 - 2009)	197
Anexo 4. Mapa de temperatura superficial frente a la provincia de Huaura, empleando MUR, Periodo 4 (2010 - 2014)	197
Anexo 5. Mapa de salinidad superficial frente a la provincia de Huaura, empleando SODA, Periodo 1 (1997 – 1999).....	198
Anexo 6. Mapa de salinidad superficial frente a la provincia de Huaura, empleando SODA, Periodo 2 (2000 - 2004)	198
Anexo 7. Mapa de salinidad superficial frente a la provincia de Huaura, empleando SODA, Periodo 3 (2005 - 2009)	199
Anexo 8. Mapa de salinidad superficial frente a la provincia de Huaura, empleando HyCOM, Periodo 4 (2010 - 2014)	199
Anexo 9. Mapa de intensidad de velocidad de viento frente a la provincia de Huaura, empleando ERA Interim, Periodo 1 (1997 – 1999)	200
Anexo 10. Mapa de intensidad de velocidad de viento frente a la provincia de Huaura, empleando ERA Interim, Periodo 2 (2000 - 2004)	200
Anexo 11. Mapa de intensidad de velocidad de viento frente a la provincia de Huaura, empleando ERA Interim, Periodo 3 (2005 - 2009)	201
Anexo 12. Mapa de intensidad de velocidad de viento frente a la provincia de Huaura, empleando ERA Interim, Periodo 4 (2010 - 2014)	201
Anexo 13. Mapa de concentración de clorofila frente a la provincia de Huaura, empleando SeaWIFS – MODIS, Periodo 1 (1997 - 1999)	202
Anexo 14. Mapa de concentración de clorofila frente a la provincia de Huaura, empleando SeaWIFS – MODIS, Periodo 2 (2000 - 2004)	202
Anexo 15. Mapa de concentración de clorofila frente a la provincia de Huaura, empleando SeaWIFS – MODIS, Periodo 3 (2005 - 2009)	203
Anexo 16. Mapa de concentración de clorofila frente a la provincia de Huaura, empleando SeaWIFS – MODIS, Periodo 4 (2010 - 2014)	203
Anexo 17. Datos generales de las zonas acuícolas presentes en el periodo 1	204
Anexo 18. Datos generales de las zonas acuícolas presentes en el periodo 2	204
Anexo 19. Datos generales de las zonas acuícolas presentes en el periodo 3 ..	204
Anexo 20. Datos generales de las zonas acuícolas presentes en el periodo 4	205
Anexo 21. Variación de las especies de invertebrados presentes en los Bancos Naturales frente a las costas de la provincia de Huaura	205

Anexo 22. Variación de la distribución de biomasa del desembarque frente a las costas del distrito de Vegueta	206
Anexo 23. Variación de la distribución de biomasa del desembarque frente a las costas del distrito de Carquín	207
Anexo 24. Variación de la distribución de biomasa del desembarque frente a las costas del distrito de Huacho	208
Anexo 25. Análisis de variabilidad de los desembarques de Cangrejo Violáceo “ <i>Platyxanthus Orbigny</i> ” en los 18 años de estudio	209
Anexo 26. Análisis de variabilidad de los desembarques de Anchoqueta “ <i>Engraulis ringens</i> ” en los 18 años de estudio	220
Anexo 27. Análisis de variabilidad de los desembarques de Caballa “ <i>Scomber japonicus</i> ” en los 18 años de estudio	211
Anexo 28. Análisis de variabilidad de los desembarques de Cabinza “ <i>Isacia conceptionis</i> ” en los 18 años de estudio	212
Anexo 29. Análisis de variabilidad de los desembarques de Cachema “ <i>Cynoscion analis</i> ” en los 18 años de estudio	213
Anexo 30. Análisis de variabilidad de los desembarques de Lisa “ <i>Mugil cephalus</i> ” en los 18 años de estudio	214
Anexo 31. Análisis de variabilidad de los desembarques de Lorna “ <i>Sciaena deliciosa</i> ” en los 18 años de estudio	215
Anexo 32. Análisis de variabilidad de los desembarques de Machete “ <i>Ethmidium maculatum</i> ” en los 18 años de estudio	216
Anexo 33. Análisis de variabilidad de los desembarques de Pejerrey “ <i>Odontesthes regia regia</i> ” en los 18 años de estudio	217
Anexo 34. a) Análisis de crecimiento poblacional en los distritos de Huacho, Caleta de Carquín y Vegueta. b) Análisis del crecimiento de densidad poblacional en los distritos de Huacho, Caleta de Carquín y Vegueta. FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI.....	218
Anexo 35. Scripts para el cálculo del Análisis de varianza.....	219
Anexo 36. Scripts para el cálculo de la prueba Tukey.....	219

INTRODUCCIÓN

Los procesos de industrialización, la sobrepoblación y la explotación desmesurada de los recursos naturales son alguna de las actividades que producen cambios climáticos irreversibles, lo cual afecta la vida de todas las especies en su totalidad, incluida la humana (Burghila et al. 2015). Según Rizzi (Rizzi et al., 2014), en el caso de los ecosistemas marinos las alteraciones son debido a variaciones en la biogeoquímica del agua así como en sus parámetros físicos y químicos lo cual produce su degradación afectando su estructura, cadena trófica, procesos dinámicos, etc.

En base a la investigación realizada sobre el impacto del cambio climático, Hoegh-Guldberg & Bruno, (2010), indicaron que todos los ecosistemas marinos son muy importantes debido a que permiten la regulación del clima, debido a que el mar es una de las principales fuentes de sumidero de los gases de efecto invernadero, pero el excesivo aumento de estos gases a la vez provoca que el pH del agua de mar cambie, cambios ligeros como bruscos, lo que provoca que los ecosistemas se vuelvan más sensibles al cambio climático (Figura 1).

Entre los efectos originados por el cambio climático están las alteraciones a nivel global como a nivel regional o local, esto a su vez afecta a ecosistemas, especies de flora y fauna así como también a las funciones que desempeñan estas especies en su ciclo de vida. Otros efectos que provoca el cambio climático está la incertidumbre que genera sobre los pobladores que dependen directamente del recurso marino, debido a que se genera cambios en la productividad de peces, distribución y migración de especies, esto aumenta el grado de vulnerabilidad de los recursos marinos (McIlgorm et al., 2010).

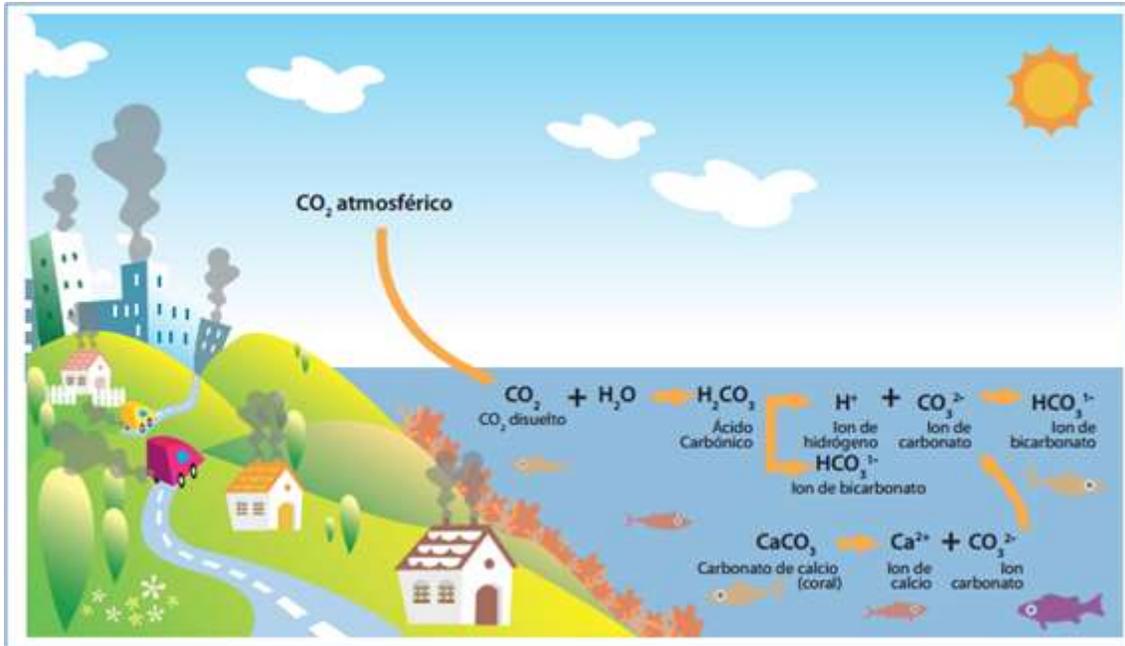


Figura 1. Procesos generales de acidificación por ingreso de CO_2 (gas de efecto invernadero) al mar (Harrould-Kolieb & Savitz, 2009).

En un estudio realizado en el 2009 se indicó que el calentamiento global es influenciado por procesos físicos y biológicos generando retos para las sociedades a nivel mundial, países desarrollados y países en vías de desarrollo (Allison et al., 2009). En este estudio se comparó la vulnerabilidad de 132 economías nacionales enfocadas en sus dependencias por las actividades marinas y como estas son afectados por los impactos generados del cambio climático (Figura 2).

Si bien, según Brander (2007) es difícil poder estimar o predecir los efectos generados por el cambio climático a escala nacional o regional, es fundamental determinar cómo las especies marinas se verán afectadas y como esto influirá directa e indirectamente sobre su cadena trófica así como también sobre la población aledaña que depende directamente de este recurso.

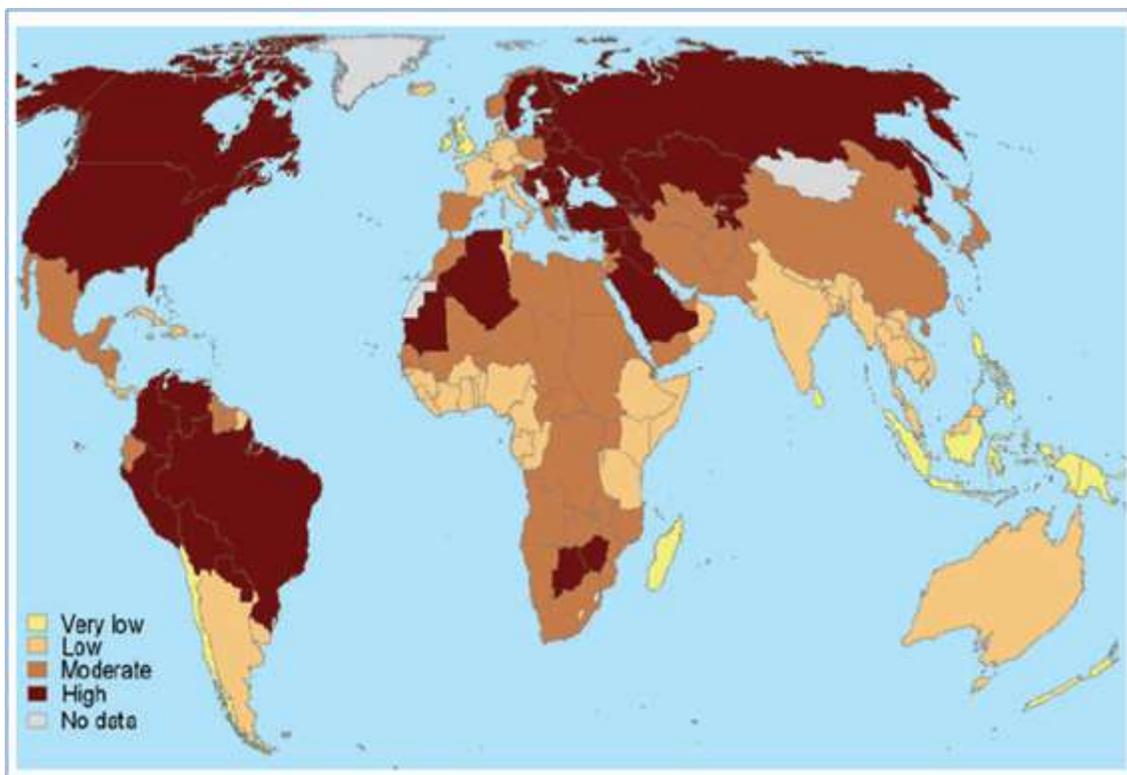


Figura 2. Vulnerabilidad de pesquerías al cambio climático representado como el aumento de la temperatura media para el año 2050 (Allison et al., 2009).

En esta investigación se recopiló toda la información obtenida de las diversas Áreas Funcionales del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), con la cual se determinó una tipología de Usos basadas en las investigaciones de Aliño et al. (2013) y Mamauag et al. (2013). En base a esta tipología se realizaron mapas base, mapas temáticos de los diferentes datos oceanográficos así como mapas de ubicación y delimitación de los principales usos e indicadores con los cuales se analizó su variabilidad, tanto de biomasa como en su distribución horizontal con la finalidad de poder delimitar las áreas que presenta cada indicador frente a las costas de la provincia de Huaura.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD

El cambio climático representa una amenaza que no sólo afecta a los ecosistemas, sino también a la población y a los usos que hacemos de ellos (e.q. [Barbier et al., 2011](#)). Este tipo de amenazas se ven reflejadas principalmente por el calentamiento global, el cual es causado por el aumento excesivo de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Situados en nuestro contexto local y regional, la provincia de Huaura como muchas otras ciudades del Perú, carece de estudios de caracterización o de prevención, que permitieran tener un conocimiento detallado sobre la totalidad de recursos que posee así como el conocimiento de la distribución y la abundancia de los mismos y sobre el control racional que se puede ejercer sobre éstos para promover su uso consensuado evitando daños ecosistémicos a corto, mediano y largo plazo.

La provincia de Huaura, carece de un estudio de Zonificación Ecológica y Económica (ZEE), desconociéndose detalladamente las potencialidades y limitaciones de los recursos terrestres y la abundancia de los mismos, asimismo no se cuenta con un Manejo Integrado de

Zonas Costeras (MIZC), por lo cual no existe un control sobre el uso y aprovechamiento racional y consensuado de estos recursos.

La importancia de la interacción de estas dos herramientas, ZZE y MIZC, es el control de la fragilidad y susceptibilidad de las zonas marino-costeras ante el impacto natural y humano (Carballo, 2009). Por lo tanto, es importante conocer cómo los recursos marinos se ven afectados por los efectos del cambio climático y cómo estos efectos influyen al mismo recurso en su distribución y abundancia, así mismo conocer como estos efectos repercuten afectando indirectamente a la población dependiente, pescadores artesanales, del recurso en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.

1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Delimitar las posibles áreas, distribución espacial, de los recursos marinos viene siendo un reto para los países que dependen en mayor grado de las actividades pesqueras, por lo cual es importante conocer el cómo afectan los procesos del cambio climático a la distribución de estas especies marinas.

Conocer las variaciones de la distribución espacial de los recursos pesqueros en eventos El Niño, La Niña y neutrales es fundamental para entender y comprender la relación recurso – ambiente, así como también las consecuencias que estos eventos ocasionan en la relación hombre – naturaleza, disminuyendo o aumentando el grado de afectación ante la presencia o ausencia de estos recursos por el cambio climático.

1.2.1. Justificación Teórica

La presente investigación se centra en realizar una clasificación de todos los usos vulnerables al cambio climático, así como los efectos que ocasionarían la pérdida o ausencia de los mismos a los pescadores artesanales y habitantes de las 3 zonas de estudio.

Otro problema a resolver será el de delimitar los usos según su distribución, lo que permitirá observar que actividades han presentado mayor o menor variación temporal, influenciado por los efectos del cambio climático.

1.2.2. Justificación Práctica

La información generada en esta investigación, como mapas base de los datos oceanográficos (Temperatura Superficial del Mar “TSM”, Salinidad Superficial del Mar “SSM”, Intensidad de la Velocidad de Vientos “IVV” y Concentración de Clorofila “CC-a”), mapas de ubicación y delimitación de área de las diversas especies estudiadas permitirá visualizar la variación espacial de cada recurso, y generar a partir de métodos determinísticos las áreas futuras de distribución de estos recursos.

Todo ello servirá para la realización de futuros estudios de Análisis de Vulnerabilidad, Análisis de Riesgos y medidas de Capacidad de Adaptación en la zona marino-costera de Huaura ([Figura 3](#)).

1.2.3. Justificación Metodológica

En esta investigación se emplearán los siguientes métodos científicos aplicados por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE), para el análisis de los datos pesqueros y oceanográficos.

Metodología	Autor
Clasificación no supervisada	IMARPE
Delimitación de áreas de pesca artesanal	Estrela et al. 1999
Delimitación de bancos naturales	Berrú et al. 2006
Generación de base de datos SIG	IMARPE

También se empleará el Diagrama de Olmstead y Tukey ([Varona-Cordero & Gutiérrez, 2003](#)) y el marco metodológico de [Aliño et al. 2013](#) y [Mamauag et al. 2013](#).

1.2.4. Justificación Socio - Económica

La investigación generó información sobre la variación de las zonas de pesca a través de los diversos tipos de mapas, los que tienen diversos fines tanto para la pesca, la población o la conservación y protección de zonas de importancia económica.

El conocimiento de las zonas, expansión y ubicación, que tienen los recursos pesqueros así como la determinación de los recursos que presentan las mayores áreas tiene gran importancia económica tanto para los propios pescadores artesanales, dependientes directamente de estos recursos, como para los habitantes de las zonas de estudio.

Si bien en base al “*Plan de Acondicionamiento Territorial de la provincia de Huaura 2013 – 2022*” (MPH, 2013), se evidencia que la pesca representa el 1.8% del PBI de toda la provincia, esto podría cambiar si se reformularan nuevas políticas de uso o de conservación de estas áreas.

Es importante señalar que para el desarrollo de ésta investigación se contó con el total apoyo del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), el cual proporcionó toda la información necesaria, así como también el asesoramiento continuo de investigadores de diversas especialidades.

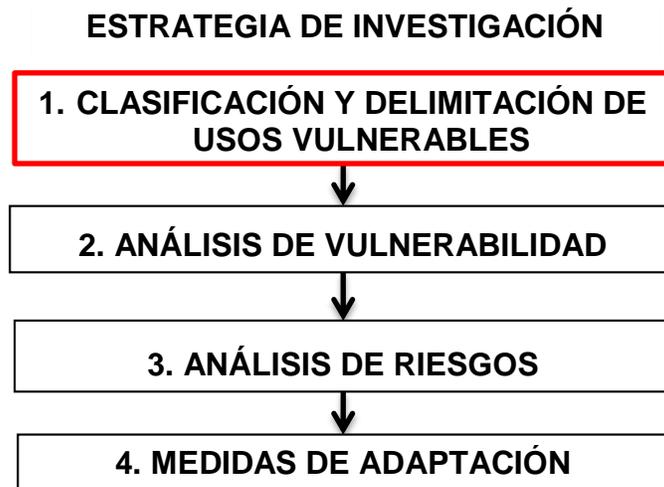


Figura 3. Estrategia de investigación sobre la vulnerabilidad, riesgo y adaptación frente al cambio climático en la provincia de Huaura. El punto 1 se realizó en la presente Tesis.

1.3. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Aporte a la ciencia

Los resultados obtenidos al finalizar la presente investigación servirán para la realización de futuros estudios de Análisis de Vulnerabilidad, Análisis de Riesgos y medidas de Capacidad de Adaptación en la zona marino-costera de Huaura, del borde costero a 100 mn (185.2 km) mar adentro. Todos estos estudios podrán ser replicados en otras localidades costeras, empleando la propia base de datos de cada zona.

1.3.2. Aporte a la tecnología

Esta investigación genera aporte a la tecnología en la medida que desarrolla una base de datos mediante la recolección de información relevante para la gestión de recursos costeros y que no existía. Las posteriores investigaciones que surjan a partir de este trabajo permitirán determinar las zonas costeras vulnerables a los efectos del cambio climático. Igualmente, las técnicas aquí empleadas pueden servir para ser replicadas en otras regiones del Perú y/o con similares datos.

1.3.3. Aporte Práctico

El desarrollo de esta investigación, permitirá reconocer las zonas de potencial distribución de los recursos (peces e invertebrados) lo que reducirá el esfuerzo de la pesca artesanal y mejorará la gestión de los recursos marinos en la zona.

1.4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Problema General

¿Cuál es la clasificación y delimitación de los usos vulnerables al cambio climático en la zona marino-costera de la provincia de Huaura?

1.4.2. Problema Específico

¿Cuáles son los indicadores que permiten la clasificación y delimitación del uso pesquero vulnerable al cambio climático en la zona marino-costera de la provincia de Huaura?

¿Cuáles son los indicadores que permiten la clasificación y delimitación del uso socio-económico vulnerable al cambio climático en la zona marino-costera de la provincia de Huaura?

¿Cuáles son los indicadores que permiten la clasificación y delimitación del uso de conservación y protección vulnerable al cambio climático en la zona marino-costera de la provincia de Huaura?

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General

Clasificar y delimitar los usos vulnerables al cambio climático en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.

1.5.2. Objetivos Específicos

Clasificar y delimitar el uso pesquero vulnerable al cambio climático en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.

Clasificar y delimitar el uso socio-económico vulnerable al cambio climático en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.

Clasificar y delimitar el uso de conservación y protección vulnerable al cambio climático en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.

1.6. HIPÓTESIS

1.6.1. Hipótesis General

De la totalidad de usos (pesquero, socio – económico y de conservación – protección) las zonas de pesca, indicador de los usos pesqueros, presentarán la mayor cobertura espacial en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.

1.6.2. Hipótesis Específicos

Los indicadores del uso pesquero vulnerable al cambio climático permiten su clasificación y delimitación

Los indicadores del uso socio-económico vulnerable al cambio climático permiten su clasificación y delimitación

Los indicadores del uso de conservación y protección vulnerable al cambio climático permiten su clasificación y delimitación

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Antecedentes a nivel mundial

2.1.1.1. Cambio Climático

Los impactos que genera el cambio climático sobre las comunidades marinas responden a las alteraciones de las condiciones oceanográficas tales como variaciones en la temperatura superficial del mar, salinidad superficial del mar, intensidad de la velocidad de los vientos, oxígeno disuelto, pH, así como la variación de la densidad estructural de la columna de agua (Brander, 2007; McIlgorm et al., 2010).

A nivel mundial, la temperatura media de la Tierra ha aumentado en 0.85°C, con una variación de 0.65 – 1.06°C, desde 1880 (IPCC, 2013), pero desde 1970 la temperatura promedio a nivel global ha tenido un incremento adicional de 0.2°C lo cual ha generado que la precipitación promedio a nivel global se incremente en 2% en los últimos 100 años (IPCC, 2007).

En base a las investigaciones del **IPCC (2013)**, a nivel mundial las características físico – químicas de los océanos han cambiado con el incremento de la transferencia de CO₂ y el calentamiento de la atmosfera. Los océanos han absorbido el incremento de CO₂ y otros gases efecto invernadero (GEI) estos procesos generan un calentamiento significativo de la capa superior de los océanos, lo cual ha llevado a una fuerte estratificación térmica, y contribuye al aumento de la temperatura del mar a nivel global **IPCC (2013)**. Este aumento de CO₂ en los océanos genera que el pH de los mares disminuya, aumentando los procesos de acidificación y reducción de los arrecifes de coral, esto es respaldado por **Mumby et al. (2014)**

El cambio climático genera impactos directos e indirectos sobre el funcionamiento de los ecosistemas marinos y terrestres lo cual produce cambios en la distribución de las especies, alteraciones en el funcionamiento de la cadena trófica así como la extinción de diversas especies. Según **Brander (2007)** los efectos directos generados por el cambio climático sobre los recursos marinos actúan sobre la fisiología y comportamiento así como también cambiando su crecimiento, desarrollo, capacidad de reproducción, la mortalidad y distribución. Mientras que los efectos indirectos son cambios en la productividad y estructura de los ecosistemas sobre los cuales dependen directamente los recursos e indirectamente los humanos.

De la misma manera el **IPCC (2007)** menciona que los impactos a gran escala generados por el cambio climático generan cambios en la productividad de los ecosistemas marinos, alteraciones en las pesquerías y el aumento del consumo de CO₂ por parte de los océanos como fuente de sumideros, esto respaldado por la investigación de **Le Quéré et al. (2014)**. Todo esto genera alteraciones en la productividad de las especies y altera las estructuras de las comunidades marinas, cadena trófica.

En base a la investigación de **Badjeck (2007)**, los pescadores dependen en mayor parte su sustento de los recursos naturales, recursos marinos, por lo cual este autor sustenta que el efecto del cambio climático no solo afecto a nivel de ecosistemas marinos y terrestres, sino también a las poblaciones las cuales dependen de los recursos, concordando con lo planteado por **Brander (2007)**.

La **FAO (2006)** establece que probablemente los impactos generados por el crecimiento de la población humana (contaminación por polución, el aumento de la extracción y uso del agua, cambios en el uso de los suelos, la sobrepesca, etc.) sean más grandes que los efectos generados por el cambio climático (**Boldt et al, 2014; Rombouts et al, 2013; UNEP-MAP-RAC/SPA, 2010**) pero cabe recordar que ambas presiones, antropogénicas y ambientales, están fuertemente interrelacionadas debido a que ambos causan alteraciones a los ecosistemas.

Dentro de los recursos marinos, uno de los más afectados por el cambio climático son los arrecifes de coral, debido a que al estar expuesto a variaciones de salinidad e intensidad de la luz, así como a variaciones de solo 1 a 2°C (**Hernández, 2010**); esto aún más frecuente y en aumento debido a los efectos del cambio climático (**Hoegh-Guldberg et al., 2007**); causa el fenómeno conocido como “*blanqueamiento*” (**Hoegh-Guldberg, 1999; Jones, 2008**) este fenómeno genera la degradación o incluso la muerte de los corales (**Idjadi & Edmunds, 2006**), lo cual afecta a las poblaciones que el coral brinda refugio, produciendo alteraciones a nivel micro y meso de los ecosistemas marinos generando alteraciones en la cadena trófica de las especies marinas.

2.1.1.2. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se define como el grado por el cual un sistema es probable que experimente un daño debido a la exposición a un peligro o evento extremo (**Turner et al., 2003**). El IPCC lo define como el grado en el cual un sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a eventos extremos (**IPCC, 2001**). **Allison et al. (2009)** estudió las economías de 132 países que son potencialmente “vulnerables” a ser impactadas por los efectos del cambio climático, donde el impacto se vio reflejado directamente sobre la variabilidad de las capturas de pesca y por tanto afectó indirectamente sobre la población.

La vulnerabilidad al cambio climático depende del análisis de 3 indicadores: la **exposición**, la **sensibilidad** y la **capacidad de adaptación**. Estos indicadores fueron empleados en investigaciones del análisis de vulnerabilidad (**Adger, 2000; Brooks et al, 2005; Metzger et al, 2005; O’Brien et al, 2005 & IPCC, 2001**).

2.1.2. Antecedentes en el Perú

En el Perú los estudios sobre la delimitación y distribución de las diversas especies marinas son muy escasos, debido al alto costo que estos estudios demandan. Sin embargo, el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) realiza constantemente *estudios de prospección* a lo largo de la costa peruana, para lo cual emplea sus buques de investigación científica los cuales son el BIC Humboldt, BIC José Olaya Balandra y el BIC Luis Alberto Flores Portugal. Muchos estudios sobre la distribución de las especies marinas también se llevan a cabo mediante el empleo de ecosondas científicas, las cuales operan a frecuencias de 38 y 120 kHz.

2.1.2.1. Identificación y delimitación de áreas de pesca

En el Perú los estudios de delimitación de áreas pesqueras no son muy comunes debido al alto costo de realización y a la disponibilidad de los datos. Existen dos antecedentes muy relacionados con respecto a la presente investigación:

a. **Estrella et al (1999)** estudiaron la delimitación de las áreas de pesca de la flota artesanal comprendida en los paralelos 3,4° y 6,5° de Latitud Sur (S) y los meridianos 80,0° y 82,5° de Longitud Oeste (W) entre 1996 y 1999.

La zona estudiada en esta investigación representó el área mayor diversidad y producción pesquera en el norte del país, de Tumbes a Piura; el objetivo de esta investigación fue el de analizar las dinámicas de pesqueras y reducir las presiones de la actividad pesquera sobre los cursos y su distribución en la columna de agua. Se analizaron las flotas de pesca artesanal de todos los puertos y caletas dentro de la zona de estudio, así como también los valores de desembarque.

Las especies estudiadas fueron: el jurel, merluza peruana, bereche, caballa, atún, lisa común, espejo, cabrilla, peje banco, pota o calamar gigante, camarón tití y el cangrejo nadador. Las investigaciones relacionadas con el hábitat, distribución, alimentación, reproducción e importancia de la especie para la economía de la zona fueron obtenidos por

Estrella et al (1998d); Espino (1999); Chirichigno & Vélez (1998); Elliott & Ramírez (1998).

En esta investigación se analizaron los efectos de la temperatura superficial los cuales fueron obtenidos a partir de los Monitoreos Oceanográficos en Áreas Seleccionadas (MOPAS) y los datos que fueron registrados del control diario. También se analizaron las sedimentologías marinas frente a las costas de Tumbes a Piura, desde el borde litoral hasta las 200 millas náuticas, para lo cual **Estrella et al (1999)** emplearon los datos obtenidos en la investigación de **Delgado et al. (1987)**.

b. Berrú et al (2006) analizaron la identificación y delimitación de los bancos naturales en las zonas de la región Áncash así como las zonas de distribución de la pesca artesanal y las futuras propuestas para áreas de maricultura (en **“Identificación y delimitación de bancos naturales de invertebrados marinos, zonas de pesca artesanal y áreas propuestas para maricultura en el Litoral de la Región Áncash”**).

Se estudió los aspectos hidrográficos y como estos afectan la distribución de los puntos de estudio señalados anteriormente. Se estudiaron como los recursos de marinos, peces e invertebrados, que son comerciales tienen una relación directa sobre la ausencia o presencia sobre el resto de recursos influyendo en la economía de la región.

Las especies estudiadas de los bancos naturales fueron 9 (concha navaja, concha abanico, cangrejo jaiva, pata de mula, caracol negro, lapa, cangrejo peludo, chanque y marucha), se delimitaron 36 zonas de pesca artesanal de gran importancia para pescadores embarcados y no embarcados también se propuso 10 áreas para realizar actividades de maricultura.

En esta investigación se analizaron los efectos de la temperatura superficial, oxígeno disuelto, salinidad superficial sobre la distribución de los recursos marinos. Los datos recolectados para el análisis de temperatura y salinidad superficial fueron en base a los muestreos a nivel superficial, para la obtención de los datos de oxígeno disuelto se empleó el método de Winkler modificado por Carrit y Carpenter (1966).

2.1.2.2. Distribución, concentración y biomasa de especies

Se presenta a continuación una breve descripción cronológica de algunos estudios realizados dentro del margen de la costa peruana hasta las 200 millas, con el objetivo dar a conocer las metodologías desarrolladas en cada investigación y de las diversas especies estudiadas.

Vilches et al (1987) realizaron un estudio de variaciones en la biomasa y su distribución con la finalidad de conocer la variación de los principales recursos pelágicos, esta variación fue realizada desde 1983 hasta el 1987, en la investigación se observó que estas distribuciones fueron provocadas por cambios ambientales generados por los efectos del fenómeno El Niño.

Del mismo modo **Dioses (1995)** estudió cual fue la distribución de los recursos hidrobiológicos frente a condiciones de años normales o anormales (eventos El Niño y La Niña), en este estudio se indicó además la distribución horizontal y distribución vertical, haciendo un enfoque en como las especies se ven afectadas por ligeros cambios, en sus parámetros oceanográficos y como los recursos tienden a variar su distribución y la extensión en busca de condiciones adecuadas para su desarrollo.

Segura et al. (1995) estudio la distribución de las especies (anchoveta, jurel, sardina y caballa) desde Tacna ($18^{\circ}17'S$) hasta Tumbes ($3^{\circ}36'S$). Muy aparte del estudio de distribución de especies, estudiaron el grado de mezcla de los mismos recursos a partir de lances de comprobación según su distancia a la costa y la interrelación recurso-ambiente.

Gutiérrez (1996) se analizó la distribución geográfica de los recursos y su distribución vertical, de 0 a 60 m de profundidad, siendo los recursos analizados la anchoveta, sardina, jurel y caballa. **Segura et al. (1995)**, en un estudio similar se realizó un muestreo invernal desde Tambo de Mora (Chincha) hasta Paita (Piura), con el objetivo de analizar la distribución bajo esas condiciones.

Del mismo modo varios estudios han tenido los mismos enfoques basados en el análisis de la distribución de especies (horizontal y vertical) y de la variación espacio-temporal de los principales recursos marinos así como también la relación de distribución de estos recursos con datos oceanográficos. (e.g., [Gutiérrez et al., 1998a, 1998b](#); [Castillo et al., 1998b, 1998c, 1998d](#)). Estas investigaciones se realizaron en diferentes estaciones del año con la finalidad de determinar la variación de los recursos y su interacción con el ambiente.

[Fernández et al. \(2000\)](#) estudió las variaciones de desembarque en 1999, de las 7 principales especies presentes en ese año. Estos datos fueron presentados tanto en tablas estadísticas como en gráficos, mostrando la variabilidad del desembarque en varias etapas. Todo ello con la finalidad de visualizar las variaciones de desembarque debido al cambio de temperatura post – El Niño.

Del mismo modo [Wasiw \(2000\)](#) estudió la variabilidad que presentó la lorna (*Sciaena deliciosa*) y el machete (*Ethmidium maculatum*) en periodos fríos y cálidos, siendo el periodo frío ocurrido entre abril de 1996 a marzo de 1997 y el periodo cálido entre abril de 1997 a marzo de 1998. En este estudio se analizó la variación de tallas, madurez sexual, periodos de desove y su variabilidad de captura.

[Castillo, C.R. et al. \(2001\)](#) y [Castillo, P.R. et al. \(2009\)](#) analizaron la distribución y biomasa de los principales recursos demersales y pelágicos respectivamente.

➤ [Castillo, C.R. et al. \(2001\)](#), estudió esta variabilidad desde Huarmey (10°05'S) hasta Puerto Pizarro (3°29'S), del 24 de abril al 20 de mayo durante el otoño del 2000. En este estudio se hicieron las correlaciones de los datos de temperatura superficial, salinidad superficial y oxígeno disuelto con los recursos demersales, con lo cual se determinaron los umbrales de supervivencia de cada especie y como las variaciones de estos umbrales afecta el hábitat de los recursos e influye en su desplazamiento. Las especies demersales estudiadas fueron: merluza, falso volador, cachema, lenguado, chiri, bereche con barbo, coco, bereche, cabrilla y las machas.

- **Castillo, P.R. et al. (2009)** estudió esta variabilidad desde Tumbes a Ilo, del 20 de febrero al 4 de abril durante el verano del 2006. Se analizó la distribución horizontal, distancia a la costa, como su distribución vertical mediante el análisis de las imágenes de las ecosondas. Las especies pelágicas estudiadas fueron: la anchoveta, jure, caballa, samasa, bagre, múnida, pota, vinciguerra y camotillo.

Del mismo modo **Castillo et al. (2006)** estudió la distribución vertical de la anchoveta (*Engraulis Ringens*) a diferentes niveles de profundidad, en la zona norte del país, empleando ecogramas y bitácoras acústicas los cuales sirvieron para la representación de gráficos obtenidos mediante el programa de interpolación de datos, “Surfer”.

En base a las investigaciones realizadas sobre las distribuciones horizontales y verticales, así como las variaciones de concentraciones de biomasa de los principales recursos marinos frente a la costa del Perú, se concluyó que estos cambios en la distribución y concentración se debieron a las variaciones de los rangos de habitabilidad que posee cada especie (temperatura, salinidad y oxígeno disuelto), lo cual fue producto de los efectos que genera el cambios climático a diferentes niveles ecosistémicos.

2.1.2.3. Distribución de sedimentos de zonas costeras

Delgado et al. (1987) realizaron el análisis de las facies texturales marinos a lo largo de la costa peruana así como su distribución superficial en todo el margen continental peruano, en donde observaron que el patrón textural está determinado por la interacción de varios factores ambientales como la acción del upwelling el cual influye en la sedimentación y aporte de partículas.

Tiempo después **Delgado & Gomero (1995)** realizaron un atlas sedimentológico de la plataforma continental peruana con 19 cartas, 726 muestras, todo esto fue elaborado en base a información obtenida entre 1976 y 1983 mediante el empleo de la draga Van Veen.

El último estudio sedimentológico fue el de [Velazco et al. \(2015\)](#), en donde estudiaron las faices texturales de sedimentos a lo largo de la costa peruana sobre la plataforma continental, la compilación de resultados se realizó en base a las 1191 estaciones de muestreo del IMARPE. Para la realización de este estudio, se dividió en 3 partes (De 3°30' a 6°15'S, de 6°15' a 9°30'S y de 9°30' a 15°45'S) en donde se determinaron los porcentajes de arcilla, limo, arena y materia orgánica, así como la geomorfología de las pendientes de cada zona.

Todos estudios preliminares servirán como base para el inicio del proceso de investigación interrelacionando las zonas de estudio a lo largo del litoral para poder comprender su comportamiento en diferentes periodos del año con lo cual se podrá tener un mejor panorama de la zona de estudio y como las especies que la habitan se ven influenciados por los efectos del cambio climático.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Zona Marino Costera (ZMC)

La zona costera, área litoral o zona marino – costera en la actualidad no cuenta con una definición establecida por lo que cada nación adecua la definición de zona marina costera en función de sus intereses.

- Según el [Protocolo de Barcelona, \(2009\)](#), la zona costera o zona marino-costera es el espacio geomorfológico a uno y otro lado de la orilla del mar en el que se produce la interacción entre la parte marina y la parte terrestre a través de los sistemas ecológicos y de recursos complejos formados por componentes bióticos y abióticos que coexisten e interactúan con las comunidades humanas y las actividades socioeconómicas pertinentes.
- En el Perú el [Ministerio del Ambiente \(2017\)](#) define a la zona marino costera, como aquella zona que tiene una gran importancia económica, social, cultural y ambiental. Las diversas actividades que se realizan en este espacio marino son relevantes para la seguridad alimentaria, la economía nacional y el comercio internacional y en general para el bienestar humano de su población; la pesca, el turismo, la maricultura, el transporte marítimo, [...],

asimismo, está constituida por algunos hábitats, tales como: manglares, islas, playas, bosques de algas, entre otros; los cuales son fuente de servicios ecosistémicos; esparcimiento, biomasa, protección, regulación, etc. Y constituyen la base para las actividades humanas y son fuente de beneficio para el País.

En esta investigación se definió la zona marino-costera como aquella que tiene gran importancia ambiental, económica y social para los pescadores artesanales y población adyacente, debido que le permite obtener los recursos necesarios para su sustento y goce, así como para las especies debido a que permite el control de la población y control en su cadena trófica. La zona marino-costera está compuesta de una extensión de 10 km de tierra con una extensión marina de 100 millas náuticas.

2.2.2. Zonificación Ecológica y Económica (ZEE)

La zonificación es un proceso de sectorización de un territorio en unidades espaciales relativamente homogéneas de acuerdo al criterio que se utilice. Estos criterios pueden variar, de acuerdo a los propósitos de la zonificación, y generalmente están relacionados a factores biofísicos, sociales, económicos, culturales, políticos o administrativos (Rodríguez et al., 2007). La ZEE es un instrumento técnico de caracterización del territorio, principalmente de aspectos físicos y biológicos, para lo cual se requiere conocer las dinámicas del territorio y las posibilidades que tenemos como sociedad.

Debe tenerse claramente establecido que la ZEE no define ni constituye usos, sino que propone diferentes alternativas para gestionar el impacto que puedan generar algunas actividades, haciéndolas más rentables; y aportando a la disminución de conflictos (MINAM, 2017).

Según lo dispuesto en la normativa peruana, Decreto Supremo N° 087-2004-PCM, se aprueba y establece el reglamento de la Zonificación Ecológica y Económica – ZEE, el cual lo define como “*Proceso dinámico y flexible para la identificación de diferentes alternativas de uso sostenible de un territorio determinado, basado en la evaluación de sus potencialidades y limitaciones con criterios físicos, biológicos, sociales, económicos y culturales. Una vez*

aprobada la ZEE se convierte en un instrumento técnico y orientador del uso sostenible de un territorio y de sus recursos naturales” (PCM, 2004).

2.2.3. Ordenamiento territorial (OT)

A nivel mundial, es a partir de la segunda mitad del siglo XX cuando se comienza a tratar el Ordenamiento Territorial como una herramienta de servicio de la transformación óptima del espacio (**Gobierno de Chile, 2011**).

En el Perú, el **Ministerio del Ambiente (2014)** lo define como un proceso técnico, administrativo y político de toma de decisiones concertadas con los actores sociales, económicos, políticos y técnicos para la ocupación ordenada y uso sostenible del territorio. En base a lo dispuesto por el MINAM se considera las condiciones sociales, ambientales y económicas para la ocupación del territorio, el uso y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar un desarrollo equilibrado y en condiciones de sostenibilidad, gestionando y minimizando los impactos negativos que podrían ocasionar las diversas actividades y procesos de desarrollo que se desarrollan en el territorio; garantizando el derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de vida.

2.2.4. Planificación Espacial Marina (PEM)

La Planificación Espacial Marina, es una manera práctica de crear y establecer una organización más racional sobre el uso del espacio marino y las interacciones entre estos usos, de equilibrar la demanda de desarrollo con la necesidad de proteger los ecosistemas marinos, y de alcanzar objetivos sociales y económicos de manera abierta y planificada (**Department for Environment, Food and Rural Affairs, 2008**). Según **Ehler & Douvère (2013)** la PEM es un proceso público para analizar y asignar la distribución espacial y temporal de las actividades humanas en zonas marinas.

En base a lo mencionado la PEM solo puede planificar y gestionar las actividades humanas en zonas marinas y no los ecosistemas marinos o los componentes de esos ecosistemas, además no conduce a un plan único sino a un proceso continuado, reiterativo que se adapta a lo largo del tiempo.

2.2.5. Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC)

El Manejo de Zonas Costeras es un proceso continuo y dinámico por medio del cual se toman decisiones sobre el uso sustentable, el desarrollo y la protección de áreas y recursos marinos y costeros de una región. Según **Jansen (1990)**, el manejo de zonas costeras tiene tres objetivos principales: (1) evitar el desarrollo en áreas que son vulnerables a inundaciones, (2) asegurar que los sistemas naturales críticos continúan funcionando y (3) proteger las vidas de los humanos, propiedades esenciales y actividades económicas en contra de los estragos del mar.

De igual manera para **Moreno-Casasola (2005)** el manejo de las zonas costeras debe cumplir con 5 objetivos que se asemejan a lo planteado por **Jansen (1990)**, siendo estos objetivos: (1) lograr un desarrollo sustentable de las áreas costeras y marinas, (2) reducir los peligros y riesgos naturales, (3) mantener los procesos ecológicos esenciales del funcionamiento de ecosistemas y la diversidad biológica, (4) disminuir los conflictos que se generan por el uso del espacio y de los recursos y (5) armonizar las oportunidades de desarrollo con la conservación de los ecosistemas costeros.

El medio marino de las zonas costeras es un componente esencial del sistema mundial de sustentación de la vida debido a que permite la conservación y protección para la supervivencia de importantes ecosistemas, además es un valioso recurso que ofrece posibilidades para un desarrollo sostenible (**Agenda 21**). Además el medio marino constituye ecosistemas únicos por su importancia ambiental y paisajística (**Justafré, 2006**).

2.2.6. Servicios Ecosistémicos (SE)

Los servicios ecosistémicos son la multitud de beneficios que la naturaleza aporta a la sociedad, beneficios económicos, sociales y ambientales, directos e indirectos. Los ecosistemas de la tierra son activos importantes debido a los servicios ecosistémicos que proveen y a la biodiversidad que albergan (**Daily et al., 2000**). La biodiversidad es la diversidad existente entre los organismos vivos, esencial para la función de los ecosistemas.

Los servicios ecosistémicos son el vínculo entre este mundo natural y la gente, es decir, los procesos específicos que benefician a la gente, de forma relevante, los servicios ecosistémicos incluyen una amplia variedad de beneficios incluyendo servicios de soporte (formación de suelos, ciclo de nutrientes), servicios de provisión (alimento, agua potable), servicios de regulación (purificación del agua, regulación del clima) y servicios culturales (recreación y ecoturismo, etc.) ([Millennium Ecosystem Assessment, 2005](#)).

2.2.7. Vulnerabilidad al cambio climático

El término “vulnerabilidad” es usado de diferentes maneras en diferentes comunidades o regiones ([Füssel, 2007](#)), esta se define como el potencial o la predisposición de un sistema a ser afectado adversamente por los impactos del cambio climático, está dada en función de la sensibilidad y de la capacidad adaptativa. La influencia mutua entre vulnerabilidad socioeconómica y ecológica genera la vulnerabilidad del socio ecosistémica ([León et al., 2009](#)).

La vulnerabilidad hace referencia al contexto físico, social, económico y ecológico de un agente susceptible a ser afectado por un fenómeno climático y resulta clave para entender el origen de los desastres. En los últimos años los impactos al ambiente han causado impactos en los sistemas naturales y humanos en todos los continentes y océanos ([IPCC, 2014](#)). Por lo cual la vulnerabilidad al cambio climático se muestra en los diversos ámbitos, terrestres y oceánicos, y el grado de afectación a las especies varía con su ubicación.

Durante los últimos 10 ó 15 años la temperatura superficial del agua de mar en gran parte del mundo ha cambiado a un ritmo sin precedentes lo cual repercute sobre las especies y a los ecosistemas a nivel mundial. ([Philippart, 2011](#)). Los cambios inducidos por el clima difieren fuertemente en todo el mundo, especialmente a lo largo de la gradiente latitudinal, siendo el calentamiento mayor en los polos que en el Ecuador ([MacDonald et al., 2005](#)). Por lo tanto, considerando los tres factores que componen la vulnerabilidad se procedió a determinar una función lineal, ecuación (1) ([Baca et al 2012](#)) con el objetivo de poder determinar la vulnerabilidad en base a una fórmula matemática ([Figura 4](#)). Para la determinación de esta fórmula se basó en las investigaciones realizadas por [Aliño et al. \(2013\)](#) y [Baca et al. \(2012\)](#).

$$\text{Vulnerabilidad} = f(\text{Sensibilidad}; \text{Exposición}; \text{Capacidad de adaptación}) \quad (1)$$

$$\text{Vulnerabilidad} = (\text{Sensibilidad} + \text{Exposición}) - \text{Capacidad de Adaptación}$$

$$\text{Vulnerabilidad} = \text{Impacto Potencial} - \text{Capacidad de Adaptación}$$

Figura 4. Cálculo de vulnerabilidad (Baca et al., 2012).

2.2.8. Sistema de Información Geográfica (SIG)

El primer SIG, fue el Sistema de Información Geográfica de Canadá y marcó el comienzo de un esfuerzo mundial para formalizar y automatizar los principios geográficos para solucionar problemas espaciales (McDaid, 2009). Tras más de 40 años de desarrollo, los SIG son ahora el canal principal para solucionar problemas geográficos en una amplia gama de sectores además de los recursos naturales (DeMers, 2003).

El SIG es un sistema computacional para capturar, almacenar, revisar, integrar, manipular, analizar y mostrar datos relacionados con las posiciones en la superficie de la Tierra. Típicamente, un Sistema de Información Geográfica (o Sistema de Información Espacial) se utiliza para manejar mapas de uno u otro tipo. Estos pueden estar representados por diversas capas que contienen datos sobre una característica específica, estas se relacionan con una posición en la imagen geográfica de un mapa (ESRI, 2001).

Por lo cual un sistema de información geográfica es un sistema para la gestión, análisis y visualización de conocimiento geográfico que se estructura en diferentes conjuntos de información. El SIG posee una interface gráfica de usuario el cual posibilita cargar con facilidad datos espaciales y tabulares para ser mostrados en forma de mapas, tablas y gráficos, también provee las herramientas necesarias para consultar y analizar los datos y presentar los resultados como mapas de alta calidad.

El ArcGIS se compone de tres aplicaciones que están incluidas en ArcInfo, ArcEditor y ArcView, estas aplicaciones son el ArcMap, ArcCatalog y ArcToolbox (Orduña, 2007).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Delimitación Espacial

La provincia de Huaura se encuentra ubicada al Nor – Oeste del departamento de Lima, aproximadamente a 140 km al Norte de la ciudad de Lima (**Figura 5**). Geográficamente se localiza entre las coordenadas:

- Norte : $10^{\circ} 53' 10.48''$ S – $77^{\circ} 42' 10.16''$
- Sur : $11^{\circ} 26' 49.75''$ S – $77^{\circ} 23' 2.79''$

Los límites del área de estudio está comprendido desde:

- Por el Norte : Con las provincias de Barranca, Cajatambo y Oyón (departamento de Lima) y Ocros (departamento de Ancash)
- Por el Sur : Con la provincia de Huaral, por el este con la provincia de Pasco (departamento de Pasco)
- Por el Oeste : Con el Océano Pacífico
- Por el Este : Con la provincia de Pasco (departamento de Pasco)

La provincia de Huaura posee una superficie de 4892,52 km² y está constituida por 12 distritos. Estos distritos son: Ámbar, Caleta Carquín, Checra, Huacho, Hualmay, Huaura, Leoncio Prado, Paccho, Santa Leonor, Santa María, Sayán y Végueta.

En la siguiente tabla se muestra la ubicación geográfica de cada distrito dentro de la provincia de Huaura, así como también la superficie de cada una de ellas (**Tabla 1**). Cabe resaltar que estos datos fueron obtenidos del Plan de Acondicionamiento Territorial de la provincia de Huaura (**MPH, 2013**).



Figura 5. Mapa de ubicación geográfica de la Provincia de Huaura.

Tabla 1. Ubicación geográfica y superficies distritales de la provincia de Huaura

PROVINCIA/DISTRITOS	COORDENADAS		ALTITUD		SUPERFICIE (Km ²)
	Latitud	Longitud	msnm	Región	
Ámbar	10°45'10''	77°16'19''	2082	Sierra	919.40
Caleta de Carquín	10°05'21''	77°37'36''	14	Costa	2.04
Checra	10°55'54''	76°49'52''	3743	Sierra	166.37
Huacho	11°06'22''	77°36'24''	30	Costa	717.02

Hualmay	11°06'45''	77°35'36''	22	Costa	5.81
Huaura	11°03'57''	77°35'51''	67	Costa	717.02
Leoncio Prado	11°03'19''	76°55'39''	3278	Sierra	300.13
Paccho	10°57'15''	76°55'48''	3275	Sierra	229.25
Santa Leonor	10°56'43''	76°44'33''	3580	Sierra	375.49
Santa María	11°05'36''	77°35'30''	75	Costa	127.51
Sayán	11°07'51''	77°11'28''	685	Costa	1,310.77
Végüeta	11°01'15''	77°38'27''	12	Costa	253.70

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática – Compendio Departamental de Lima y Callao. Año 2012

3.1.2. Delimitación Temporal

El análisis temporal estuvo comprendido desde enero de 1997 hasta diciembre del 2014, empleando datos mensuales. El eje temporal fue dividido en 4 periodos (1 periodo de tres años y 3 quinquenios), esto en función de la disponibilidad de los datos (pesqueros y satelitales), además la visualización de datos por periodos permite visualizar mejor las variaciones largo plazo de los recursos pesqueros y de la variabilidad oceanográfica.

Periodo 1: Enero de 1997 – Diciembre de 1999

Periodo 2: Enero de 2000 – Diciembre de 2004

Periodo 3: Enero de 2005 – Diciembre de 2009

Periodo 4: Enero de 2010 – Diciembre de 2014

3.1.3. Descripción general de las zonas de estudio

A continuación se muestra las diversas zonas por las cual está dividida la provincia de Huara, cabe mencionar que esta clasificación fue elaborada según el diagnóstico del INDECI en conjunto con la información de la Oficina de Desarrollo Urbano de la Municipalidad provincial de Huaura. Estos datos son parte del Plan de Desarrollo de Huaura 2009 – 2021 (MPH, 2009).

- **Zona Residencial:** Zonas donde se asientan las áreas de consolidación y expansión para viviendas. Se ubican en el sector centro - sur de Huacho.
- **Zona Industrial:** Áreas destinadas a la industria pesquera del puerto de Chancay, ubicadas en el litoral de la Caleta de Carquín. A lo largo de la Panamericana norte en el sector de Hualmay.
- **Zona Comercial:** Está dividido en Comercio central (CC) la cual está comprendida por zonas de intercambio comercial (edificios públicos principales, bancos, el centro de la ciudad incluyendo las áreas del mercado central y los alrededores de la Plaza Principal de Huacho); y el Corredor Comercial y de Servicios (CCS)) donde se comercializan varios servicios.
- **Zona de Equipamiento:** Está zona abarca todo lo que correspondiente a las áreas que brindan servicios básicos como en el sector educación (las instituciones educativas, institutos tecnológicos, universidades); centros de salud médicos, postas médicas, etc.
- **Zona de Reglamentación Espacial**

Zona Semi – Rústica: Zonas destinadas al uso predominante de vivienda en forma mixta con actividades agropecuarias o industriales. Estas zonas funcionan como áreas de contención de la expansión urbana hacia el norte (Hualmay) y hacia el este (Santa María).

Zona Arqueológica: Se tienen tres zonas identificadas y/o catalogadas por el INC las cuales están ubicadas en el cerro Colorado, en Ciudad Satélite en Santa María y en Végueta (Complejo arqueológico Vichama), además existen otras zonas de vestigios arquitectónicos en Hualmay (Barrios Las Huacas) y Huaura (templo en “U”).

Zona de Protección Ecológica: Están comprendidas por las lomas eriazas de Cerro Colorado, adyacentes al área urbana, las riberas del río Huaura, así como las elevaciones naturales del litoral marítimo (Manzanares y Carquín), destinadas a ser conservadas o mejoradas en virtud a su potencial paisajista, seguridad o mantenimiento de equilibrio ecológico.

3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo Estratégico, empleando el método no experimental (Tam et al. 2008), con el objetivo de delimitar los usos en la zona marina a través de una clasificación lo cual permitió conocer el efecto del cambio climático a través del tiempo y poder realizar estudios de Vulnerabilidad, Capacidad de Adaptación y Riesgos.

3.3. EQUIPOS Y MATERIALES

3.3.1. Software

Se empleó el programa ArcGIS 10.2 para la georreferenciación de datos, diseño y elaboración de los mapas temáticos, procesamiento de la información de datos oceanográficos y procesamiento de los diversos Usos. El software R fue empleado para la creación de “-script”, mediante los cuales se obtuvo la variabilidad de desembarque (kg.), la variabilidad de capturas de las zonas de pesca y de la variación de biomasa de los bancos naturales.

3.3.2. Materiales

Se emplearon cartas náuticas obtenidas del Levantamiento Hidrográfico realizado por la Dirección de Hidrografía y Navegación hasta Octubre 2003, de las 3 zonas de estudio:

- Carta náutica 2211 – Caleta de Vegueta
- Carta náutica 2212 – Puerto de Huacho
- Carta náutica 2213 – Bahía de Salinas

3.3.3. Hardware

Para el procesamiento de los datos se empleó una laptop “*Advanced Corel i3*”, así como también se empleó un Cluster computacional, servidor de alto rendimiento computacional, el cual permitió el rápido procesamiento de los datos Oceanográficos tales como Temperatura Superficial del Mar (TSM), Salinidad Superficial del Mar (SSM), Concentración de Clorofila (CC-a) e Intensidad de la Velocidad de Vientos (IVV).

3.4. RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Datos sobre Uso pesquero

Los datos observados fueron obtenidos del:

Área Funcional de Investigación de Peces Demersales Bentónicos y Litorales (AFIPDBL) los cuales proporcionaron los datos de desembarque por caleta, zonas de pesca (el eje temporal estuvo comprendido desde 1997 hasta el 2014, los datos de desembarque registraron 29 especies y las zonas de pesca registraron 27 especies) y censo de pescadores (solo se tiene registro del 1er Censo de Pescadores Artesanales del 2012).

Área Funcional de Investigación Marino Costera (AFIMC) proporcionó los datos de zonas acuícolas (el eje temporal estuvo comprendido desde 1997 al 2014, se registraron 6 especies).

Área Funcional de Investigación de Invertebrados Marinos (AFIIM) y el Laboratorio Costero de Huacho proporcionaron los datos de Bancos Naturales de Invertebrados (el eje temporal estuvo comprendido desde el 2005 al 2014, contabilizándose 5 especies en total).

3.4.2. Datos sobre Uso socio – económico

Para la realización del análisis de datos del Uso Socio – Económico se emplearon los datos del Instituto Nacional de Estadística e informática (INEI) y del Ministerio de la Producción (PRODUCE).

Los datos de Densidad poblacional fueron obtenidos del INEI, para el cual se emplearon las Estimaciones de población por departamentos, provincias y distritos del 1995 al 2000 y las Estimaciones y proyecciones de población por sexo, según departamento, provincia y distrito del 2000 al 2015.

(<http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0004/Lima.htm>)

(<http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0842/>)

Los datos del Número de pescadores artesanales fueron obtenidos del INEI y PRODUCE, del cual se emplearon los datos de la Caracterización Operativas de los puntos de desembarque (2003) y del primer censo de pescadores artesanales (2012).

Los datos de Zonas turísticas fueron obtenidos de los planos catastrales, mapas base y de los corredores turísticos de la Municipalidad de Huaura.

3.4.3. Datos sobre Uso de conversación y protección

Estos datos fueron obtenidos del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP) a partir del listado oficial del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE) en donde se encuentran detalladas todas las Áreas Naturales Protegidas (ANP)

(http://www.sernanp.gob.pe/documents/10181/165150/Lista_Pagina_Web_OFICIAL_2016-07-14.pdf/6d59d6bd-e0f0-4109-bbec-824d554aa0b5).

3.4.4. Datos Oceanográficos

Los datos oceanográficos usados fueron: TSM, SSM, IVV, CC-a, batimetría y sedimentos (Tabla 2).

Tabla 2. Datos Oceanográficos estudiados en la zona marino costera de Huaura

INDICADOR	FUENTE	RESOLUCIÓN (°)
Temperatura Superficial del Mar	Pathfinder	R = 0.088°
	MUR	R = 0.011°
Salinidad Superficial del Mar	SODA	R = 0.5°
	HyCOM	R = 0.08°
Intensidad de la velocidad de vientos	ERA Interim	R = 0.75°
Concentración de Clorofila	SeaWIFS	R = 0.04°
Batimetría	GEBCO	R = 0.008°
Sedimentos	AFIOQG	R = 0.0005°

Temperatura superficial del mar (TSM), fue obtenida del empleo de los datos de dos satélites, para estimar la TSM media, los cuales fueron: (1) el Pathfinder el cual cuenta con una resolución de grilla de 0.088°x0.088°, siendo el intervalo temporal empleado de 1997 al

2002. Este dato fue obtenido de la NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration, (<http://www.nodc.noaa.gov/>) y (2) el MUR (Multi-scale Ultra-high Resolution) el cual cuenta con una resolución de grilla de $0.011^{\circ} \times 0.011^{\circ}$, siendo el intervalo temporal del 2003 al 2014. Este dato fue obtenido del PODAAC, Physical Oceanography Distributed Active Archive Center (<https://podaac.jpl.nasa.gov/>).

Salinidad Superficial del Mar (SSM), fue obtenida del empleo de los datos de dos modelos numéricos para estimar la SSM media los cuales fueron: (1) SODA (Simple Ocean Data Assimilation) el cual cuenta con una resolución de grilla de $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$, siendo el intervalo temporal de 1997 al 2008. Este dato fue obtenido del APDRC, Asia-Pacific Data Research Center (http://apdrc.soest.hawaii.edu/datadoc/soda_2.0.4.php) y (2) HyCOM (HYbrid Coordinate Ocean Model) el cual cuenta con una resolución de grilla de $0.08^{\circ} \times 0.08^{\circ}$, siendo el intervalo temporal empleado del 2009 al 2014. Este dato fue obtenido de (<https://hycom.org/>).

Intensidad de la Velocidad de Vientos (IVV), fue empleado para estimar la velocidad media de los vientos en las costas de Huaura, fue obtenido del ERA Interim, el cual cuenta con una resolución de grilla de $0.75^{\circ} \times 0.75^{\circ}$, siendo el intervalo temporal empleado de 1997 al 2014. Este dato fue obtenido del ECMWF, European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (<http://www.ecmwf.int/>).

Concentración de Clorofila (CC), fue empleado para representar las concentraciones de clorofila en el mar peruano en correlación con los datos oceanográficos. Se obtuvieron de dos satélites los cuales fueron: (1) el SeaWiFS (Sea-Viewing Wide Field of View Sensor), el cual cuenta con una resolución de grilla de $0.09^{\circ} \times 0.09^{\circ}$ y (2) MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), el cual cuenta con una resolución de $0.04^{\circ} \times 0.04^{\circ}$. Ambos datos fueron obtenidos del “Ocean Color Web” (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cgi/13>).

Sedimentos marinos, fueron empleados para poder representar la distribución superficial de las facies texturales de los sedimentos marinos en la actualidad, y obtener la variación de los sedimentos marinos mediante la comparación con los trabajos realizados por **Delgado et al.**

(1987), Delgado et al. (1995) y Velazco et al. (2015). Los datos analizados fueron proporcionados por el Área Funcional de Investigaciones en Oceanografía Química y Geológica (AFIOQG) del IMARPE, estos datos presentaron una resolución de grilla de $0.001^{\circ} \times 0.001^{\circ}$. Siendo su intervalo temporal comprendido desde el 2014 al 2015.

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1. Población de Estudio

En la presente investigación se determinó el tamaño de la población de estudio, siendo esta una población finita. Esta población fue definida por los Usos Pesqueros, Socio-Económicos y de Conservación y Protección presentes en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.

3.5.2. Tamaño de Muestra

Se tomará como tamaño de muestra a los 3 distritos de la provincia de Huaura (Distrito de Vegueta, Caleta de Carquín y Huacho), el uso pesquero (29 especies del desembarque por caleta, 27 especies de las zonas de pesca, 5 especies de bancos naturales y 5 especies de zonas acuícolas), el uso socio – económico (3 indicadores) y el uso de conservación y protección (2 indicadores).

3.6. METODOLOGÍA

3.6.1. Tipología de Usos

La tipología de usos se creó en base a las investigaciones realizadas por:

Aliño et al. (2013), quienes realizaron una investigación detallada sobre la evaluación de la vulnerabilidad en los ecosistemas de las pesquerías costeras, el cual proporciona un mejor entendimiento sobre las interacciones entre los sistemas, presiones y amenazas, empleando la “Vulnerability Assessment - Tool for Understanding Resilience of Fisheries (VA - TURF)”

(Evaluación de la Vulnerabilidad - Herramienta para el entendimiento de la resiliencia en las pesquerías).

También se basó en la clasificación realizada por **Mamauag et al (2013)**, quienes realizaron una clasificación tipológica de todos los usos vulnerables frente a las costas de Filipinas, entre los componentes o Usos estudiados se tienen: Uso pesquero, Uso de ecosistemas de arrecifes y Uso socio-económicos. Para determinar la vulnerabilidad se emplearon 3 subcomponentes las cuales fueron exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación.

En base a estos estudios, se creó una tipología de los principales usos de la provincia de Huaura (**Figura 6**), el proceso de generación de la tipología se inició con la recolección de todos los datos, los cuales fueron entregados en su mayoría por las diversas Áreas Funcionales del MARPE.

En base a la data recolectada se procedió a elaborar una tipología con los siguientes Usos:

1. Uso pesquero: Las actividades de extracción para la alimentación, sustento y goce del hombre.
2. Uso socio – económico: Dependencia hombre – ecosistema y el disfrute de las zonas turísticas como fuente de ingreso.
3. Uso de Conservación y protección: Las zonas para la conservación de flora y fauna silvestre, con el fin de preservar y promover la conservación de especies.

Cabe resaltar que esta tipología se da en base a toda la data recolectada de la zona de estudio, siendo estas zonas los puertos de Végueta, Huacho y la Caleta de Carquín.

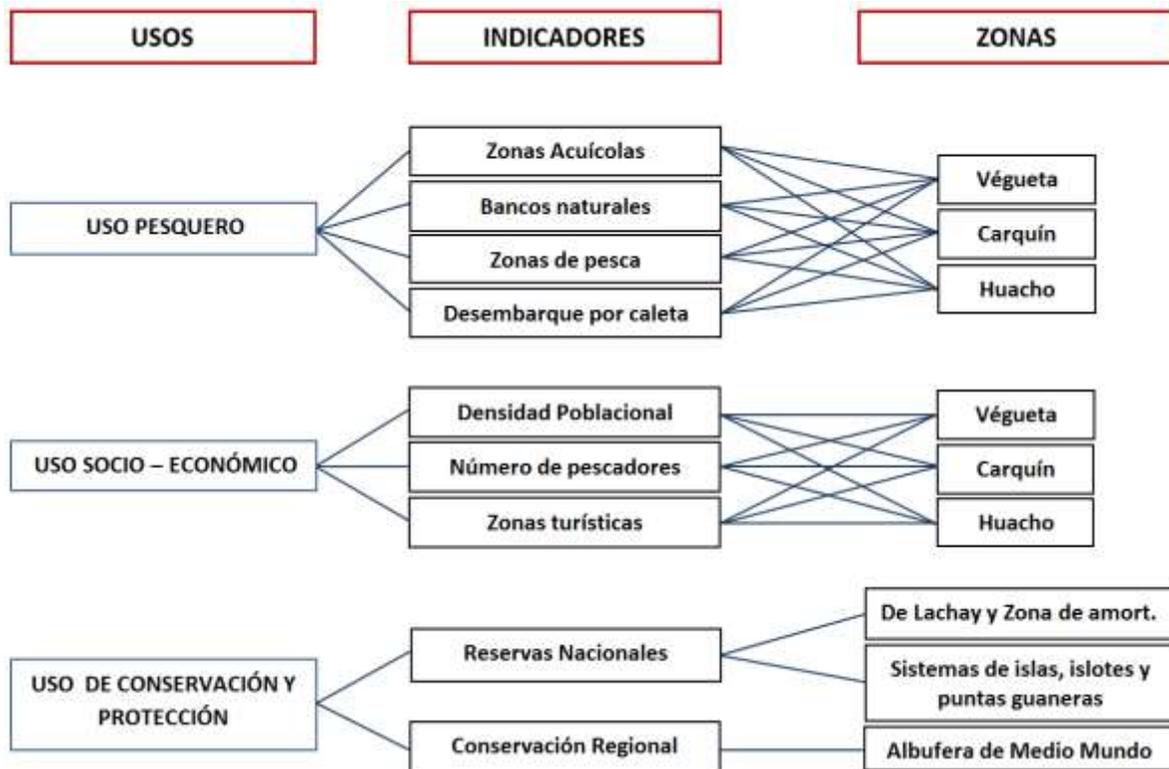


Figura 6. Tipología de los principales usos e indicadores en la Provincia de Huaura.

3.6.2. Modelo de Datos

Para el correcto uso, análisis e interpretación, de los datos se creó un modelo de datos; el cual se empleó para poder describir de manera abstracta la representación que tendrá cada dato en los resultados finales. El modelo de datos fue creado a partir de las representaciones empleadas en el ArcGIS.

3.6.2.1. Uso Pesquero

En el caso del Uso pesquero, los indicadores de este Uso tuvieron la siguiente representación gráfica ([Tabla 3](#)):

Los datos de Zonas de Pesca se representaron de la siguiente manera:

- a) **Como shapefile de polígono.-** Este dato se representó como un área, con el objetivo que poder demostrar como ha ido variando las zonas de pesca con el tiempo y puede obtener los promedios finales de distribución para cada periodo de estudio.

Los datos de Desembarque por caleta se representaron de la siguiente manera:

- b) **Como shapefile de punto.-** Esta representación se empleó debido a que los datos obtenidos de los desembarques se dieron únicamente en los 2 puertos, Végueta y Huacho, y en la Caleta de Carquín.

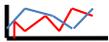
Los datos de Bancos Naturales se representaron de dos maneras:

- c) **Como shapefile de punto.-** Se representaron de manera puntual los datos obtenidos del Laboratorio Costero de Huacho, los datos de choncha navaja, pepino de mar y caracol negro se representaron de manera puntual en el periodo 3 y periodo 4. Las especies de cangrejo violáceo y cangrejo peludo tuvieron una representación puntual, la cual se dividió en 6 zonas, en donde se presentaron los datos de la “distribución y concentración” y las “zonas de extracción” obtenidos del promedio de datos del 2013 al 2015.
- d) **Como shapefile de polígono.-** Se representaron como polígono los datos obtenidos del Área Funcional de Investigación de Invertebrados Marinos (AFIIM), debido a que a partir de las coordenadas (x, y) se obtuvieron las áreas de extracción de cada especie de invertebrado.

Los datos de Zonas Acuícolas se representaron de la siguiente manera:

- e) **Como shapefile de punto.-** Los datos obtenidos de las zonas o concesiones acuícolas fueron puntuales.

Tabla 3. Representación en formato shapefile para la visualización en el ArcGIS de los datos del Uso pesquero

TIPO DE USO		VISUALIZACIÓN		INDICADORES			
USO PESQUERO				Zonas de pesca – Área			
				Desembarco por caleta			
				Bancos naturales – Área			
				Bancos naturales – Ubicación			
				Zonas acuicolas			
PUNTO		LÍNEA		POLÍGONO		GRÁFICA	

3.6.2.2. Uso Socio – Económico

En el caso del Uso socio-económico, los indicadores de este uso tuvieron la siguiente representación gráfica (Tabla 4):

Los datos de Densidad poblacional se representaron de la siguiente manera:

- Como shapefile de polígono.-** Está representación se obtuvo a partir de la introducción de los datos de las Estimaciones y Proyecciones de población en formato excel al ArcGIS, en donde se empleo el shapefile de la provincia de Huaura para representar la variación por periodo, a partir de los datos de densidad se obtuvieron los datos de crecimiento poblacional.
- Como gráfica.-** Se realizaron las graficas lineales con el objetivo de visualizar la variación de la densidad poblacional dentro de los 4 periodos de estudio, a partir de los datos de densidad se obtuvieron los datos de crecimiento poblacional.

Los datos de Número de pescadores se representaron de la siguiente manera:

- Como shapefile de polígono.-** Se representaron los datos del número de pescadores artesanales presentes en formato excel al ArcGIS. En la

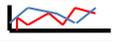
representación gráfica se mostraron los datos solo en las 3 zonas de estudio, para lo cual se sumaron los datos de número de pescadores embarcados, no embarcados y jaladores.

- d) **Como gráfica.-** Se representaron los datos por distrito (Vegueta, Carquin y Huacho) y por tipo de actividad (Pescadores embarcados, no embarcados y jaladores), solo en los dos periodos de estudio (periodo 2 y periodo 4).

Los datos de Zonas turísticas se representaron de la siguiente manera:

- a) **Como shapefile de polígono.-** Se representarán todas las zonas turísticas presentes en la provincia de Huaura, en donde también se presentarán las playas, puertos, caletas, puntas, bahías, ensenadas así como también los centros arqueológicos, zonas de campamento, trekking, zonas de observación de aves, restaurantes, hostales, hospitales y centros comerciales.

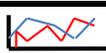
Tabla 4. Representación en formato shapefile para la visualización en el ArcGIS de los datos del Uso socio – económico

TIPO DE USO		VISUALIZACIÓN		INDICADORES			
USO SOCIO – ECONÓMICO				Densidad poblacional			
				Densidad poblacional - Grafica			
				Número de pescadores			
				Número de Pescadores – Grafica			
				Zonas turísticas			
PUNTO		LÍNEA		POLÍGONO		GRÁFICA	

3.6.2.3. Uso de Conservación y Protección

En el caso de los usos de conservación y protección, tanto las reservas nacionales como las zonas de conservación regional ya han sido georreferenciadas por el SERNANP, por tal motivo la presentación del dato fue un shapefile de polígono ([Tabla 5](#)).

Tabla 5. Representación en formato shapefile para la visualización en el ArcGIS de los datos del
Uso de conservación y protección

TIPO DE USO		VISUALIZACIÓN		INDICADORES			
USO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN				Áreas Naturales Protegidas			
				➔ Reservas Nacionales			
				➔ Conservación Regional			
PUNTO		LÍNEA		POLÍGONO		GRÁFICA	

3.6.2.4. Datos Oceanográficos

En el caso de los Datos Oceanográficos, fueron representados en el eje X desde el borde costero hasta las 100 mn, y e el eje Y desde el límite norte de Végueta hasta la desembocadura del Río Seco. Los datos tuvieron la siguiente representación gráfica (

[Tabla 6](#)):

La Temperatura Superficial del Mar (TSM) se representó:

- a) **Como raster.-** Para la representación gráfica de este dato se emplearon dos satélites, el Pathfinder en el periodo 1 y 2 y el MUR en el periodo 3 y 4.

La Salinidad Superficial del Mar (SSM) se representó:

- b) **Como raster.-** Para la representación gráfica de este dato se emplearon los datos de los modelos SODA en el periodo 1, 2 y 3, y el HyCOM en el periodo 4.

La Intensidad de velocidad de Vientos se representó:

- c) **Como raster.-** Para la representación gráfica de este dato se emplearon los datos satelitales del ERA Interim en los 4 periodos.

La Concentración de Clorofila superficial se representó:

- d) **Como raster.-** Para la representación gráfica de este dato se emplearon los datos satelitales del SeaWIFS y MODIS en los 4 periodos.

La Batimetría se representó:

- e) **Como raster.-** Para la representación gráfica de este dato se emplearon los datos satelitales del GEBCO.

Los datos de sedimentos, si bien no son datos satelitales se representarán:

- f) **Como raster.-** Para la representación gráfica se emplearon los datos de porcentajes de grava, arena, limo, arcilla y de materia orgánica total.

Tabla 6. Representación en formato shapefile para la visualización en el ArcGIS de los Datos Oceanográficos

DATOS OCEANOGRÁFICOS		VISUALIZACIÓN	INDICADOR				
TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR			PATHFINDER				
			MUR				
SALINIDAD SUPERFICIAL DEL MAR			SODA				
			HyCOM				
INTENSIDAD DE LA VELOCIDAD DE VIENTOS			ERA INTERIM				
CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA			SEAWIFS - MODIS				
BATIMETRÍA			GEBCO				
SEDIMENTOS			-				
PUNTO		LÍNEA		RASTER		GRÁFICA	

3.6.3. Procesamiento de datos

3.6.3.1. Uso Pesquero

3.6.3.1.1. Zonas Acuícolas

El proceso de análisis de los datos de Zonas Acuícolas consistió en:

1. Se realizó una re-clasificación de los datos en base a los recursos existentes y a las fechas de vigencia de cada concesión y autorización acuícola dentro de la provincia de Huaura **(Tabla 7)**.
2. Se cargaron los datos al ArcGIS, en donde se procedió a georreferenciarlos, mediante el cual se pudo obtener las correctas ubicaciones de cada concesión acuícola.
3. Todos los datos fueron analizados por periodo, esto permitió evaluar la variación de cada concesión acuícola desde 1997 al 2014.
4. Se realizó la representación gráfica de las variaciones de áreas (Ha) mediante una representación de cuartiles, esto permitió evidenciar las variaciones de dimensión de cada concesión a lo largo de todos los periodos de estudio.

Tabla 7. Selección las especies y ubicación de las zonas acuícolas

PERIODO	RECURSO	UBICACIÓN
PERIODO 1 1997 – 1999	Camarón gigante	Huaura – Vegueta
	Camarón nativo	Vegueta
	Goldfish	Vegueta
	Lisa Marina	Vegueta
PERIODO 2 2000 – 2004	Tilapia	Santa María
	Camarón gigante	Huaura – Vegueta – Santa María
	Camarón nativo	Vegueta
	Goldfish	Vegueta
	Lisa Marina	Vegueta
	Ostra del Pacífico	Huacho

	Tilapia	Vegueta – Santa María
	Camarón gigante	Huaura – Vegueta – Santa María
PERIODO 3	Camarón nativo	Vegueta
2005 – 2009	Goldfish	Vegueta
	Lisa Marina	Vegueta
	Ostra del Pacífico	Huacho
	Tilapia	Santa María
	Camarón gigante	Huaura – Vegueta – Santa María
PERIODO 4	Camarón nativo	Vegueta
2010 – 2014	Goldfish	Vegueta
	Lisa Marina	Vegueta
	Ostra del Pacífico	Huacho

3.6.3.1.2. Bancos naturales

El proceso de análisis de los datos de Bancos naturales consistió en:

1. El procesamiento de los datos se realizó a partir de las coordenadas que presentaba cada especie de invertebrados en donde se realizó una re-clasificación de los datos en base a los recursos y las fechas de muestreo en campo dentro de la provincia de Huaura.
2. Se georreferenciaron los datos en el ArcGIS, con lo cual se determinó su ubicación (shape de punto) así como también se determinó la extensión que presentan algunas especies (shape de polígono).
3. En los bancos naturales se analizaron 5 especies en total, las cuales fueron caracol negro (*Stramonita chocolata*), concha navaja (*Ensis macha*), pepino de mar (*Patallus mollis*), cangrejo violáceo (*Platyxantus orbigny*) y cangrejo peludo (*Cancer setosus*). Estos datos fueron divididos en cada periodo de estudio lo cual permitió observar la variabilidad de los datos (**Tabla 8**).

Tabla 8. Ubicación de las especies en los bancos naturales dentro de la provincia de Huaura

RECURSO	UBICACIÓN
Caracol	Isla Mazorca
Caracol	Isla Don Martin
Pepino de mar	Islote de Tartacay – Punta de Tartacay
Concha Navaja	Cerro verde – Punta bajas
Concha Navaja	Punta bajas – Tartacay
Concha Navaja	Herradura – Punta Gallinazo
Concha Navaja	Punta Gallinazo – Playa Grande
Cangrejo violáceo	Isla Don Martín – Isla Choacan
Cangrejo peludo	Isla Don Martin – Isla Choacan

4. Para determinar la variabilidad de la biomasa de cada especie se realizó el análisis empleando el software R, software estadístico para el análisis de datos y generación de gráficos estadísticos, mediante la generación de “script” que permitieron analizar los datos de manera continua.
5. Los “script” generados se emplearon para el análisis de cada zona (Vegueta, Huacho y Carquín) y para cada especie por zona. Estos análisis se realizaron en cada eje de tiempo por periodo. Los datos fueron analizados de manera que los años fueron distribuidos en el eje “X” y los datos de biomasa en el eje “Y” obteniendo como resultado las gráficas de variabilidad para cada especie.
6. Para el análisis e interpretación de los datos, se hizo un sobre-posicionamiento de capas lo cual permitió el mejor entendimiento de la distribución y habitabilidad de cada especie de invertebrados. En esta compilación se juntó las capas de: Distribución total de invertebrados marinos, facies texturales y la batimetría frente a las costas de Huaura.

3.6.3.1.3. Desembarque por caleta

El proceso de análisis de los datos de Desembarque por caleta consistió en:

1. Para el procesamiento de los datos proporcionados se realizó un conteo del total de especies, peces e invertebrados, presentes en los dos puertos de Huacho y Vegueta y en la Caleta de Carquín, en donde se determinó 29 especies en total, siendo la cantidad de datos muy amplia para análisis estadísticos.
2. Se empleó el método aplicado por **Varona-Cordero et al (2003)**, el cual empleó el Diagrama de Olmstead & Tukey para la selección de las especies en 4 categorías permitiendo obtener solo las especies dominantes. Cabe resaltar que esta metodología se puede aplicar para diversas especies, parámetros de contaminación, parámetros físicos, etc.

El Diagrama de Olmstead & Tukey permite separar el total de especies en 4 categorías las cuales son: especies dominantes, especies constantes, especies ocasionales y especies raras **(Figura 7)**.

*“Las especies dominantes, son aquellas que presentan el desembarque y la frecuencia mayor a ambas medias. Las especies constantes presentan desembarques menores a la media y la frecuencia mayor a la media. Las especies ocasionales son la que presentan mayor desembarque a la media y frecuencia menor a la media. Las especies raras presentan desembarque y frecuencias menores a ambas medias”***(Varona-Cordero et al., 2003)**.

3. Para aplicar el Diagrama de Olmstead & Tukey, se convierte el dato de frecuencia a porcentajes de frecuencia, una vez obtenido los porcentajes de cada frecuencia estos valores se distribuyen en el eje “X”. Para el caso del desembarque se determina la sumatoria total para cada año, luego se procede a determinar el logaritmo natural de cada uno de ellos, para finalmente distribuirlos en el eje “Y”.
4. Para determinar a qué categoría corresponderán las 29 especies se determinó la media del logaritmo natural de la sumatoria de biomásas de las especies este dato se posiciona

en el eje “Y”, luego se procede a determinar la media de los porcentajes de frecuencia y se posiciona en el eje “X”, de esa manera se determinó las 4 categorías a la que pertenece cada especie, así como también las especies presentes en la categoría de especies dominantes.

5. Determinado la cantidad de especies dominantes se procede a georreferenciarlas en el ArcGIS, para lo cual se realizó una conversión de las coordenadas debido a que los datos proporcionados por el Área Funcional de Investigación de Peces Demersales Bentónicos y Litorales (AFIPDBL) estaban en coordenadas UTM y los cuales no podían ser leídos en el ArcGIS, por lo cual se procedió a realizar el cambio de coordenadas, cambiándolas a coordenadas Geográficas.
6. El análisis de variabilidad de biomasa se realizó por medio del software R, se analizó en 3 procesos: el primer proceso consistió en el análisis de variabilidad de todas las especies en un solo eje de tiempo, el segundo proceso consistió en el análisis de variabilidad de desembarque por especie en cada periodo de estudio determinando las especies con mayores picos de desembarque en cada periodo y el tercer proceso consistió en la representación de la variabilidad de desembarque por zona.

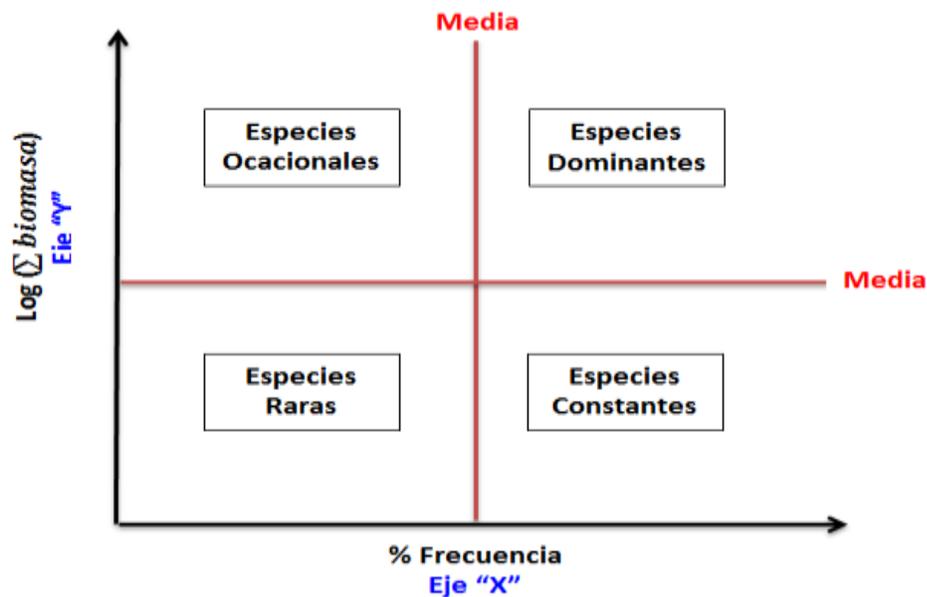


Figura 7. Diagrama de Olmstead & Tukey para la selección de los recursos marinos.

3.6.3.1.4. Zonas de pesca

Para el análisis de estos datos, se creó una metodología la cual consistió en:

1. Para el procesamiento de los datos se realizó un conteo del total de especies, peces e invertebrados, presentes en los 2 puertos de Huacho y Vegueta y en la Caleta de Carquín en donde se determinó 27 especies en total, al igual que con los datos de desembarque por caleta se procedió a delimitar el campo de estudio con la finalidad de solo trabajar con las especies dominantes. Para lo cual también se empleó el método aplicado por [Varona-Cordero et al. \(2003\)](#).
2. Para determinar a qué categoría corresponderán las 27 especies se determinó la media del logaritmo natural de la sumatoria de capturas de las especies, este dato se posiciona en el eje “Y”, luego se procede a determinar la media de los porcentajes de frecuencia y se posiciona en el eje “X”, de esa manera se determinó las 4 categorías a la que pertenece cada especie, así como también las especies presentes en la categoría de especies dominantes ([Figura 7 7](#)).
3. Una vez determinado la cantidad de especies dominantes se procedió a cargar los datos al ArcGIS, una vez visualizados estos datos se aplicó un Buffer de 2 km (valor indicativo de la distribución zonal de cada especie) con el cual se delimitó las extensiones de cada zona de pesca, se le asignó un valor de cero a los límites del Buffer con la finalidad de delimitar las zonas al momento de realizar la interpolación.
4. Los datos de zonas de pesca fueron cargados como valores de CPUE (Captura Por Unidad de Esfuerzo), los valores de CPUE son un indicador de la biomasa de cada especie, ecuación (3).

$$CPUE = \left[\frac{Cant. Captura}{Esfuerzo} \right] \dots (3)$$

5. Posteriormente se empleó el método de interpolación geo-estadístico, “*Natural Neighborhood*”, esto se llevó a cabo con el ArcGIS el cual permitió convertir los datos

puntuales en datos en formato raster (indicador de las áreas de pesca artesanal) el cual permitió obtener mapas de cada periodo de estudio.

6. Una vez obtenido todos los datos de cada periodo se procedió a realizar el promedio de esos datos mediante el empleo de herramientas GIS, en el cual se empleó la herramienta “Álgebra de mapas”, el cual permitió obtener un mapa por cada periodo de estudio.
7. Después de obtener los mapas, se analizó cómo los núcleos de concentración de especies marinas variaron por los efectos del cambio climático, así también se determinó que especies son las que presentaron los mayores núcleos de concentración como también las especies que presentaron menor variación de 1997 al 2014.

3.6.3.2. Uso Socio - Económico

El proceso de análisis de los datos Socio - Económicos consistió en:

1. Se creó una base de datos propia a partir de:
 - Censos de población y vivienda realizados por el Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI), desde el 1993 hasta el 2007.
 - Estimaciones y Proyecciones de población por sexo, según Departamento, Provincia y Distrito, 2000-2015 realizado también por el INEI.
2. Para el análisis de estas variables se trabajó con los datos de las Estimaciones y proyecciones debido a que se contó con datos para todos los años dentro del periodo establecido, el empleo de estos datos permitió obtener mejores graficas de la variación de población y densidad poblacional en la zona de estudio.
3. Para poder realizar el análisis de la densidad poblacional y el número de pescadores, esto se llevó a cabo mediante el empleo del software R en donde se crearon los “scripts” los cuales permitieron obtener las gráficas de variación de población, variación de densidad poblacional y la variación del número de pescadores.

4. Se generaron dos mapas los cuales representan la variación de población y densidad poblacional en la zona de estudio para cada periodo, estos mapas fueron generados empleando el software ArcGIS.

3.6.3.3. Uso de Conservación y Protección

El proceso de análisis de los datos de Conservación y Protección consistió en:

1. Los datos de áreas naturales protegidas fueron obtenidos del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP), en el cual se obtuvo la lista oficial de todas las áreas naturales de administración nacional como de administración regional y local.
2. También se obtuvieron los mapas en físico de las áreas naturales, las cuales contaban con las coordenadas UTM y coordenadas geográficas de cada área natural, con lo cual a partir de ello se pudo realizar la georreferenciación de estos datos al ArcGIS. La creación de estos datos se realizó como shapefile de polígonos.

3.6.3.4. Datos Oceanográficos

En la presente investigación se realizó el análisis de datos oceanográficos, los cuales fueron empleados como indicadores para poder evaluar la distribución horizontal de los recursos pesqueros frente a los efectos del cambio climático.

Los datos oceanográficos fueron procesados de la siguiente manera:

3.6.3.4.1. Temperatura Superficial del Mar (TSM)

La temperatura superficial del mar (Sea Surface Temperature - SST) fue analizada con la finalidad de determinar el efecto que esta tuvo en periodos niño, niña y en periodos normales sobre los diversos Usos.

En este análisis se utilizaron dos base de datos distintas con la finalidad de poder cubrir todo el eje temporal estudio (**AVHRR Pathfinder**: periodos 1-2 y **MUR**: periodos 3-4). La

unión de 2 bases de datos distintas no presentó un sesgo significativo, lo cual permitió el empleo de estos datos.

- **Pathfinder**

Este dato se empleó en los periodos 1 (1997 – 1999) y parte del periodo 2 (2000 – 2004), para el análisis de este dato se realizaron dos tipos de procesos:

1. El primer análisis, se realizó cuando los datos presentan datos nulos, huecos, debido a la nubosidad cuando el satélite hizo el barrido para obtener el dato, este análisis consistió en cargar los datos al ArcGIS como “*Feature*” para realizar la interpolación de los datos, el método de interpolación aplicado fue el “*Kriging Ordinario*”, el resultado que arroja es un dato en formato “*raster*”.
2. Luego de obtener la interpolación se procedió a pasar el dato obtenido a “*Feature*” mediante la aplicación de la herramienta “*Raster to Point*” del “*Conversion Tool*”. Posteriormente se realizó un corte del área global con la finalidad de obtener solo la zona de estudio, este corte se realizó mediante la aplicación de la herramienta “*Clip*” que es parte del “*Geoprocessing*”.
3. El segundo análisis, se realizó cuando los datos no presentan datos nulos, no huecos, este análisis consistió en cargarlo en el ArcGIS como “*Feature*” para seleccionar las fechas a trabajar, como el dato se presenta en toda la costa del Pacífico Sur se procedió a realizar un corte con la finalidad de solo tener el dato en la zona de estudio, este corte se realizó mediante la aplicación de la herramienta “*Clip*” que es parte del “*Geoprocessing*”.
4. Una vez seleccionada la zona de estudio, se procedió a transformar los datos de puntos de temperatura a formato “*raster*”, mediante la aplicación de la herramienta “*Point to Raster*” del “*Conversion Tool*”, una vez obtenido todos los datos de temperatura en raster se procedió a realizar el promedio de esos datos mediante el empleo de herramientas GIS, en el cual se empleó la herramienta “*Álgebra de mapas*”, el cual permitió obtener un mapa por cada periodo de estudio.

- **MUR – Multi scala Ultra high Resolution**

Este dato se empleó en los periodos 3 (2005 – 2009) y el periodo 4 (2010 – 2014), para el análisis de este dato se realizó el siguiente proceso:

1. Este dato como presenta una resolución más fina que el dato obtenido del *Pathfinder*, antes de ser visualizado en el ArcGIS fue procesado con ayuda del *cluster*, el cual presenta alta capacidad de procesamiento de datos permitiendo obtener los datos de manera más rápida.
2. Los procesos realizados con ayuda del *cluster* consistieron en que a partir del dato global de temperatura se pudo obtener sólo el área de estudio, mediante la aplicación de un “*script*” que permitió realizar este corte.
3. El dato fue cargado al ArcGIS como “*NetCDF*”, como estos datos de temperatura no presentan datos nulos, huecos, el análisis en el ArcGIS consistió en cargar los datos como “*raster*”. Una vez cargados todos los datos de los periodos 3 y 4 se realizó el promedio de los mismos.
4. El promedio se obtuvo a partir de la aplicación del “*Spatial Analyst*” el cual presenta una herramienta llamada “Álgebra de Mapas” con el cual se pudo obtener el promedio para cada periodo.

3.6.3.4.2. Salinidad Superficial del Mar (SSM)

La salinidad superficial del mar (*Sea Surface Salinity* - SSS) fue analizada con la finalidad de determinar el efecto que esta tuvo en periodos niño, niña y en periodos normales sobre los diversos Usos.

Se emplearon dos base de datos distintas con la finalidad de poder cubrir todo el eje temporal estudio (**SODA**: periodos 1-2-3 y **HyCON**: periodo 4). La unión de 2 bases de datos distintas no presentó un sesgo significativo, lo cual permitió el empleo de estos datos.

- SODA

Este dato se empleó en los periodos 1 (1997 – 1999), periodo 2 (2000 – 2004) y el periodo 3 (2005 – 2009), para el análisis de este dato se realizó el siguiente proceso:

1. El dato obtenido del SODA fue cargado al ArcGIS como “*Feature*” para poder realizar la interpolación de los datos mediante la aplicación del “*Kriging Ordinario*”, se aplicó la interpolación debido a que el dato presenta una grilla muy gruesa por lo cual solo se obtenían pocos puntos en la zona de estudio.
2. Posteriormente se procedió a transformar el “*raster*” obtenido de la interpolación a “*Feature*” mediante la aplicación del “*Raster to Point*” el cual presenta la herramienta “*Conversion Tool*”.
3. Este proceso se realizó para poder cortar el dato global de salinidad y obtener solo la zona de estudio, el proceso de corte se realizó mediante el empleo de una herramienta del “*Geoprocessing*” la cual es “*Clip*”.
4. Después de realizar el corte a todos los datos, se procedió nuevamente a pasar el dato de formato “*Feature*” a formato “*raster*” esto fue mediante el empleo de la herramienta “*Point to Raster*” parte de “*Conversion Tool*”.
5. Este proceso de cambio de formato se realizó para poder obtener los promedios de los datos en cada periodo de estudio, el promedio se obtuvo a partir de la aplicación del “*Spatial Analyst*” el cual presenta una herramienta llamada “*Álgebra de Mapas*” con el cual se pudo obtener el promedio para cada periodo.

- HyCOM

Este dato se empleó en el periodo 4 (2010 – 2014), para el análisis de este dato se realizó el siguiente proceso:

1. Este dato antes de ser visualizado en el ArcGIS fue procesado con ayuda del cluster, el cual presenta una alta capacidad para el procesamiento de datos permitió obtener los datos de manera más rápida.
2. El proceso realizado consistió en 2 partes:
 - La primera, consistió en obtener los promedios mensuales de cada dato, el cual se logró a partir de la creación de “*scripts*”, los cuales fueron realizados empleando el software Matlab en un cluster.
 - El segundo proceso consistió en obtener solo el área de estudio a partir del dato global, esto se logró mediante la aplicación de un “*script*” que permitió realizar este corte.
3. El dato fue cargado al ArcGIS como “*NetCDF*”, el dato fue cargado como “*Feature*” debido a que presentaba 3 valores nulos, por lo cual se aplicó el método de interpolación “*Kriging Ordinario*”.
4. Como el dato después del proceso de interpolación sale en formato “*Raster*” se procedió a obtener los promedios de los datos en cada periodo de estudio, el promedio se obtuvo a partir de la herramienta llamada “Álgebra de Mapas” con el cual se pudo obtener el promedio para el periodo 4.

3.6.3.4.3. Intensidad de la velocidad de vientos (IVV)

- ERA Interim

Este dato se empleó en los periodos 1 (1997 – 1999), periodo 2 (2000 – 2004), el periodo 3 (2005 – 2009) y periodo 4 (2010 – 2014), para el análisis de este dato se realizó el siguiente proceso:

1. El dato obtenido fue cargado al ArcGIS como “*Feature*” para poder realizar la interpolación de los datos mediante la aplicación del “*Kriging Ordinario*”, se aplicó la interpolación debido a que el dato presenta una grilla muy gruesa por lo cual solo se obtenían pocos puntos en la zona de estudio.

2. Como el dato obtenido está en formato “*Raster*”, se procede a realizar el promedio de los mismos, esto se logró a partir de la aplicación del “*Spatial Analyst*” el cual presenta una herramienta llamada “Álgebra de Mapas” con el cual se pudo obtener el promedio para cada periodo.

3.6.3.4.4. Concentración de clorofila (CC-a)

- SeaWIFS y MODIS

Este dato se empleó en los periodos 1 (1997 – 1999), periodo 2 (2000 – 2004), el periodo 3 (2005 – 2009) y periodo 4 (2010 – 2014), para el análisis de este dato se realizó el siguiente proceso:

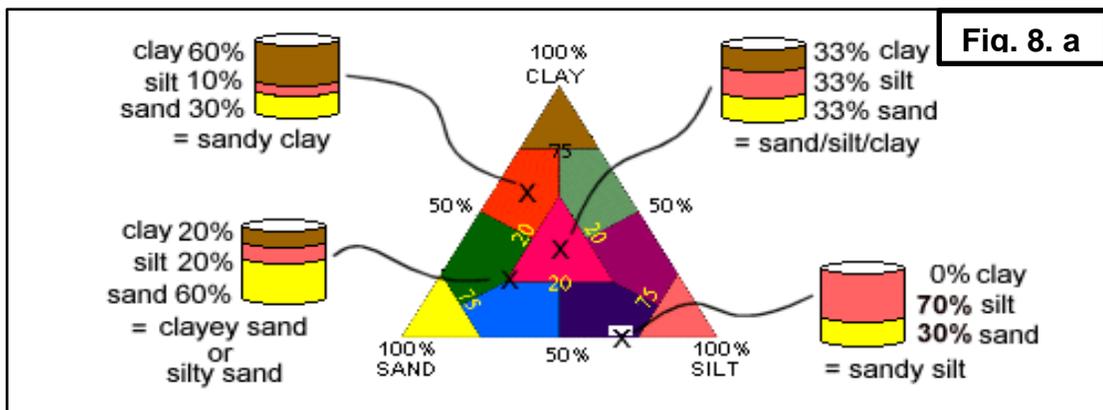
1. Los datos de clorofila fueron procesados con el software R, con el cual se obtuvieron los datos por periodo. Los “*script*” generados fueron elaborados por el Biólogo Dante Espinoza del Laboratorio de Modelado Oceanográfico Ecosistémico y del Cambio Climático (LMOECC).
2. Estos datos obtenidos del R, fueron cargados al ArcGIS como “*Raster*”, se procedió a convertir los datos raster a formato “*Feature*”, shapefile de punto. Con la finalidad de poder delimitar el área de estudio, este corte se realizó mediante la aplicación de la herramienta “*Clip*” que es parte del “*Geoprocessing*”.
3. Una vez seleccionada la zona de estudio se procedió a transformar los datos de puntos a formato “*Raster*”, mediante la aplicación de la herramienta “*Point to Raster*” del “*Conversion Tool*”. Cabe resaltar que a estos datos no se les aplicó ningún método de interpolación con la finalidad de conservar los datos originales muestreados por el satélite.
4. Como el dato obtenido está en formato “*Raster*”, se procede a realizar el promedio de los mismos, esto se logró a partir de la aplicación del “*Spatial Analyst*” el cual presenta una herramienta llamada “Álgebra de Mapas” con el cual se pudo obtener el promedio para cada periodo.

3.6.3.4.5. Sedimentos

Estos datos presentan valores en porcentajes de grava, arena, limo, arcilla y porcentajes de materia orgánica total. Estos datos presentaron valores a diversos niveles de profundidad y fueron clasificados según el diagrama de texturas de **Shepard (1954)**.

El diagrama de Shepard (**Figura 8**), se basa en la proporción de tamaño de partículas de arena, limo y arcilla. El diagrama de Shepard es un ejemplo de un diagrama ternario, el cual es un dispositivo para graficar un sistema de tres componentes los cuales suman el 100%, en este caso los componentes son los porcentajes de arena, limo y arcilla (**Shepard, 1954**).

1. El tratamiento de estos datos consistió en cargar los puntos de muestreo de grava, arena, limo, arcilla y materia orgánica al software ArcGIS.
2. En base a los puntos de muestreo de cada tipo de sedimentos se delimitaron las zonas de no muestreo con valor “0”, con la finalidad evitar obtener valores erróneos post-interpolación.
3. Se empleó el método de interpolación “*IDW – Inverse Distance Weighting*” el cual permitió obtener mapas completos de los tipos de sedimentos frente a las costas de la provincia de Huaura.
4. Los datos obtenidos fueron validados con los resultados de “Morfología y sedimentos superficiales del fondo marino frente a Huacho, 2014 – 2015” el cual analizó las mismas facies sedimentológicas.



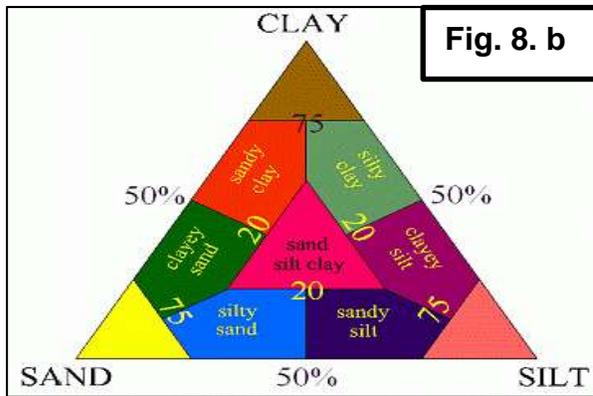


Figura 8. a) Nomenclatura basada en los ratios de arena-limo-arcilla.

b) Triángulo de clasificación textural (Shepard, 1954).

3.6.4. Métodos de Interpolación

La precisión en el mapa generado, a partir de las características de un suelo en particular, depende en gran medida de la estructura espacial de los datos, donde entre más fuerte la correlación espacial, mejor la calidad del mapeo (Kravchenko, 2003), el empleo del “IDW” permite obtener datos sin tener que visitar todas las ubicaciones de un área de estudio, concentración o magnitud de un fenómeno (Puerta, 2011).

Dependiendo del tipo de datos analizados, su costo y dificultad de obtención determinan que tan valioso es finalmente el uso de la interpolación (Villatoro *et al.*, 2008). Los métodos de interpolación empleados en la investigación fueron los siguientes:

3.6.4.1. Kriging Ordinario

Método basado en la autocorrelación espacial de las variables, busca generar superficies continuas a partir de puntos discretos (Murillo *et al.*, 2012). La superficie obtenida usando Kriging a partir de la distancia y la dirección de cada par de puntos es cuantificada para proporcionar información en base a la autocorrelación espacial del conjunto de puntos. Este método asume que las predicciones obtenidas son una combinación lineal de los datos, ecuación (4) (Gotway *et al.*, 1996; Schloeder *et al.*, 2001) (Figura 9).

$$\hat{z}(S_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(S_i) \dots (4)$$

$\hat{z}(S_0)$ = Valor estimado en el punto interpolado S_0

λ_i = Peso dado al valo observado $Z(S_i)$

n = número de observaciones vecinas

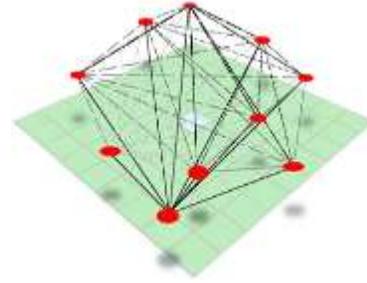


Figura 9. Representación gráfica del proceso de interpolación Kriging (ESRI).

Este método de interpolación fue empleado en el tratamiento de los datos oceanográficos tales como: temperatura superficial del mar, salinidad superficial del mar, intensidad de vientos y clorofila, también se empleó en el tratamiento de los datos de batimetría.

3.6.4.2. IDW – Inverse Distance Weighting

La interpolación mediante la Distancia Inversa Ponderada (IDW) determina valores de celda a través de una combinación ponderada linealmente de un conjunto de puntos de muestra. Se calcula el peso de los valores de acuerdo a la relación inversa de la distancia, ecuación (5) (Schloeder *et al.*, 2001). Este método matemático de interpolación que usa una función inversa de la distancia, parte del supuesto que las cosas que están más cerca son más parecidas, por lo tanto tienen más peso e influencia sobre el punto que se presente estimar (Cañada, 2008). La superficie que se desea interpolar debe ser la de una variable dependiente de la Ubicación (Figura 10).

$$\lambda_i = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i [d(S_i, S_0)]^{-p}}{\sum_{i=1}^n [d(S_i, S_0)]^{-p}} \dots (5)$$

Z_i = Valor estimado en el punto i

$d(S_i, S_0)$ = Distancia entre S_i y S_0

n = número de observaciones vecinas

p = tipo de ponderación

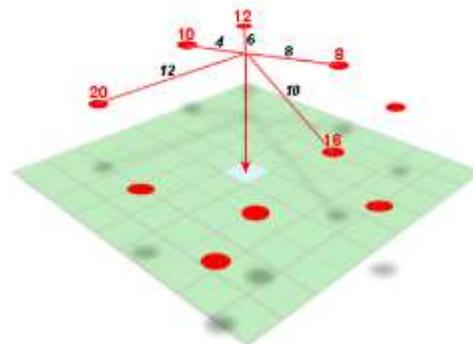


Figura 10. Representación gráfica del proceso de interpolación IDW (ESRI).

Según la investigación realizada por Villatoro, (2008) menciona que “ p ” es el parámetro del exponente que controla que tan rápido los pesos de los puntos tienden a cero (al aumentar

su valor) conforme aumenta la distancia del sitio de interpolación. Entre mayor sea p , mayor peso es dado a los puntos más cercanos y por consiguiente se obtiene superficies más continuas o suaves y las predicciones tienden hacia el promedio de la muestra (Schloeder *et al.*, 2001). Los valores p usualmente están entre 1 y 3, donde 2 es el más común (Gotway *et al.*, 1996).

Este método de interpolación fue empleado en el tratamiento de los datos de zonas de pesca para poder determinar los mapas de distribución de cada especie dominante. También fue empleado para obtener los mapas de sedimentos frente a las costas de Huaura en el periodo 4.

3.6.4.3. Natural Neighborhood

También se conoce como interpolación de Sibson o de "robo de área". La metodología que utiliza consiste en primer lugar en generar un diagrama de Voronoi (verde) de los puntos a interpolar graficado como polígonos. En segundo lugar se genera un segundo diagrama de Voronoi (en naranja) incluyendo el punto a interpolar (estrella roja) y asigna los pesos en función del área de superposición con el diagrama anterior (Sibson, 1981) (Figura 11).

Sus propiedades básicas son que utiliza solo un subconjunto de muestras que circundan a un punto de consulta y asegura que las alturas interpoladas estarán dentro del rango de las muestras utilizadas, estos valores se calculan en base a la ecuación (6). No infiere tendencias ni produce picos, depresiones, crestas o valles que no estén ya representados por las muestras de entrada (ArcGIS Resources).

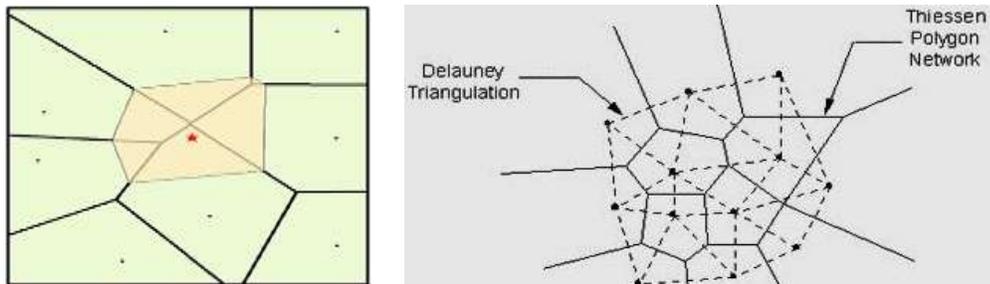


Figura 11. Representación del polígono de Voronoi y la triangulación de Delauney creado alrededor del punto de interpolación.

$$G_{(x,y)} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot f(x_i, y_i) \dots (6)$$

$G_{(x,y)}$ = Es lo estimado en (x, y)

w_i = Son los pesos

$f(x_i, y_i)$ = Son los valores conocidos

Este método de interpolación fue comparado con los resultados de zonas de pesca obtenidos de la aplicación del IDW, en donde basado en la mejor resolución de los datos y la mayor aproximación a los datos iniciales se optó por elección del “*Natural Neighborhood*” como método de interpolación para las zonas de pesca de las 11 especies seleccionadas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. DATOS OCEANOGRÁFICOS

Los datos oceanográficos influyen en el comportamiento y distribución de los organismos, muchos organismos marinos cambian su distribución horizontal como vertical debido a ligeros cambios en la temperatura del mar como también a las variaciones de salinidad del mar. Según [Rizzi et al. \(2015\)](#) en el caso de los ecosistemas marinos las alteraciones son debido a variaciones en la biogeoquímica del agua como también en sus parámetros físicos y químicos lo cual produce su degradación afectando su estructura, cadena trófica, procesos dinámicos, etc.

Se analizaron los datos oceanográficos, debido a la estrecha relación que presenta con los recursos marinos, limitando o aumentando su distribución horizontal como vertical por ausencia o por incremento de estos datos, así como afectando su crecimiento o reproducción.

4.1.1. Temperatura Superficial de Mar (TSM) (°C)

Los resultados obtenidos a partir de los datos satelitales de Pathfinder y MUR permitieron conocer las distribuciones espaciales de TSM frente a las costas de la provincia de Huaura dentro de las 100 mn (185.2 km).

En el periodo 1 (1997-1999), la variabilidad temporal de TSM presentó un máximo de 26.68 °C, debido a los efectos del evento El Niño 1997-1998, y posteriormente un mínimo de 16.49 °C, provocado por La Niña 1999 (Figura 12). La variabilidad espacial frente a las costas de Huaura presentó un valor de 19.75 °C (0 – 5 mn) y 20.75°C (~ a 30 mn) (Anexo 1).

En el periodo 2 (2000-2004), la variabilidad temporal de TSM presentó un máximo de 24.22 °C, en el 2001, y un mínimo de 16.46 °C (Figura 12). La variabilidad espacial frente a las costas de Huaura presentó un valor de 18.25 °C (0 – 5 mn) y 19 °C (~ a 30 mn) (Anexo 2).

En el periodo 3 (2005-2009), la variabilidad temporal de TSM presentó un máximo de 23.66 °C, en 2009, y un mínimo de 16.27 °C, en 2007 (Figura 12). La variabilidad espacial frente a las costas de Huaura presentó un valor de 18.25 °C (0 – 5 mn) y 19.25 °C (~ a 30 mn) (Anexo 3).

En el periodo 4 (2010-2014), la variabilidad temporal de TSM presentó un máximo de 23.54 °C, en 2010, y un mínimo de 16.32 °C, en 2011 (Figura 12). La variabilidad espacial frente a las costas de Huaura presentó un valor de 18 °C (0 – 5 mn) y 19 °C (~ a 30 mn) (Anexo 4).

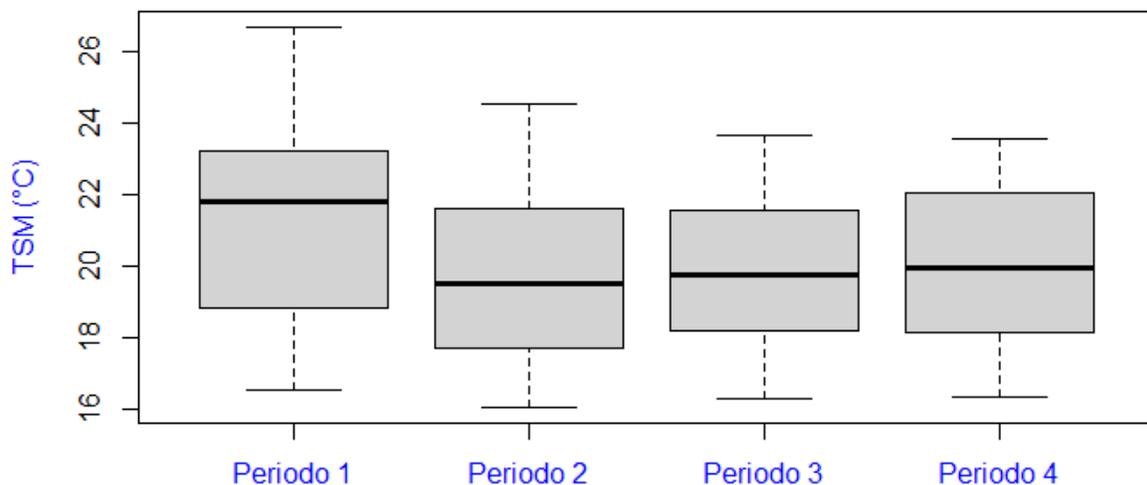


Figura 12. Análisis por periodo de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) empleando los datos satelitales de Pathfinder (periodos 1 y 2) y MUR (periodos 3 y 4).

4.1.2. Salinidad Superficial del Mar (SSM) (ups)

Los resultados obtenidos a partir de los modelos de datos SODA y HyCOM permitieron conocer cómo se dio la distribución espacial de la salinidad superficial frente a las costas de la provincia de Huaura hasta las 100 mn (185.2 km).

En el periodo 1 (1997-1999), la variabilidad temporal de SSM presentó un máximo de 34.397 ups y un mínimo de 34.227 ups (ambos en 1999) (**Figura 13**). La variabilidad espacial presentó un valor de 34.87 ups al norte de Vegueta y 34.92 ups (~ a 30 mn). Los datos de salinidad se presentaron como bandas perpendiculares a la costa, posteriormente se evidenció que las bandas de datos de salinidad se mostraron paralelas a la costa (**Anexo 5**).

En el periodo 2 (2000-2004), la variabilidad temporal de SSM presentó un mínimo de 34.22 ups, en 2000, y un máximo de 34.607 ups, outlier del 2004 visualizado en la **Figura 13**. La variabilidad espacial frente a las costas de Huaura presentó un valor de 34.99 ups (0 – 5 mn) y 35 ups (~ a 30 mn) (**Anexo 6**).

En el periodo 3 (2005-2009), la variabilidad temporal de SSM presentó un mínimo de 35.088 ups y un máximo de 35.17 ups, ambos en 2009 y outliers visualizados en la **Figura 13**. La variabilidad espacial frente a las costas de Huaura presentó un valor de 34.99 ups (0 – 5 mn) y 35 ups (~ a 30 mn). Se presentaron masas de agua ACF (Aguas Costeras Frías) dentro de las primeras 90 mn, y masas de agua ASS (Aguas Sub-Tropicales Superficiales) de 90 a 100 mn (**Anexo 7**).

En el periodo 4 (2010-2014), la variabilidad temporal de SSM presentó un mínimo de 35.067 ups y un máximo de 35.28 ups, ambos en 2014 (**Figura 13**). La variabilidad espacial frente a las costas de Huaura presentó un valor de 35.04 ups (0 – 5 mn) y 35.1 ups (~ a 30 mn). Se presentaron masas de agua ACF ~ a 30 mn, y posteriormente masas de agua ASS hasta las 100 mn (**Anexo 8**).

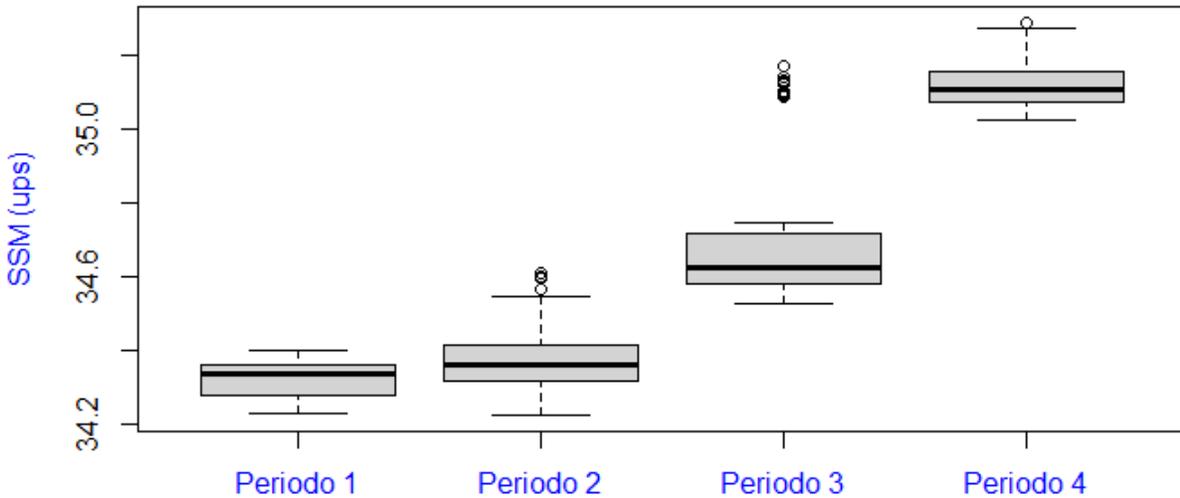


Figura 13. Análisis por periodo de la Salinidad Superficial del Mar (SSM) empleando los modelos numéricos SODA (periodos 1,2 y 3) y HyCOM (periodo 4).

4.1.3. Intensidad de la velocidad de vientos (IVV) (m/s)

Los resultados obtenidos a partir del dato satelital ERA Interim, permitieron conocer cómo se dio la distribución espacial de la intensidad de vientos frente a las costas de la provincia de Huaura hasta las 100 mn (185.2 km).

En el periodo 1 (1997-1999), la variabilidad temporal de la IVV presentó un mínimo de 2.556 m/s y un máximo de 6.222 m/s, ambos en 1999, debido a que durante el evento El Niño (1997-1998), la IVV presentó un aumento en dirección Oeste-Este (W-E) (Figura 14). La variabilidad espacial frente a las costas de Huaura presentó valores de 3.6 m/s (0 – 5 mn) y 5.1 m/s (~ a 30 mn) (Anexo 9).

En el periodo 2 (2000-2004), la variabilidad temporal de la IVV presentó un mínimo de 3.045 m/s, en 2001, y un máximo de 6.225 m/s, en 2004 (Figura 14). La variabilidad espacial frente a las costas de Huaura presentó valores de 3.6 m/s (0 – 5 mn) y 4.8 m/s (~ a 30 mn) (Anexo 10).

En el periodo 3 (2005-2009), la variabilidad temporal de la IVV presentó un mínimo de 3.635 m/s, en 2006, y un máximo de 6.546 m/s, en 2007 (Figura 14). La variabilidad espacial

frente a las costas de Huaura presentó valores de 3.9 m/s (0 – 5 mn) y 5 m/s (~ a 30 mn) (Anexo 11).

En el periodo 4 (2010-2014), la variabilidad temporal de la IVV presentó un mínimo de 3.445 m/s, en 2011, y un máximo de 6.702 m/s, en 2014 (Figura 14). La variabilidad espacial frente a las costas de Huaura presentó valores de 3.6 m/s (0 – 5 mn) y 5.1 m/s (~ a 30 mn) (Anexo 12).

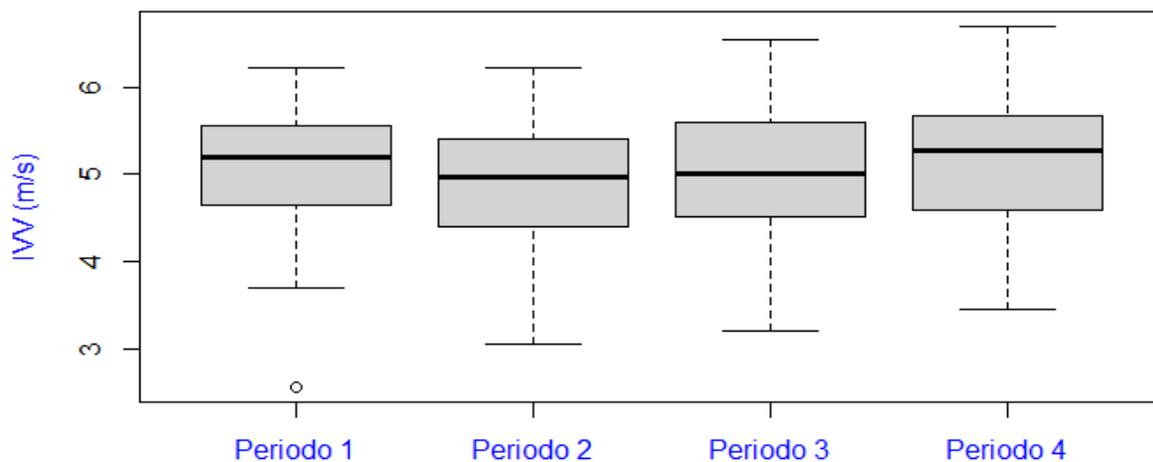


Figura 14. Análisis por periodo de la Intensidad de la Velocidad de Vientos (IVV) empleando los modelos numéricos del ERA Interim (periodos 1, 2, 3 y 4).

4.1.4. Concentración de Clorofila (mg/m^3)

Los resultados obtenidos a partir del satélite SeaWiFS y MODIS permitieron conocer cómo se dio la distribución espacial de la clorofila frente a las costas de la provincia de Huaura hasta 100 mn (185.2 km).

En el periodo 1 (1997-1999), la variabilidad temporal de CC-a presentó un mínimo de $0.386 \text{ mg}/\text{m}^3$, en 1997, y un máximo de $5.128 \text{ mg}/\text{m}^3$, en 1999 (Figura 15). La variabilidad espacial frente a Vegueta fue de 2.19 a $3.88 \text{ mg}/\text{m}^3$, en Carquín se presentaron valores de 3.89 a $4.27 \text{ mg}/\text{m}^3$ y frente a Huacho se presentaron valores de 3.54 a $8.52 \text{ mg}/\text{m}^3$ (Anexo 13).

En el periodo 2 (2000-2004), la variabilidad temporal de CC-a presentó un mínimo de 0.311 mg/m³, en 2003, y un máximo de 16.108 mg/m³, en 2004 siendo un outlier visualizado en la **Figura 15**. La variabilidad espacial frente a Vegueta fue de 1.73 a 4.52 mg/m³, en Carquín se evidenciaron valores de 3.84 a 4.16 mg/m³ y frente a Huacho se evidenciaron valores de 3.84 a 5.72 mg/m³ (**Anexo 14**).

En el periodo 3 (2005-2009), la variabilidad temporal de CC-a presentó un mínimo de 0.317 mg/m³, en 2009, y un máximo de 11.705 mg/m³, en 2009 siendo un outlier visualizado en la **Figura 15**. La variabilidad espacial frente a Vegueta fue de 4.08 a 5.27 mg/m³, en Carquín se evidenciaron valores de 3.7 a 4.07 mg/m³ y frente a Huacho se evidenciaron valores de 3.25 a 5.85 mg/m³ (**Anexo 15**).

En el periodo 4 (2010-2014), la variabilidad temporal de CC-a presentó un mínimo de 0.441 mg/m³, en 2011, y un máximo de 7.784 mg/m³, en 2010 siendo un outlier visualizado en la **Figura 15**. La variabilidad espacial frente a Vegueta fue de 3.4 a 3.71 mg/m³, en Carquín se evidenciaron valores de 4.24 a 4.51 mg/m³ y frente a Huacho se evidenciaron valores de 3.4 a 5.08 mg/m³ (**Anexo 16**).

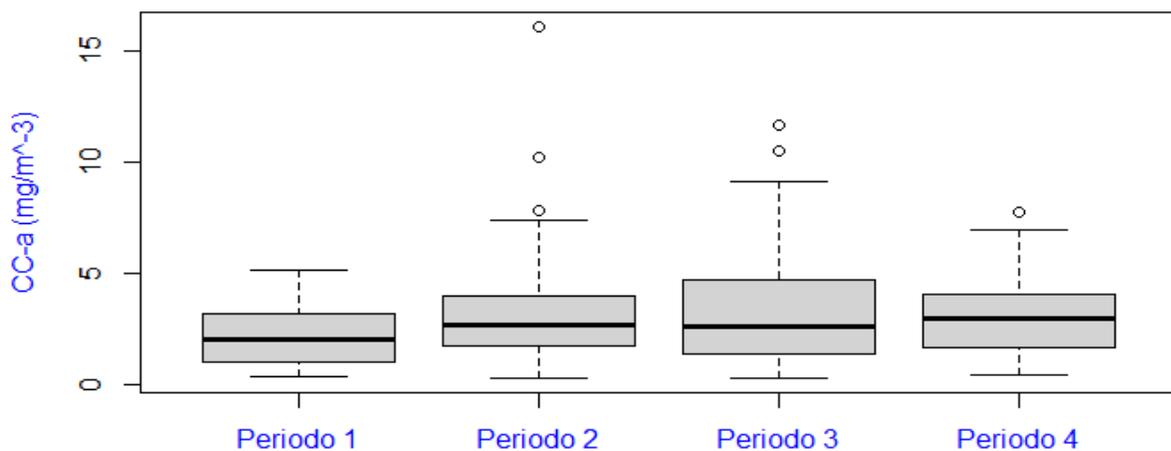


Figura 15. Análisis por periodo de la Concentración de la Clorofila (CC-a) empleando los datos satelitales de SeaWiFS (periodo 1,2) y HyCOM (periodo 4).

4.1.5. Batimetría

En el análisis batimétrico se emplearon los datos satelitales de GEBCO, la cual permitió visualizar la distribución de los pisos batimétricos desde la zona epipelágica (0 – 200 m) hasta la zona hadalopelágica (+ 6,000 m) y también los puntos batimétricos registrados en las cartas náuticas, los cuales permitieron visualizar la batimetría a no más de 20 mn de la costa (**Figura 16**).

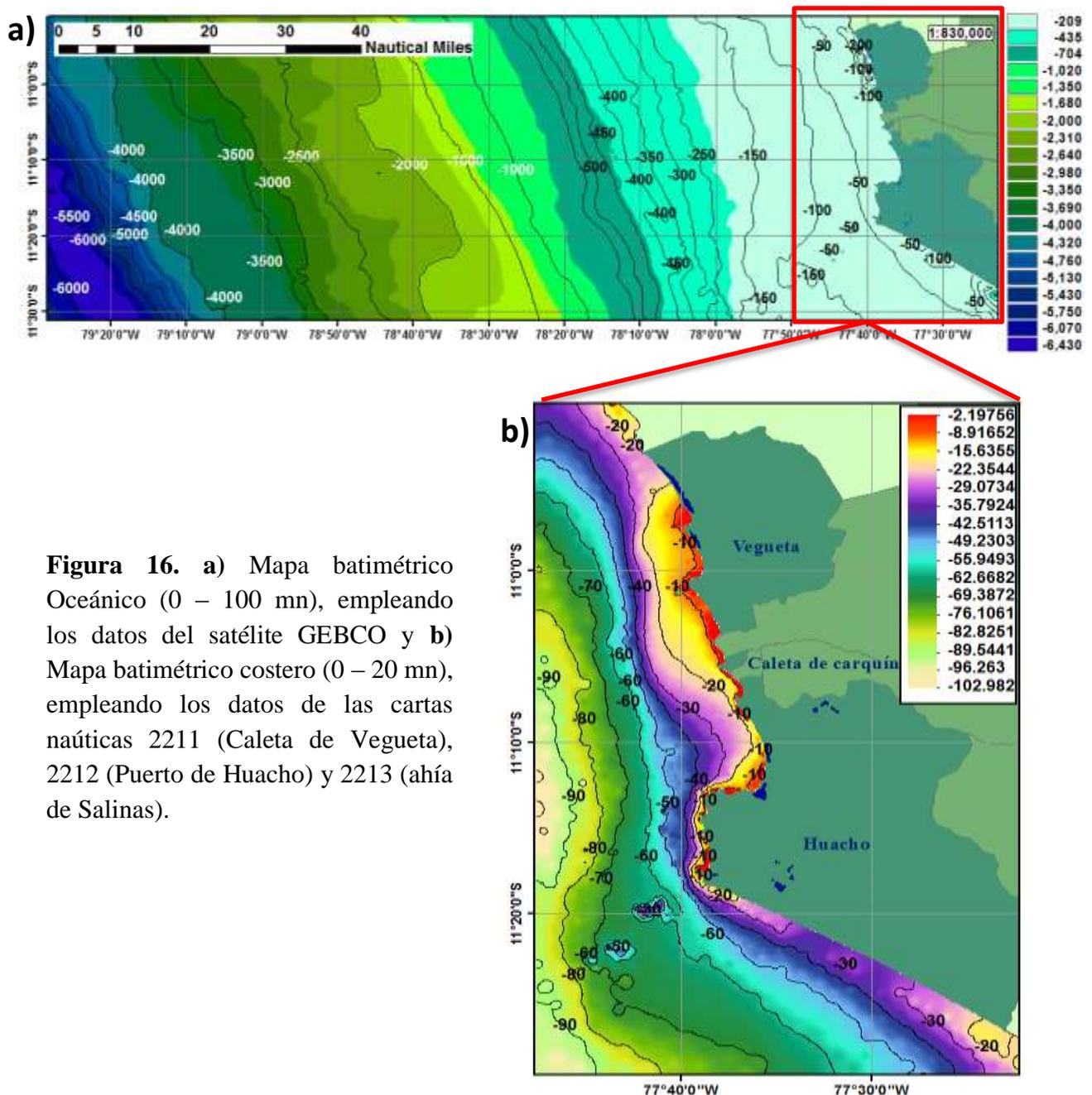


Figura 16. a) Mapa batimétrico Oceánico (0 – 100 mn), empleando los datos del satélite GEBCO y b) Mapa batimétrico costero (0 – 20 mn), empleando los datos de las cartas náuticas 2211 (Caleta de Vegueta), 2212 (Puerto de Huacho) y 2213 (ahía de Salinas).

4.1.6. Sedimentos

Los resultados obtenidos de sedimentos permitieron conocer la distribución espacial para cada variable determinadas mediante el empleo del Diagrama de Shepard (1954) **(Figura 17)**.

La distribución espacial de Grava, presentó puntos de mayor concentración frente al distrito de Vegueta con valores de 0.15 %, frente a las costas de Caleta de Carquín se determinaron valores de 0.15 % y 0.20 %, frente a Huacho se determinó el mayor valor de grava de 0.15 % **(Figura 17 A)**.

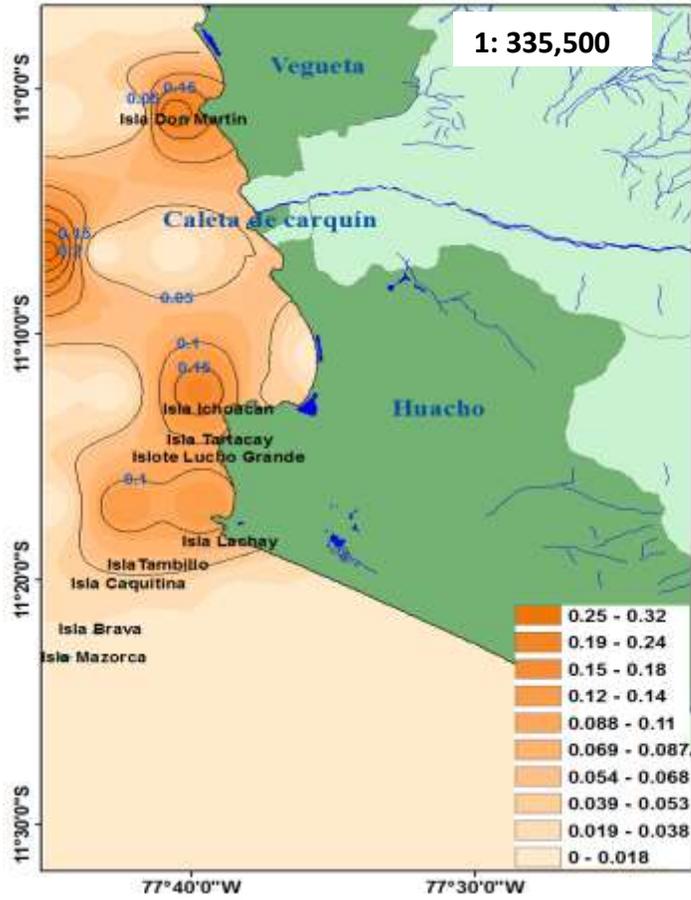
La distribución espacial de Arcilla, presentó puntos de concentración frente al distrito de Vegueta con valores de 5 %, frente a las costas de Caleta de Carquín se determinaron valores de 5 % y 25 %, frente a las costas de Huacho se determinó el mayor valor de arcilla de 65 % **(Figura 17 B)**.

La distribución espacial de Arena, presentó puntos de concentración frente al distrito de Vegueta con valores de 60 a 80 %, frente a las costas de Caleta de Carquín se determinaron valores de 10 % y 40 %, frente a las costas de Huacho se determinó el mayor valor de arena el cual fue de 93 % **(Figura 17 C)**.

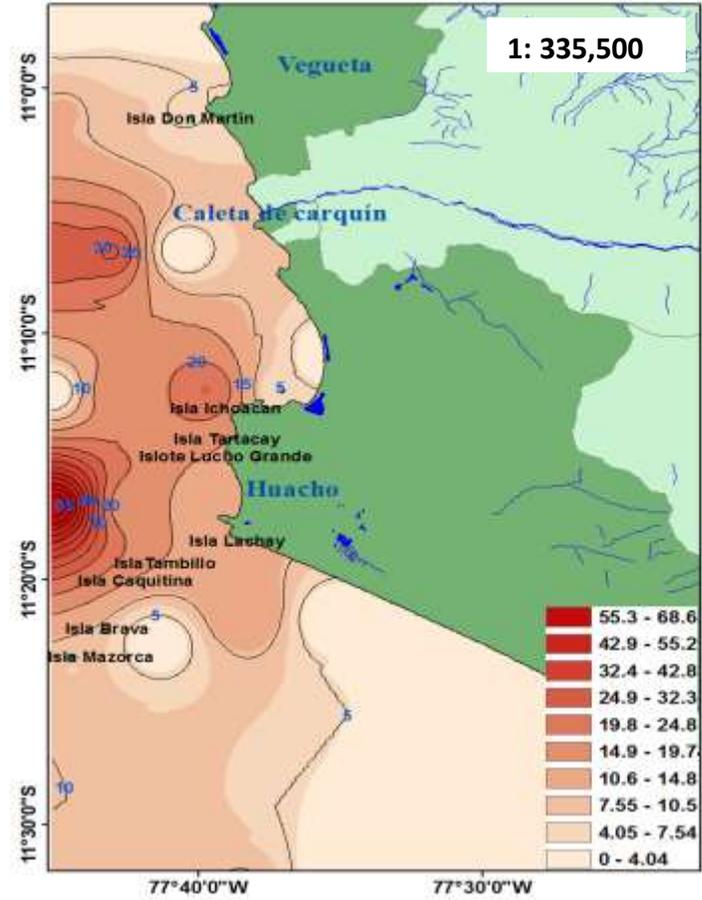
La distribución espacial de Limo, presentó puntos de concentración frente al distrito de Vegueta con valores de 53 %, frente a las costas de Caleta de Carquín se determinaron valores de 60 a 65 %, frente a las costas de Huacho se determinó el mayor valor de limo el cual fue de 65 % **(Figura 17 D)**.

La distribución espacial de Materia Orgánica Total, presentó puntos de mayor concentración frente al distrito de Vegueta, Carquín y Huacho los cuales oscilaron entre 11 y 12 % **(Figura 17 E)**.

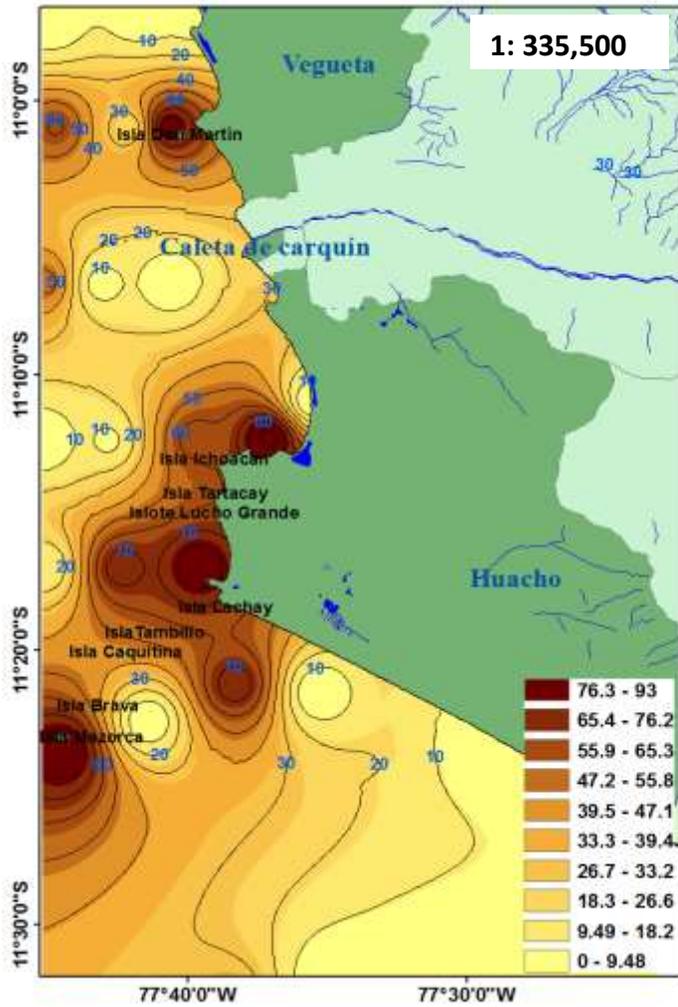
Mapas de distribución espacial de Sedimentos (figuras 17.a, 17.b, 17.c, 17.d, 17.e y 17.f).



DISTRIBUCIÓN DE GRAVA A

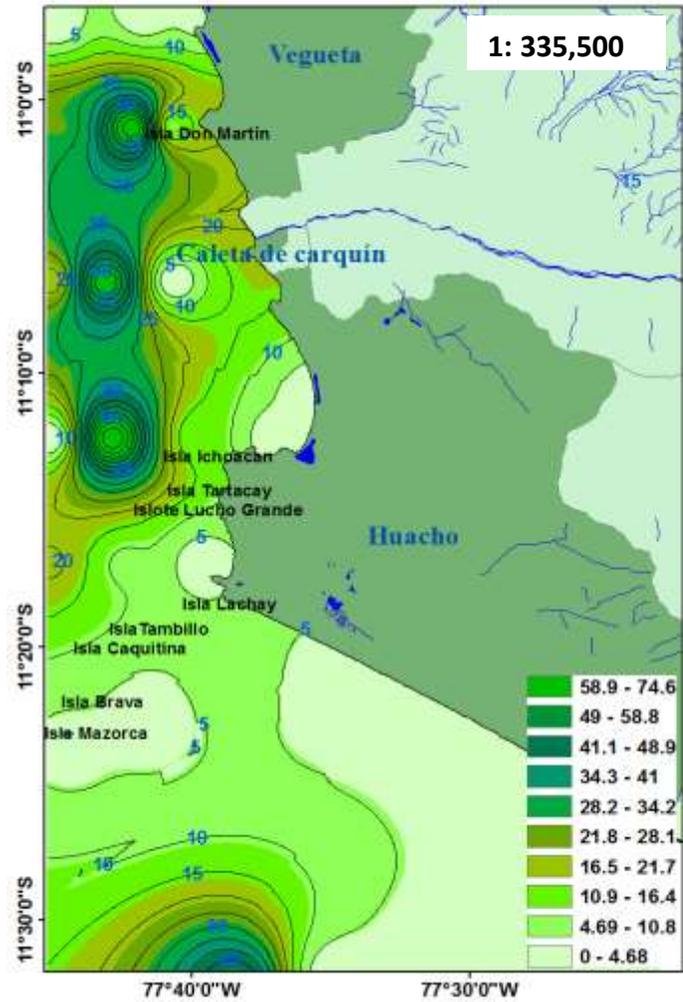


DISTRIBUCIÓN DE ARCILLA B



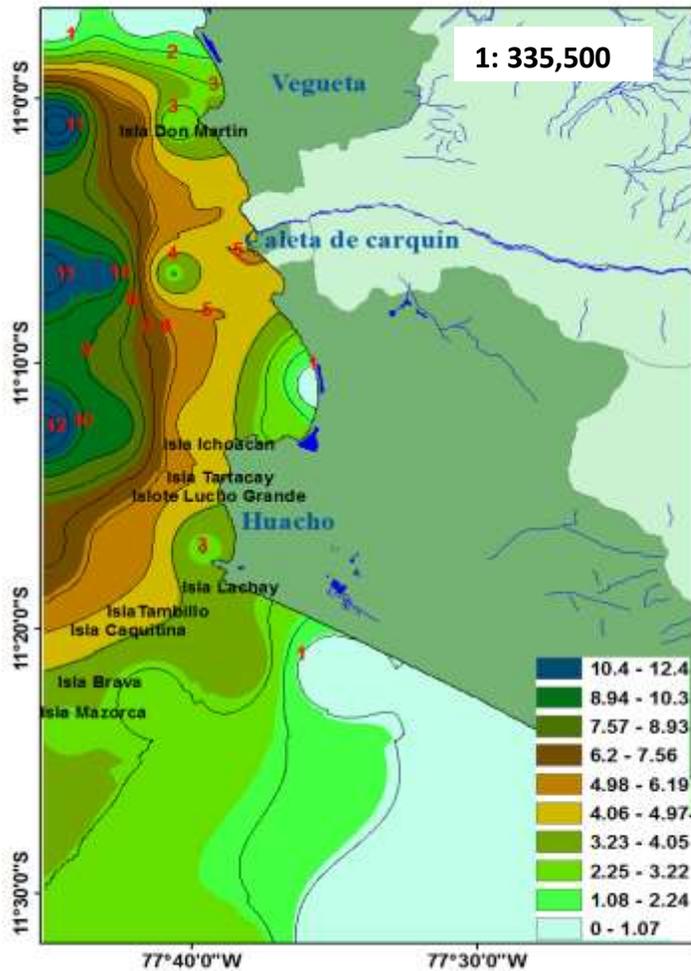
DISTRIBUCIÓN DE ARENA

C

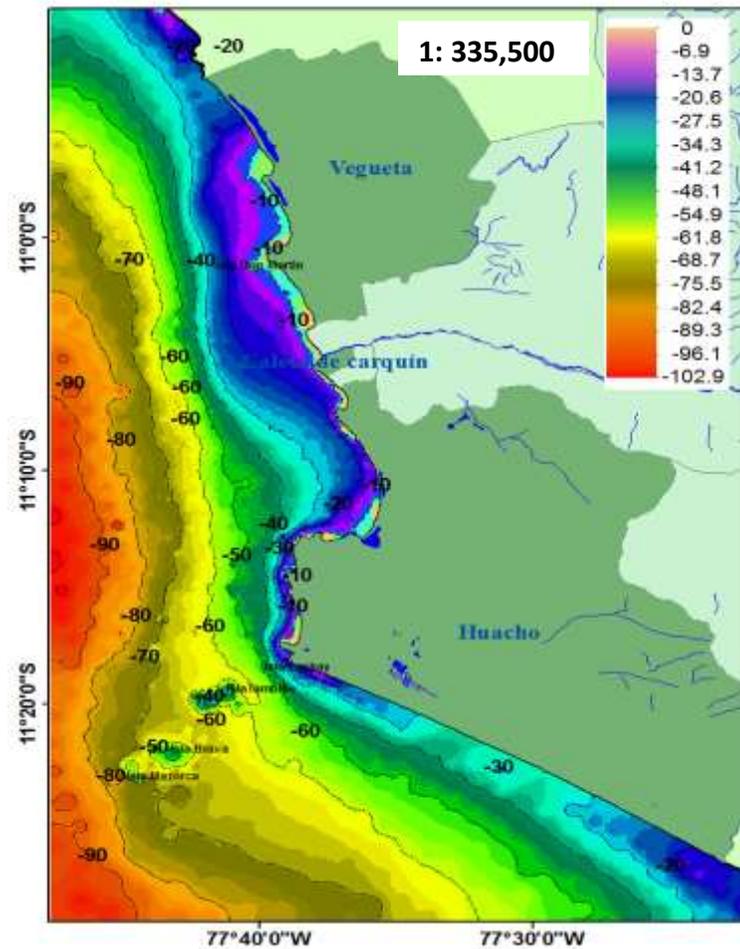


DISTRIBUCIÓN DE LIMO

D



DISTRIBUCIÓN DE M.O. **E**



BATIMETRÍA COSTERA **F**

Figura 17. a) Distribución del contenido de la fracción de grava b) de arcilla c) de arena d) de limo e) de materia orgánica total en sedimentos superficiales, 2014. f) Mapa batimétrico frente a las costas de Huaura, 2014.

4.2. USO PESQUERO

4.2.1. Zonas Acuícolas

Las zonas acuícolas fueron representados en 4 mapas de distribución, así como también las especies que estuvieron presentes en cada periodo de estudio.

4.2.1.1. Concesiones Acuícolas – Periodo 1

En este periodo se obtuvieron datos solo en 2 distritos (Vegueta y Huaura) (**Anexo 17**), en este periodo se determinaron las siguientes especies: Camarón gigante, Camarón nativo, Goldfish, Lisa marina (**Figura 18**).

4.2.1.2. Concesiones Acuícolas – Periodo 2

En este periodo se obtuvieron datos en 4 distritos (Vegueta, Huaura, Santa María y Huacho), (**Anexo 18**), en este periodo se determinaron las siguientes especies: Camarón gigante, Camarón nativo, Goldfish, Lisa marina, Tilapia y Ostra del Pacífico (**Figura 19**).

4.2.1.3. Concesiones Acuícolas – Periodo 3

En este periodo se obtuvieron datos en 4 distritos (Vegueta, Huaura, Santa María y Huacho), (**Anexo 19**), en este periodo se determinaron las siguientes especies: Camarón gigante, Camarón nativo, Goldfish, Lisa marina, Tilapia y Ostra del Pacífico (**Figura 20**).

4.2.1.4. Concesiones Acuícolas – Periodo 4

En este periodo se obtuvieron datos en 3 distritos (Vegueta, Santa María y Huacho), (**Anexo 20**), en este periodo se determinaron las siguientes especies: Camarón gigante, Camarón nativo, Goldfish, Lisa marina, Tilapia y Ostra del Pacífico (**Figura 21**).

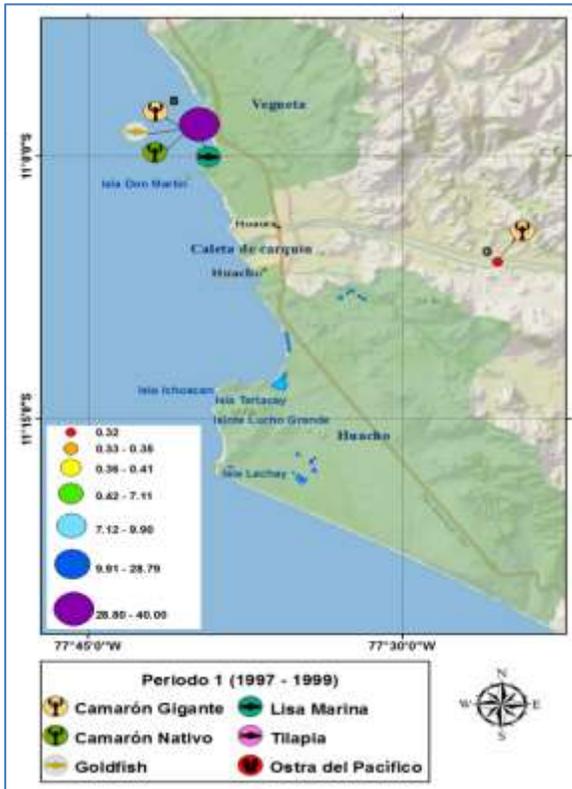


Figura 18. Mapa de zonas acuícolas, periodo1.

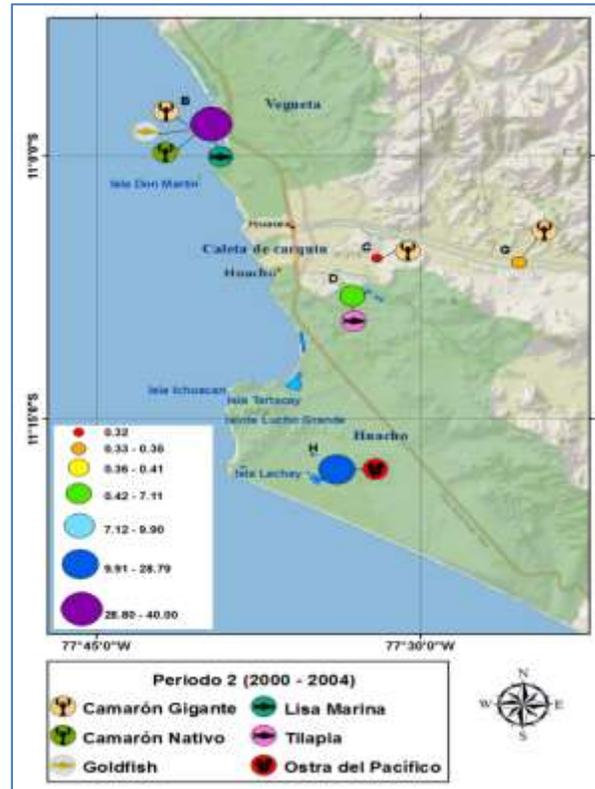


Figura 18. Mapa de zonas acuícolas, periodo 2.

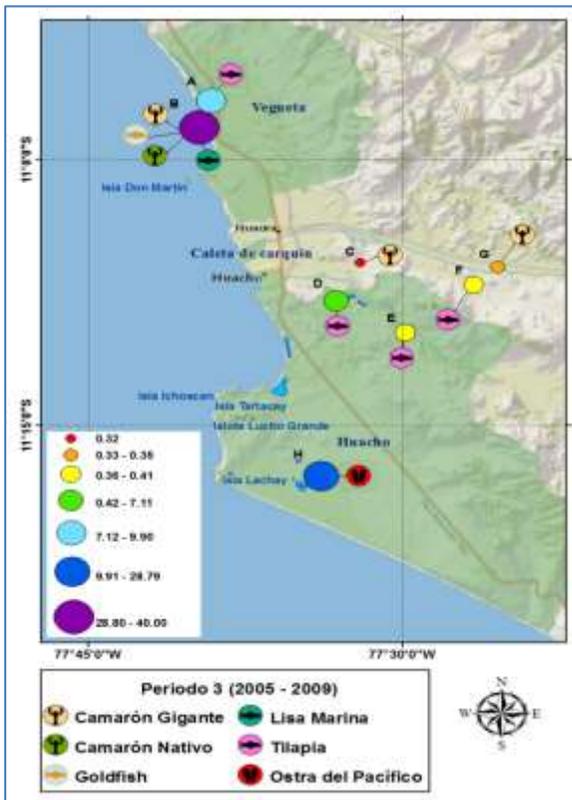


Figura 19. Mapa de zonas acuícolas, periodo3.

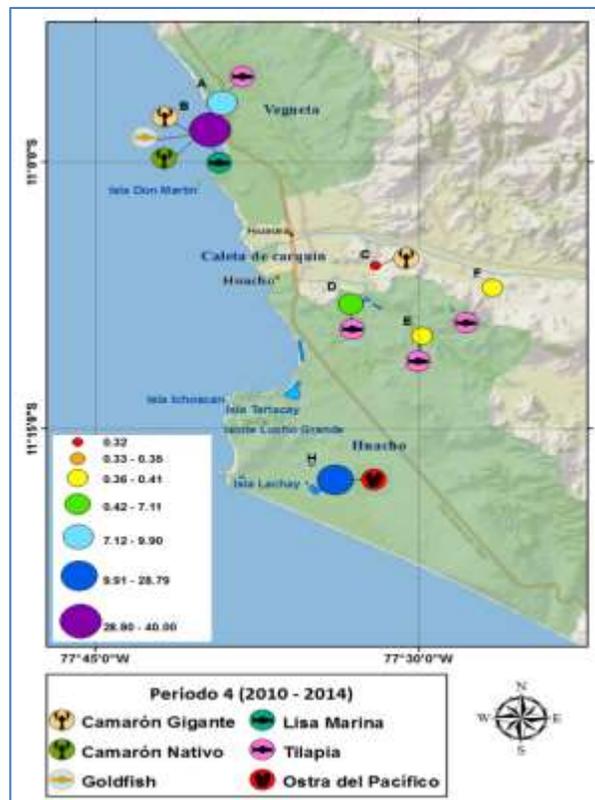


Figura 21. Mapa de zonas acuícolas, periodo4.

4.2.2. Bancos Naturales

En esta investigación se analizaron 5 especies de invertebrados las cuales son: Caracol negro, Concha Navaja, Pepino de mar, Cangrejo violáceo y Cangrejo peludo. Se analizó la variabilidad de la biomasa en cada periodo, todos estos datos fueron georreferenciados siendo su ubicación frente a las costas de Huaura, cabe mencionar que los datos de biomasa sólo se obtuvieron en los periodos 3 y 4 (**Tabla 9, Tabla 10**).

Tabla 9. Datos de biomasa de las especies de invertebrados en el periodo 3

	PERIODO 3				
	2005	2006	2007	2008	2009
CARACOL_1	33.8785	-	-	76.185	449.33
CARACOL_2	-	-	-	55.402	66.198
PEPINO	-	-	-	-	-
CONCHA_1	-	-	-	-	331.662
CONCHA_2	-	-	-	124.12	-
CONCHA_3	-	-	-	140.717	-
CONCHA_4	-	-	100.763	90.553	-

Tabla 10. Datos de biomasa de las especies de invertebrados en el periodo 4

	PERIODO 4				
	2010	2011	2012	2013	2014
CARACOL_1	108.749	25.788	35.233	35.217	67
CARACOL_2	157.792	-	38.73	-	90.492
PEPINO	-	-	51.36	21.515	44.734
CONCHA_1	-	219.823	572.27	326	34.4
CONCHA_2	-	-	-	252.8	12
CONCHA_3	-	330.685	513.853	-	162
CONCHA_4	124.172	179.164	173.201		90

A partir de los datos se analizó la variabilidad de biomasa de las 3 especies en conjunto en todo el rango de estudio, con la finalidad de determinar las especies que presentaron mayores valores de biomasa (**Figura 20**), cabe mencionar que en esta grafica de variabilidad de biomasa no se pusieron los datos del cangrejo violáceo y cangrejo peludo, debido a que los datos fueron obtenidos de promedios entre el 2013 y 2015 sobre las zonas de extracción, distribución y concentración.

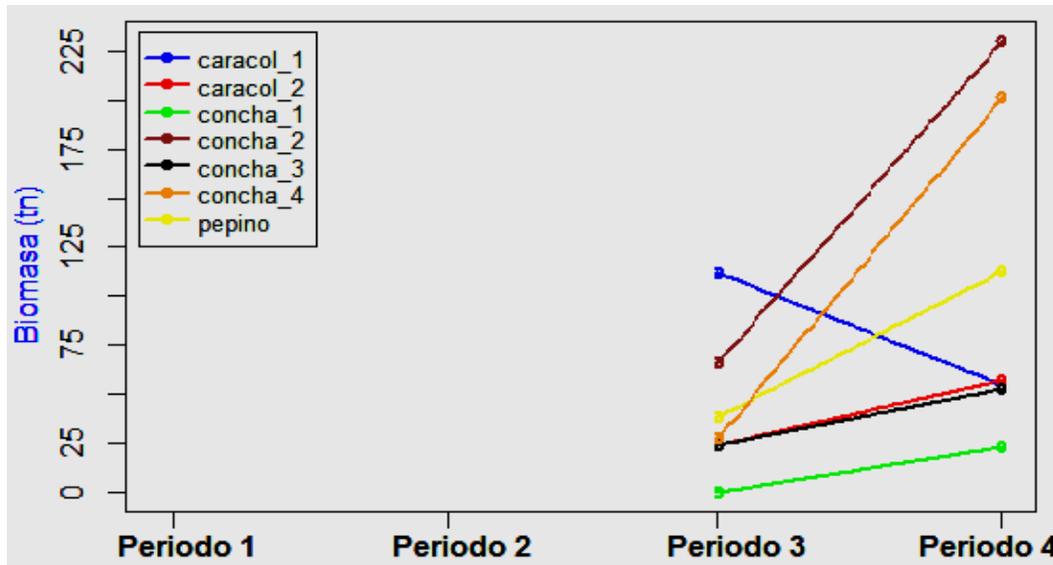


Figura 202. Representación temporal de las especies presentes en los Bancos Naturales de Invertebrados (BNI).

De los resultados obtenidos, se determinó que Caracol negro en total presentó un valor máximo de 111.87 tn para el periodo 3 y 57.40 tn para el periodo 4. En el caso del Pepino de mar en total sólo se evidenció un pico máximo de biomasa para el periodo 4, el cual fue de 23.52 tn.

De las 4 estaciones de la Concha navaja se determinó que para el periodo 3 el mayor valor de biomasa registrado fue de 66.33 tn y para el periodo 4 fue de 230.50 tn. En base a estos resultados solo se evidenció descenso de la biomasa en “Caracol_1”, evidenciándose en las demás especies una tendencia de aumento de su biomasa (tn), cabe mencionar que estos resultados fueron obtenidos del promedio de biomasa por especie y por periodo.

En el (Anexo 21) se muestra la variación total de biomasa de cada especie en los últimos 10 años de análisis.

4.2.2.1. Caracol (*Stramonita chocolata*)

Esta especie fue analizada de 3 maneras:

- Georreferenciación de las zonas de ubicación y variación de biomasa (2005 - 2014).
- Georreferenciación de las Zonas de Extracción (2013 – 2015).
- Georreferenciación de las Zonas de Distribución y concentración (2013 – 2015).

En el primer análisis el Caracol Negro se presentó en dos zonas las cuales fueron la isla Don Martin y la Isla Mazorca (**Figura 21**), para ambas zonas según los valores de biomasa obtenida solo se presentaron en el 3er y 4to periodo, siendo su ubicación en ambos periodos la misma.

Se analizó la variabilidad de biomasa el caracol para cada zona de estudio (**Figura 24**), en la cual se determinó que:

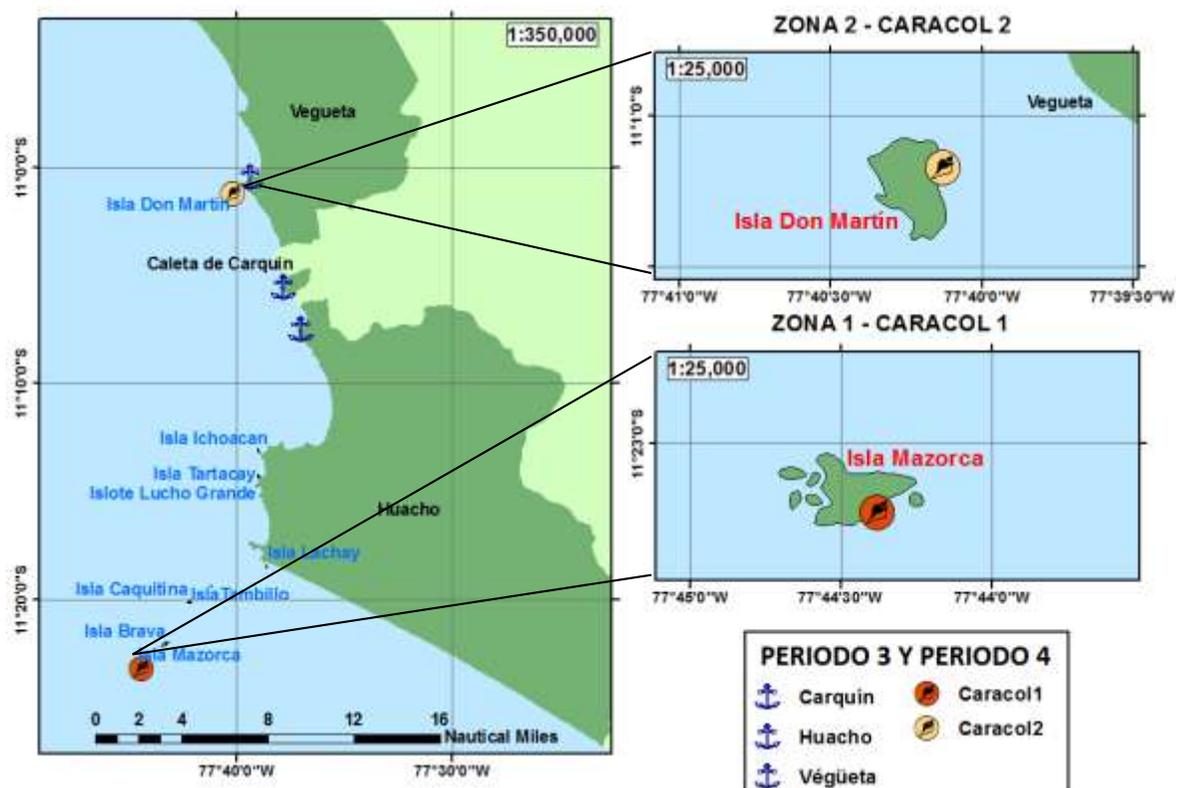


Figura 213. Ubicación del caracol negro “*Stramonita chocolata*” frente a las costas de Huaura presentes en el periodo 3 y periodo 4.

- El valor más alto de biomasa se determinó en Isla Mazorca con una biomasa de 449.3 tn para el 2009, periodo 3.
- El valor más bajo de biomasa fue obtenido en el 2011, con un valor de biomasa de 25.8 tn, periodo 4.

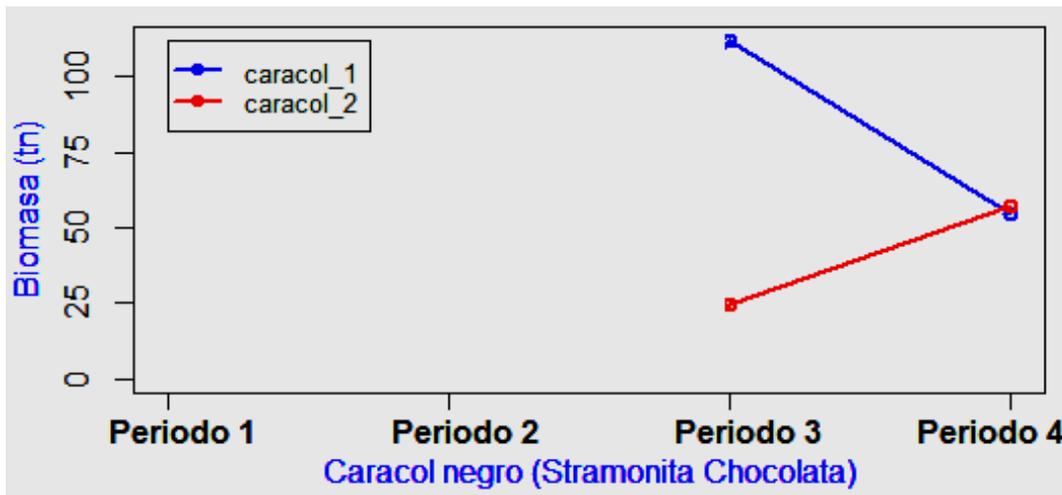


Figura 224. Variabilidad de biomasa del caracol negro “*Stramonita chocolata*” en los periodos 3 y 4.

En el segundo análisis realizado al Caracol Negro se obtuvieron los mapas de Distribución (**Figura 23**) y Concentración de esta especie en donde se dividió el área de estudio en 6 zonas con el objetivo de obtener una mejor visualización de su distribución, las zonas obtenidas solo muestran las distribuciones que presentó el Caracol Negro en el Periodo 4.

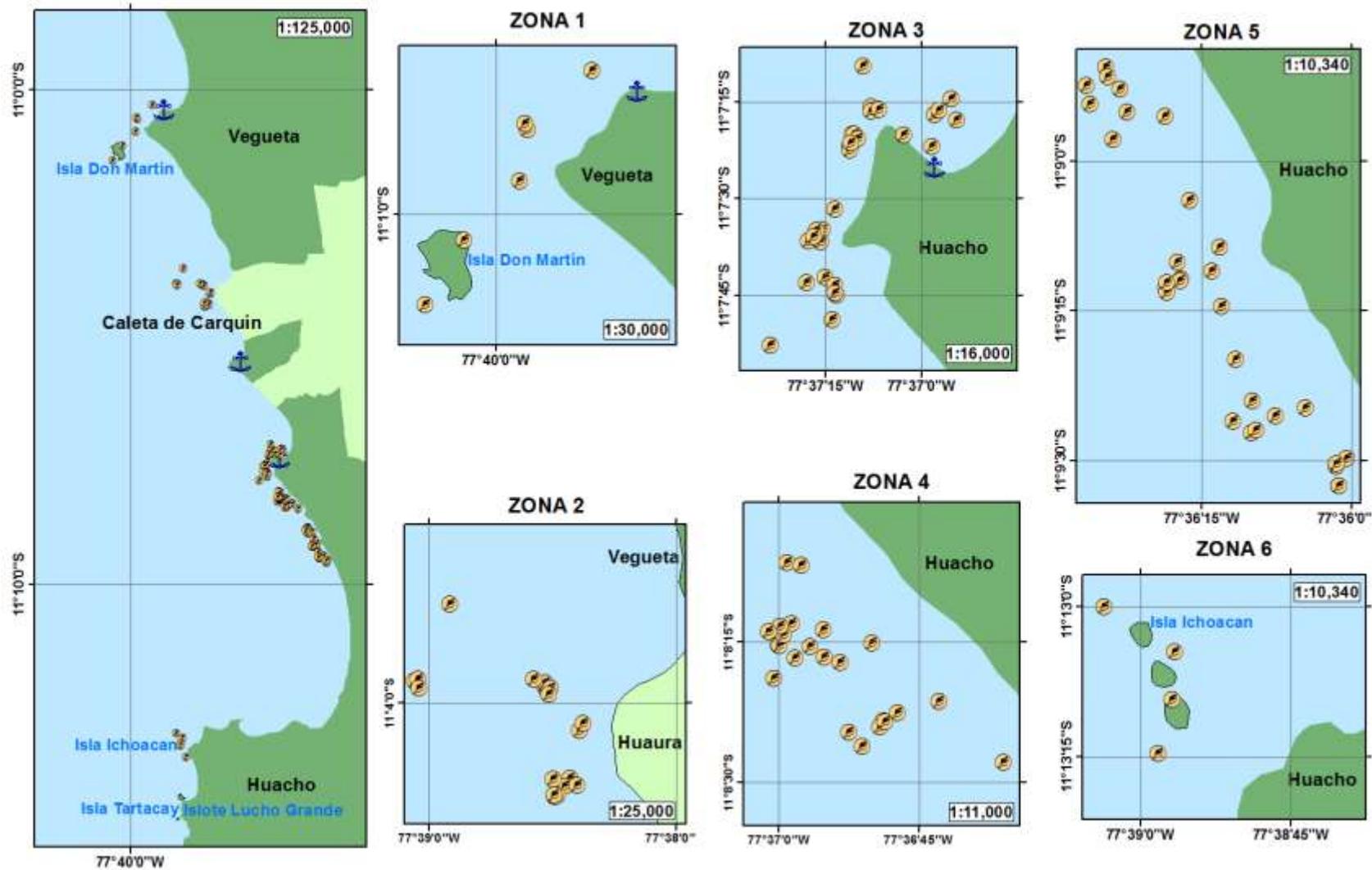
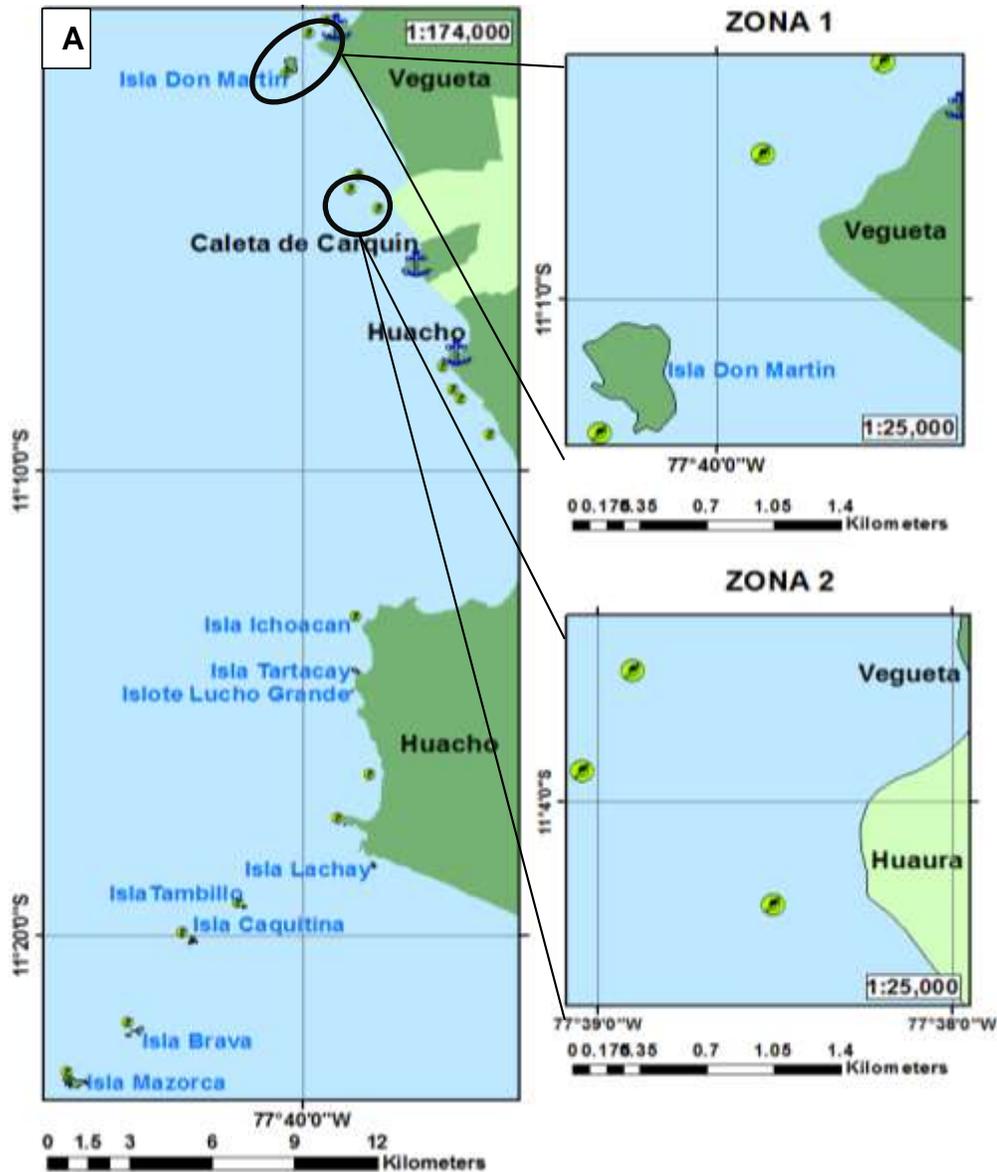


Figura 235. Georreferenciación de la distribución y concentración del caracol negro “*Stramonita chocolata*” frente a las costas de Huaura presentes en el periodo 4, a) zona 1 y 2. b) Zona 3 y 4. c) Zona 5 y 6.

En el tercer análisis realizado al Caracol Negro se obtuvieron los mapas de Zonas de Extracción de esta especie (**Figura 24**), para este análisis se procedió a dividir el área de estudio en 6 zonas, las zonas obtenidas solo muestran las distribuciones que presentó el Caracol Negro en el Periodo 4 (**Figura 24 A y B**).



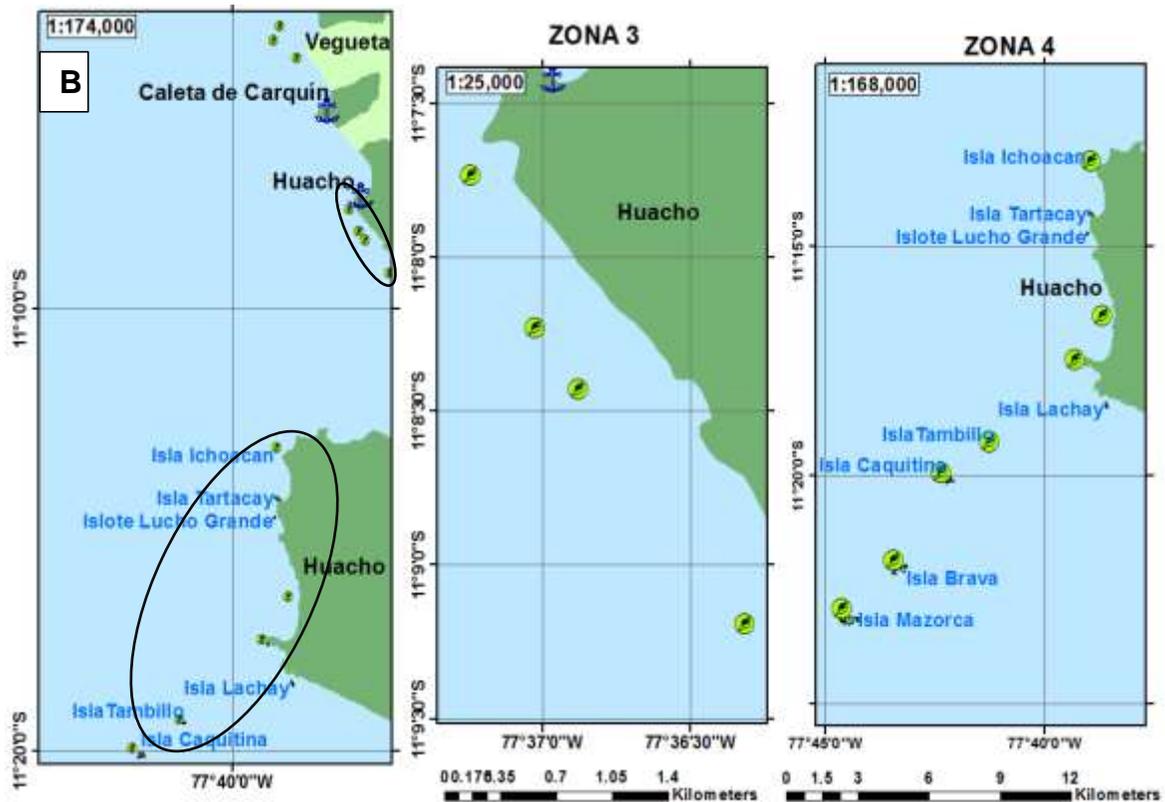


Figura 246. Espacialización de las Zonas de Extracción del caracol negro “*Stramonita chocolata*” frente a las costas de Huaura presentes es el periodo 4, **a)** zona 1 y 2. **b)** Zona 3 y 4.

Los mapas de Distribución y concentración así como de las Zonas de extracción fueron representados mediante ubicación puntual que presentaba cada dato, no se realizó el análisis de la variación de biomasa debido a que los valores de biomasa que presentaron estos datos fueron los promedios del 2013 al 2015.

4.2.2.2. Pepino de mar (*Patallus Mollis*)

Esta especie fue analizada de 2 maneras:

- Georreferenciación de las zonas de ubicación y variación de biomasa (2005 - 2014).
- Georreferenciación de las Zonas de Distribución y concentración (2013 – 2015).

En el primer análisis el Pepino de mar se presentó en un área estimada desde el Islote de Tartacay hasta el Islote de Lachay, siguiendo toda la línea costera hasta Punta Lachay (**Figura 25**).



Figura 257. Ubicación del Pepino de mar “Patallus Mollis” en la provincia de Huaura, periodo 4.

En el análisis de la variabilidad de biomasa del pepino de mar se determinó:

- El pepino de mar presentó valores de biomasa en el periodo 4, teniéndose registro de biomasa en el año 2012 con 51.4 tn y en el 2014 con 55.8 tn (**Figura 26**), debido a que la recolección de datos se comenzó a dar desde el 2012 por parte del Laboratorio Costero de Huacho.

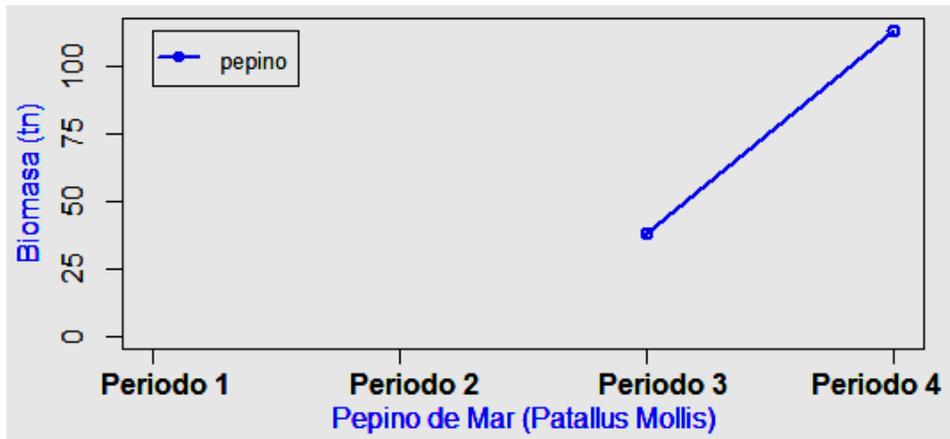


Figura 268. Variabilidad de biomasa del Pepino de mar “Patallus Mollis”.

El segundo análisis realizado al Pepino de mar se obtuvo los mapas de Distribución y concentración presente en el Periodo 4, para este análisis se procedió a dividir el área en dos zonas con la finalidad de poder visualizar mejor la distribución de esta especie, cabe mencionar que estos datos corresponden al periodo 4 (Figura 27).

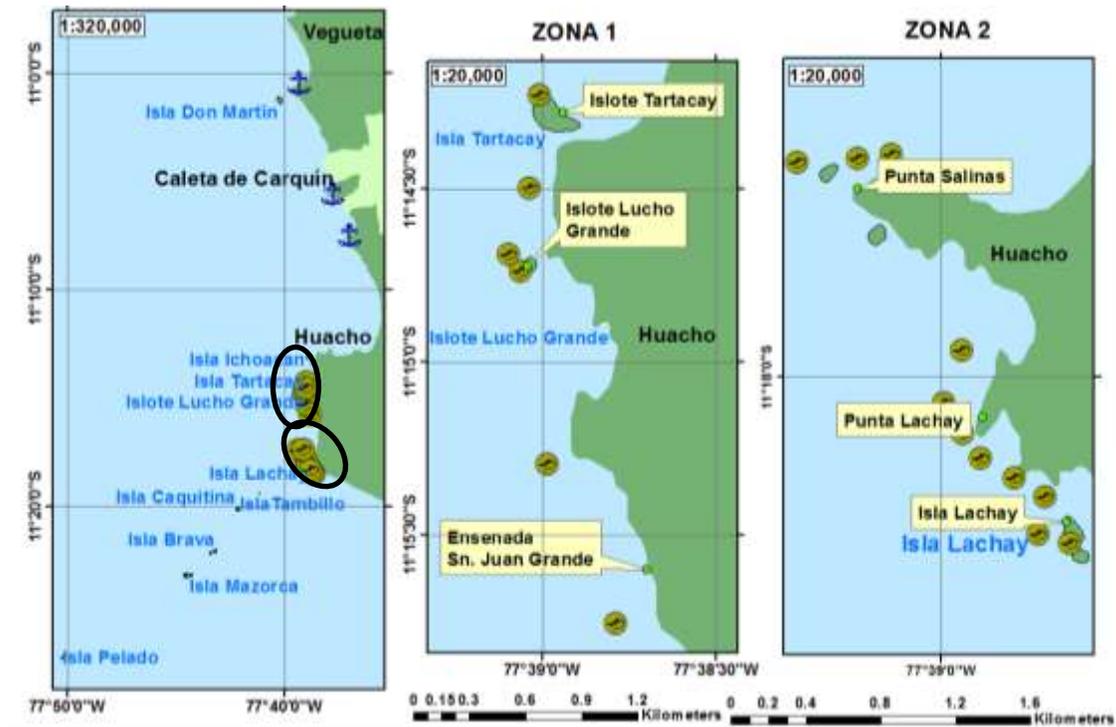


Figura 279. Georreferenciación de la distribución y concentración del Pepino de Mar “Patallus Mollis” frente a las costas de Huaura presentes en el periodo 4.

Ambos resultados obtenidos se asemejan mucho con respecto a la distribución que presenta esta especie debido a que los datos del primer análisis presentaron mejor data con respecto a la biomasa por año pero los datos del segundo análisis presentaron una mejor distribución pero carecen de data de biomasa por año. Por lo tanto para el conocimiento de las posibles zonas de distribución del Pepino de mar se puede emplear los datos presentes en la [\(Figura 27\)](#).

4.2.2.3. Concha Navaja (*Ensis Macha*)

Esta especie se analizó de 2 maneras, el primer análisis fue la georreferenciación de su distribución y variabilidad de biomasa y el segundo análisis fue la georreferenciación de su distribución y concentración.

En el primer análisis, se determinó el posicionamiento que presentó la Concha Navaja en los periodos 3 y 4 ([Tabla 11](#)), las zonas de ubicación fueron:

Tabla 11. Zonas de distribución de la Concha navaja “Ensis Macha” en el periodo 3 y 4.

ESPECIE	ZONAS	LONGITUD	LATITUD
Concha Navaja 1	Cerro Verde	-77.6200972	-11.21564170
	Punta Bajas	-77.6426583	-11.2138417
Concha Navaja 2	Punta Bajas	-77.6431722	-11.2134056
	Tartacay	-77.6508583	-11.237125
Concha Navaja 3	Herradura	-77.6472806	-11.28974440
	Punta Gallinazo	-77.65005	-11.30155000
Concha Navaja 4	Punta Gallinazo	-77.6501333	-11.3020222
	Playa Grande	-77.6260306	-11.3185806

Estas zonas fueron georreferenciados y representados de manera puntual como también la extensión que abarca cada especie. La extensión fue una aproximación generada en base a los datos obtenidos y a las zonas de muestreo empleadas por los especialistas del Laboratorio Costero de Huacho del IMARPE ([Figura](#)).

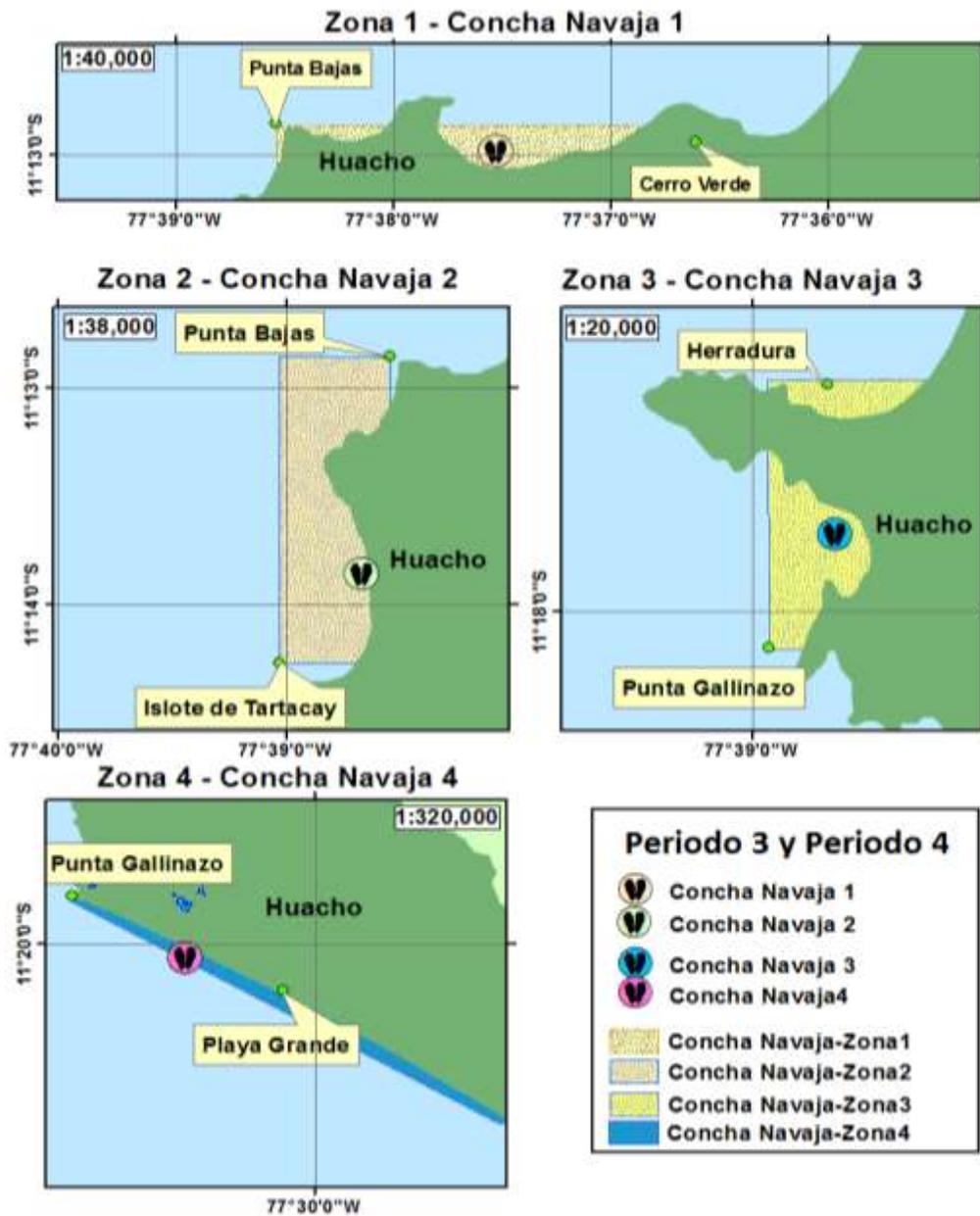


Figura 30. Ubicación de la Concha Navaja “Ensis Macha” frente a las costas de Huaura presentes en el periodo 3 y periodo 4.

Se analizó la variabilidad de biomasa de la concha navaja para cada zona de estudio (**Figura 28**), en la cual se determinó que:

- El valor más alto de biomasa fue de 753.5 tn, zona 2 (Herradura hasta Punta Gallinazo) en el periodo 4 (2012).
- El valor más bajo de biomasa fue de 34.4 tn, zona 1.

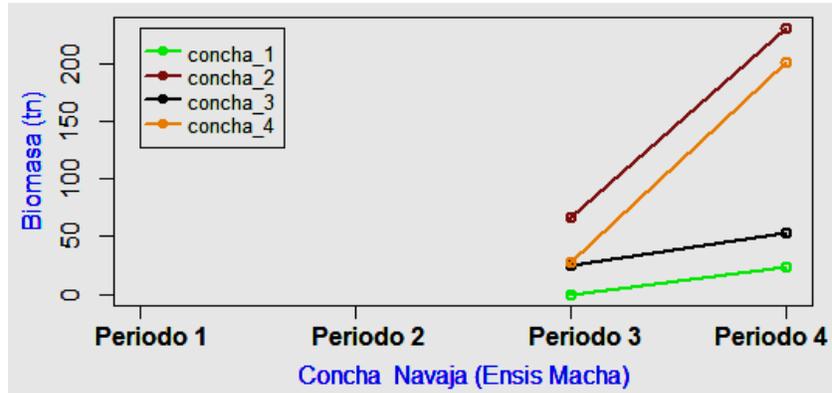


Figura 281. Variabilidad de biomasa de la concha navaja “Ensis Macha” en los periodos 3 y 4.

En el segundo análisis realizado se obtuvieron los mapas de Distribución y Concentración de esta especie, para este análisis se procedió a dividir el área de estudio en 2 zonas, las zonas obtenidas solo muestran las distribuciones que presentó la Concha Navaja en el Periodo 4 pero no los valores de biomasa en cada año dentro de ese periodo (**Figura 29**). En este análisis se demostró que la concha navaja se ubicó en dos zonas, estas fueron desde Punta Reina Blanca hasta Punta Bajas, en el distrito de Huacho y a 1 mn de Punta Salinas.

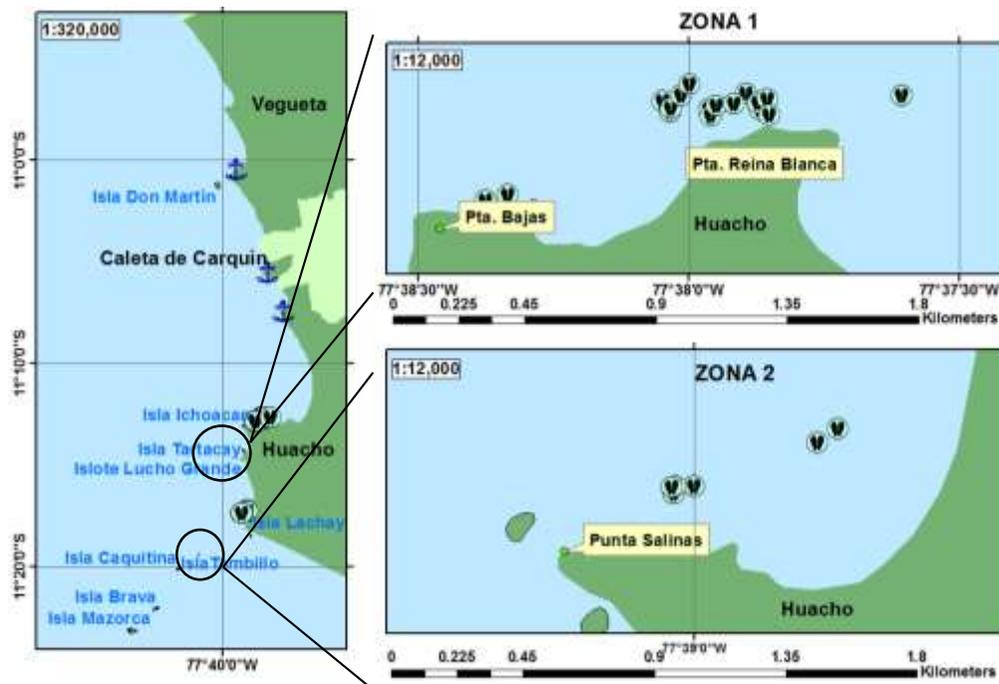


Figura 292. Georreferenciación de la distribución y concentración de la Concha Navaja “Ensis Macha” frente a las costas de Huaura presentes es el periodo 4.

De los resultados obtenidos para esta especie, la diferente distribución que presenta la concha navaja en los dos análisis es debido a que en el primer análisis la espacialización se muestra el área que abarco en los 10 años en total tanto para el periodo 3 y 4, en cambio los resultados obtenidos en el segundo análisis solo muestran la distribución promedio de los años 2013 y 2015, lapso de tiempo en donde se realizaron los muestreos para esta especie por parte del Laboratorio Costero de Huacho.

4.2.2.4. Cangrejo Peludo y Cangrejo Violáceo

Los datos obtenidos acerca de estas especies fueron sobre la distribución y concentración obtenidos en el periodo 4, cabe mencionar que los datos fueron los promedios del muestreo realizado del 2013 al 2015, por lo cual realizó solo la espacialización de los puntos de distribución que tuvieron estas especies en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.

Con la finalidad de mostrar mejor las zonas de distribución de estas dos especies se divido el análisis en 6 zonas para el cangrejo peludo (**Figura 30**) y 6 zonas para el cangrejo violáceo (**Figura 31**). Las zonas que abarco su distribución fueron las siguientes:

- Zona 1: Entre Isla Don Martin – Pta. Vegueta
- Zona 2: Entre Pta. Centinela
- Zona 3: Entre Pta. Huacho – Pta. Viuda
- Zona 4: Entre Playa Hornillos
- Zona 5: Entre Playa Colorado – Pta. Malpaso
- Zona 6: Entre Isla Choacan

Los resultados encontrados en este análisis de distribución arrojaron zonas de distribución iguales para ambas especies de cangrejo, solo mostraron diferencia en los puntos de distribución en donde el cangrejo peludo mostro mayores puntos de distribución en las zonas 1, 2, 4 y 6 y por su parte el cangrejo violáceo mostro mayores puntos de distribución en las zonas 3 y 5.

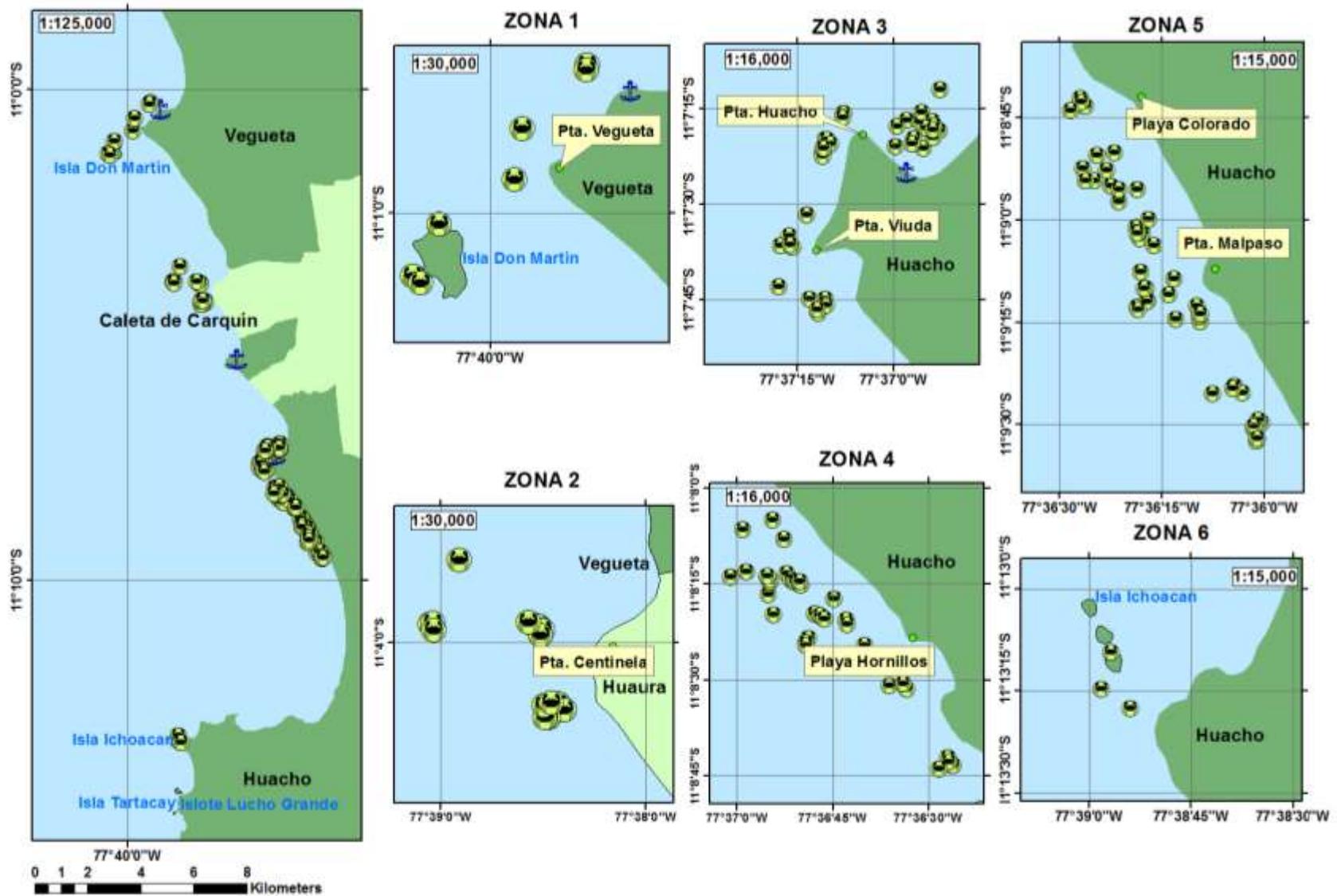


Figura 303. Georreferenciación del Cangrejo Peludo “*Cancer setosus*” frente a las Costas de Huaura presentes es el periodo 4.

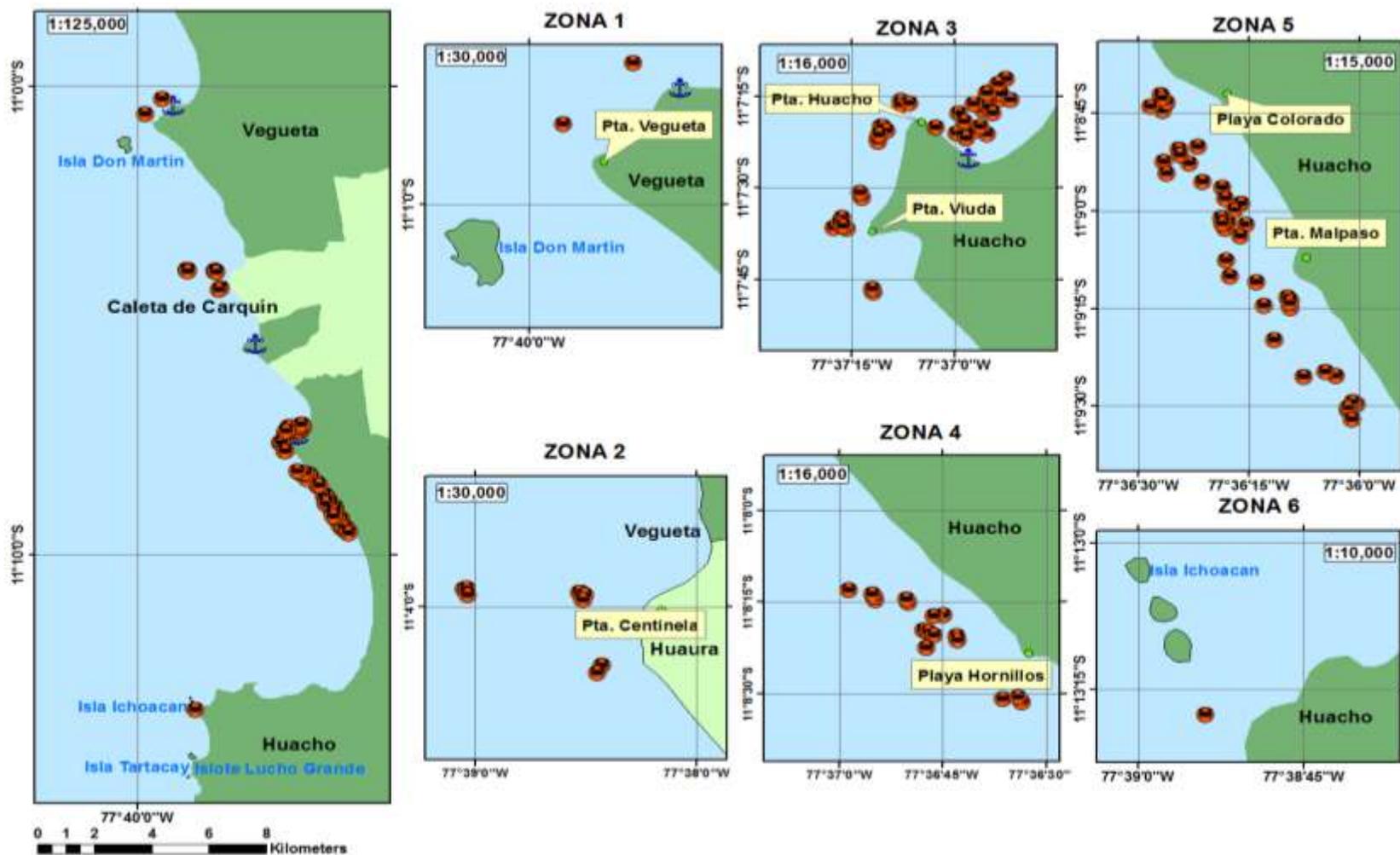


Figura 314. Georreferenciación del Cangrejo Violáceo “*Platyxantus orbigny*” frente a las costas de Huaura presentes es el periodo 4.

4.2.3. Desembarque por caleta

Los datos de desembarque por caleta se analizaron a partir de los datos otorgados por el Área Funcional de Investigación de Peces Demersales Bentónicos y Litorales (AFIPDBL), como ya se explicó en la parte metodológica, se aplicó el “Diagrama de Olmstead y Tukey” para la determinación de las 4 categorías de clasificación (Figura 32) y la determinación de especies dominantes en la zona marino-costera de Huaura (Figura 33).

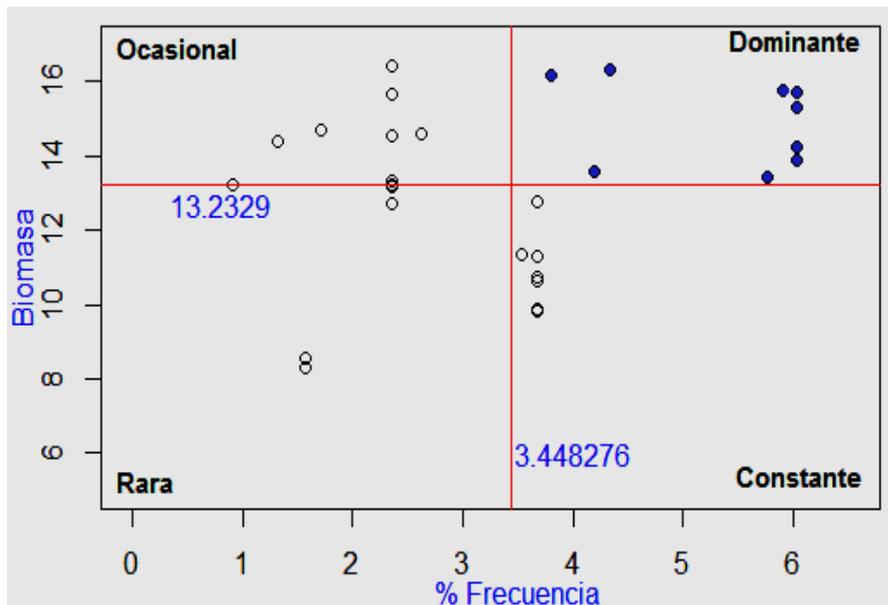


Figura 325. Categorización de las especies de desembarque por caleta empleando el Diagrama de Olmstead & Tukey.

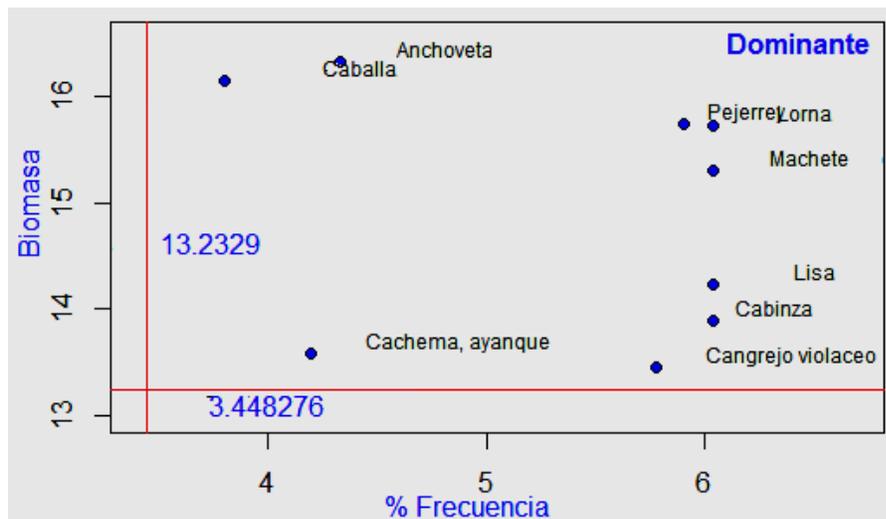


Figura 336. Selección de las especies dominantes en las caletas mediante la aplicación del “Diagrama de Olmstead & Tukey”.

Las especies dominantes encontradas son las siguientes:

Tabla 12. Selección de especies dominantes en los puertos y caletas en la zona de estudio

ESPCIES DE DESEMBARQUE		
INVERTEBRADOS	Cangrejo violáceo	<i>Platyxanthus orbigny</i>
PECES	Anchoveta, peladilla	<i>Engraulis Ringens</i>
PECES	Caballa, verle, macarela, caballeta	<i>Scomber japonicus</i>
PECES	Cabinza	<i>Isacia conceptionis</i>
PECES	Cachema, ayanque	<i>Cynoscion analis</i>
PECES	Lisa, lisa común, comebarro	<i>Mugil cephalus</i>
PECES	Lorna, cholo, roncacho	<i>Sciaena deliciosa</i>
PECES	Machete, machetillo	<i>Ethmidium maculatum</i>
PECES	Pejerrey	<i>Odontesthes regia regia</i>

La ubicación de los 2 puertos, Huacho y Vegueta, y la caleta de Carquín fueron:

Tabla 13. Ubicación geográfica de las caletas

CALETA	LONGITUD	LATITUD
VÉGUETA	77° 39' 19''	11° 00' 24''
CARQUÍN	77° 37' 46''	11° 05' 29''
HUACHO	77° 36' 58''	11° 07' 25''

FUENTE: PRODUCE, 2003

La ubicación precisa de los puertos y caletas de la provincia de Huaura fueron obtenidos del documento elaborado por el Ministerio de la Producción (PRPDUCE, 2003). Se realizó el análisis de variabilidad de desembarque para todas las 9 especies dominantes con el objetivo de determinar los picos máximos y mínimos de kg, este análisis se realizó para cada puerto y caleta de la provincia de Huaura.

4.2.3.1. Desembarque en el Puerto de Vegueta

En el puerto de Vegueta se determinaron los picos máximos y mínimos de desembarque tal y como se muestra en la (Figura 367), se determinó que:

- El pejerrey “*Odontesthes regia regia*” presentó el pico más alto de desembarque con un valor de 98,104 kg, esto se registró en el 2013, seguido de la Lorna “*Sciaena deliciosa*” que presentó 59,004 kg también en el mismo año.
- Los picos más bajos de desembarque se registraron por parte del Caracol Violáceo “*Platyxanthus orbignyi*” con 2 kg en el 2009 y la Cabinza “*Isacia conceptionis*” con 27 kg en el 2001.
- Las especies que no presentaron valor de desembarque fueron la Anchoveta “*Engraulis ringens*”, Caballa “*Scomber japonicus*” y la Cachema “*Cynoscion analis*”.

El análisis de la variación de desembarque de cada especie por año (1997 al 2014) está detallado en el [\(Anexo 22\)](#).

4.2.3.2. Desembarque en la Caleta de Carquín

En la caleta de Carquín se determinaron los picos máximos y mínimos de desembarque tal y como se muestra en la [\(Figura 348\)](#), se determinó que:

- El pejerrey “*Odontesthes regia regia*” presentó los 3 valores más altos de desembarque registrado en la zona, estos desembarques fueron de 290,733 kg en el 2013, 252,299 kg en el 2007 y 236,041 kg en 1997. La segunda especie con los picos más altos de desembarque fue la Lorna “*Sciaena deliciosa*” que presentó el mayor desembarque en 1997 con 134,453 kg.
- Los picos más bajos de desembarque lo registro la Caballa “*Scomber japonicus*” con 1 kg en el 2009, 3 kg en el 2007 y 2008 y 5 kg en el 2009.

El análisis de la variación de desembarque de cada especie por año (1997 al 2014) está detallado en el [\(Anexo 23\)](#).

4.2.3.3. Desembarque en el Puerto de Huacho

En el puerto de Huacho se determinaron los picos máximos y mínimos de desembarque tal y como se muestra en la (Figura 359), se determinó que:

- El máximo pico de desembarque fue registrado por la Anchoveta “*Engraulis ringens*”, el cual presento un desembarque de 4’218,064 kg en el año 2009. La segunda especie con los mayores desembarque fue la Caballa “*Scomber japonicus*” el cual presento 3 valores altos de desembarque los cuales fueron de 2’238,939 kg en el 2012, 2’377,046 kg en 1998 y de 1’616151 kg en el 2006.
- Los picos más bajos de desembarque se registraron por parte de la Cachema “*Cynoscion analis*” los cuales fueron 68kg en el 2005 y 86 kg en el 2009.

El análisis de la variación de desembarque de cada especie por año (1997 al 2014) está detallado en el (Anexo 24).

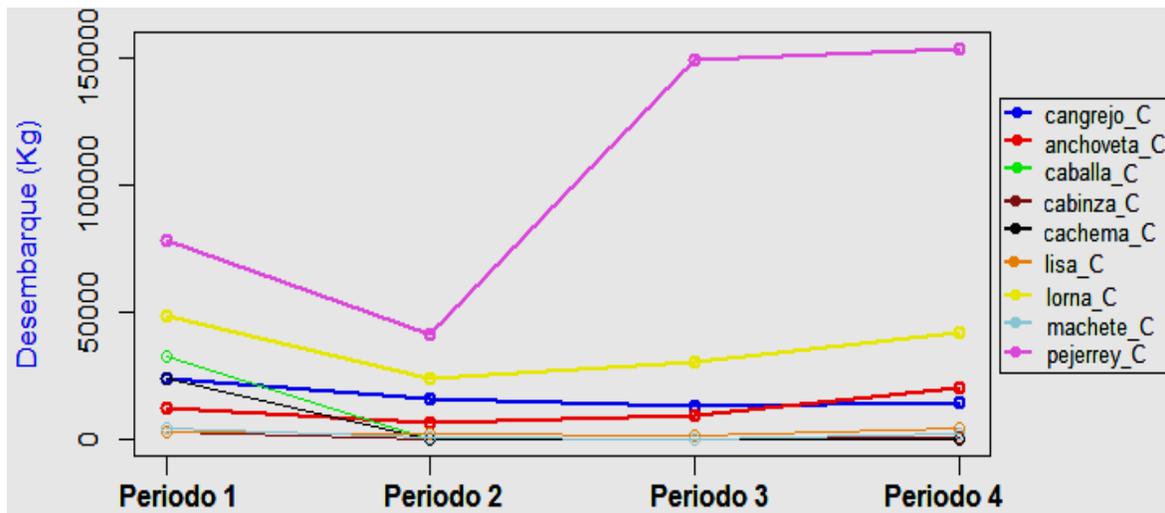


Figura 347. Análisis de variabilidad de desembarque (kg.) – Tiempo para la Caleta de Carquín.

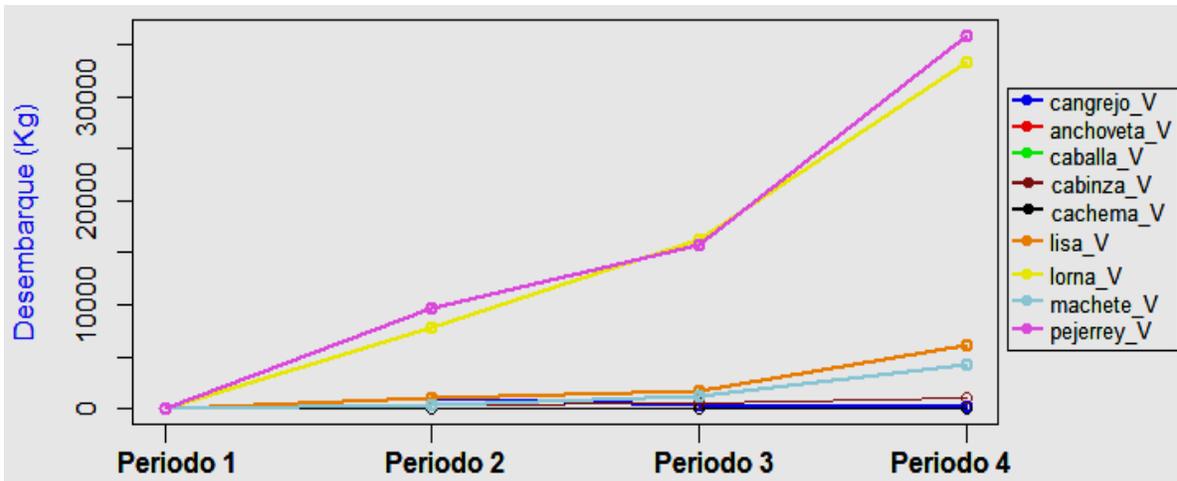


Figura 36. Análisis de variabilidad de desembarque (kg.) – Tiempo para el puerto de Vegueta.

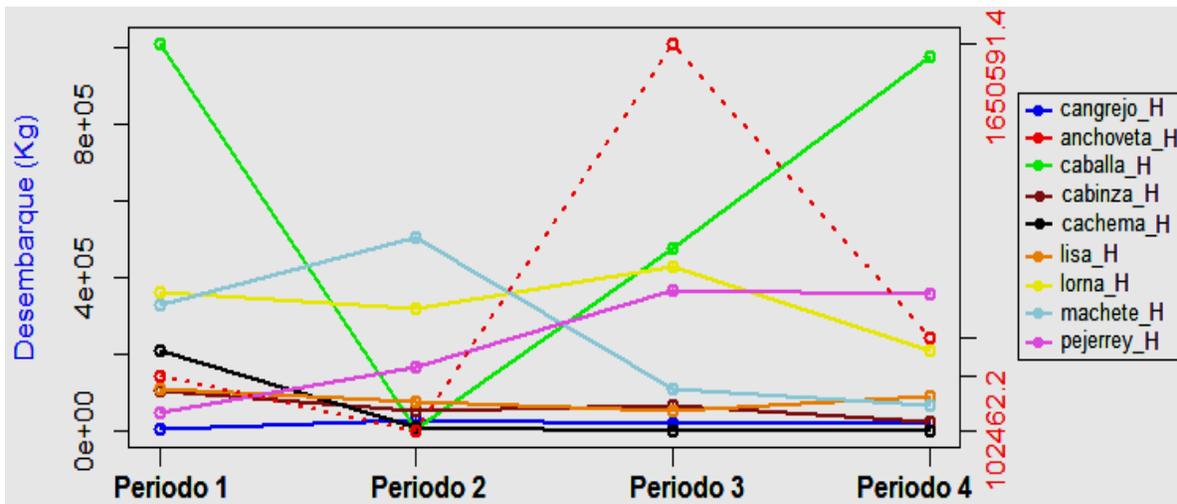


Figura 359. Análisis de variabilidad de desembarque (kg.) – Tiempo para el puerto de Huacho.

4.2.3.4. Análisis de variabilidad de desembarque por especie

Posterior al análisis en conjunto de las 9 especies dominantes de desembarque, se realizó un análisis de variabilidad de desembarque por periodo de estudio así como también la representación gráfica de la variabilidad de desembarque por cada zona de estudio, con el objetivo de determinar los periodos de mayor y menor desembarque.

4.2.3.4.1. Análisis de variabilidad del Cangrejo Violáceo (*Platyxanthus orbigny*)

En el análisis de variabilidad de desembarque por periodo y variabilidad de desembarque por zona del **cangrejo violáceo (Figura)**, se determinó que:

- En el periodo 1 (1997 – 1999), se evidenció el mayor desembarque del caracol violáceo en todos los 4 periodos de estudio con un valor de 54,818 kg (1997), esto ocurrió en la Caleta de Carquín, posterior a ello se observó un gran descenso en el desembarque de esta especie en esa zona. En el puerto de Huacho el mayor valor de desembarque se dio en 1998 con un desembarque de 19,161 kg. Cabe mencionar que en este periodo no hubo presencia del caracol violáceo en las costas de Vegueta.
- En el periodo 2 (2000 – 2004), el mayor desembarque obtenido se presentó en el puerto de Huacho, el cual fue de 37,480 kg (2001), cabe mencionar que los mayores valores de desembarque fueron obtenidos en esta zona. En el caso de la caleta de Carquín se evidenciaron 4 desembarques con valores de 28,241 kg (2001), 20,227 kg (2002), 22996 kg (2003) y 6,939 kg (2004). Para el caso del puerto de Vegueta a partir del 2001, se evidenció esta especie con un desembarque de 630 kg, posteriormente se evidenció un incremento del caracol violáceo frente a las costas de Vegueta alcanzando el su mayor desembarque de 2,484 kg (2004).
- En el periodo 3 (2005 – 2009), se evidenció un alto desembarque en el puerto de Huacho con un valor de 32,488 kg. En la caleta de Carquín presento un máximo desembarque de 22,000 kg (2006), posterior a ello se fue reduciendo la cantidad de desembarque. En Vegueta hubo ausencia de esta especie a partir del 2007.
- En el periodo 4 (2010 – 2014), hubo variaciones notorias en las 3 zonas de estudio, el valor más alto de desembarque para este periodo se registró en el 2013, con un desembarque de 37,970 kg en el puerto de Huacho. En la caleta de Carquín se evidenció un aumento pronunciado de desembarque desde el 2010 hasta el 2013 en donde el mayor valor de desembarque alcanzó 35,645 kg pero en el 2014 bajo a 13,973 kg. Los

valores más bajos de desembarque se registraron en el puerto de Vegueta con desembarques de 549 kg (2010), 185 kg (2013) y 86kg (2014).

La gráfica de variabilidad de desembarque de los 18 años de estudio del Cangrejo Violáceo se encuentra detallada en el [\(Anexo 25\)](#).

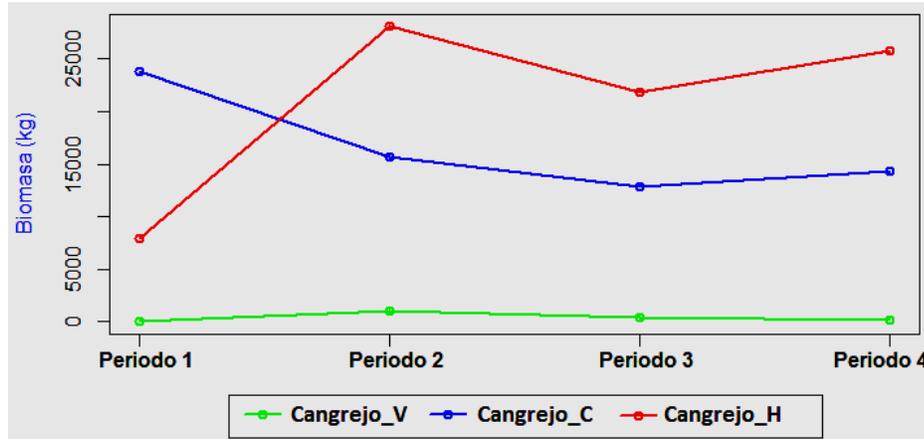


Figura 40. Análisis de variabilidad de desembarque (kg.) por periodo de estudio del Cangrejo Violáceo “*Platyxanthus orbigny*”.

4.2.3.4.2. Análisis de variabilidad de la Anchoqueta (*Engraulis Ringens*)

En el análisis de variabilidad de desembarque por periodo y variabilidad de desembarque por zona del **Anchoqueta (Figura)**, se determinó que:

- En el periodo 1 (1997 – 1999) no hubo presencia de Anchoqueta en las costas de Vegueta y tampoco en la caleta de Carquín, solo se evidenció en Huacho con valores de 498,220 kg (1997), 87,409 kg (1998), durante El Niño, y 370,144 kg (1999), durante La Niña.
- En el periodo 2 (2000 – 2004) el pico más alto para ese periodo fue registrado en Huacho, con un desembarque de 340,505 kg en el año 2000, en los años 2001 y 2002 el desembarque se descendió drásticamente alcanzando su valor más bajo de 827 kg. Posteriormente evidenció una subida en el desembarque en los años 2003 y 2004. En la caleta de Carquín se obtuvo el mayor de desembarque el cual fue de 17,356 kg (2001), su menor valor de desembarque fue de 846 kg (2002). Posteriormente evidenció una

subida en el desembarque en los años 2003 y 2004. No hubo presencia de Anchoveta en el puerto de Vegueta.

- En el periodo 3 (2005 – 2009) se evidenció el mayor desembarque de la Anchoveta en todos los 4 periodos de estudio, el cual fue de 4'218,064 kg (2009), en el puerto de Huacho. En la caleta de Carquín se evidenció desembarque en los 5 años, siendo su mayor desembarque obtenido de 12,602 kg (2008), y su menor desembarque de 5,828 kg (2006). No hubo presencia de Anchoveta en Vegueta.
- En el periodo 4 (2010 – 2014) se evidenció un valor de 1'372,019 kg (2010), puerto de Huacho, el cual es el valor más alto para este periodo, luego del 2012 no se evidenció desembarque en Huacho. Para el caso de Carquín se evidencio el mayor desembarque en el 2013 con un valor de 42,943 kg. No se evidenció desembarque de anchoveta en Vegueta.

La gráfica de variabilidad de desembarque de los 18 años de estudio de la Anchoveta se encuentra detallada en el [\(Anexo 26\)](#).

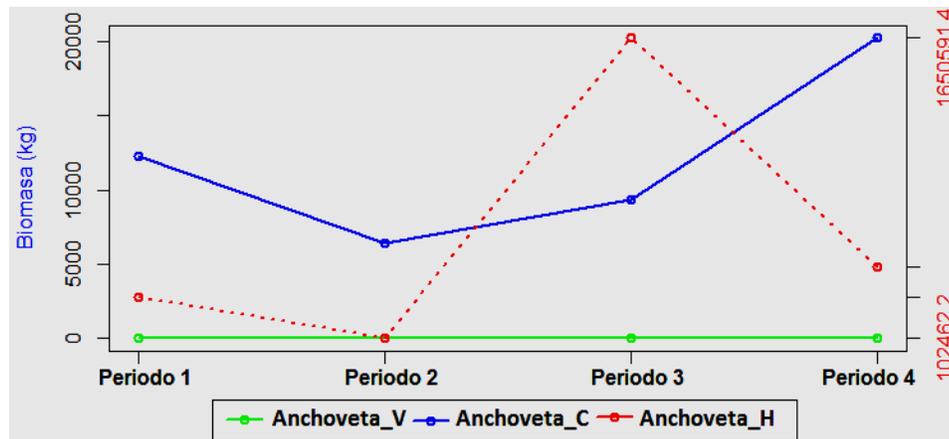


Figura41. Análisis de variabilidad de desembarque (kg.) por periodo de estudio de la Anchoveta “*Engraulis ringens*”.

4.2.3.4.3. Análisis de variabilidad de la Caballa (*Scomber japonicus*)

En el análisis de variabilidad de desembarque por periodo y variabilidad de desembarque por zona del Caballa [\(Figura\)](#), se determinó que:

- En el periodo 1 (1997 – 1999) se evidenció el mayor desembarque en todos los 4 periodos de estudio en el puerto de Huacho, con un valor de 2'377,046 kg (1997), luego los datos de Caballa en esta zona disminuyeron drásticamente. En Carquín se registraron solo dos desembarques los cuales fueron de 8,960 kg (1997) y 89,037 kg (1998). No se evidenció desembarque de caballa en el puerto de Vegueta.
- En el periodo 2 (2000 – 2004) el puerto con mayores desembarques fue Huacho, debido a que presento desembarque en los 5 años, siendo el mayor desembarque de 8,992 kg (2004) y el mínimo de 101 kg (2002). En el caso de Carquín solo se evidenció desembarque de 100 kg (2003). No se evidenció desembarque de caballa en el puerto de Vegueta.
- En el periodo 3 (2005 – 2009) la caballa presento el mayor valor de desembarque para este periodo, el cual fue obtenido en el puerto de Huacho y fue de 1'616,151 kg (2006). Posterior a ello el desembarque en esa zona siguió un descenso ligero siendo su menor valor de 21432 kg (2007). Los desembarques obtenidos en Carquín fueron muy bajos con valores de 12 kg (2006), 3 kg (2007 – 2008) y 5kg (2009). No se evidenció desembarque de caballa en el puerto de Vegueta.
- En el periodo 4 (2010 – 2014) en el puerto de Huacho se evidenció un incremento notorio de desembarque siendo su mayor valor de desembarque de 2'238,939 kg (2012). En el 2013 sufre un descenso de desembarque, posteriormente en el 2014 el desembarque aumenta hasta alcanzar 1'239,759 kg. En la caleta de Carquín se evidenció desembarque a partir del 2012, logrando su mayor desembarque en el 2014 con un valor de 9,536 kg. No se evidenció desembarque de caballa en el puerto de Vegueta.

La gráfica de variabilidad de desembarque de los 18 años de estudio de Caballa se encuentra detallada en el [\(Anexo 27\)](#).

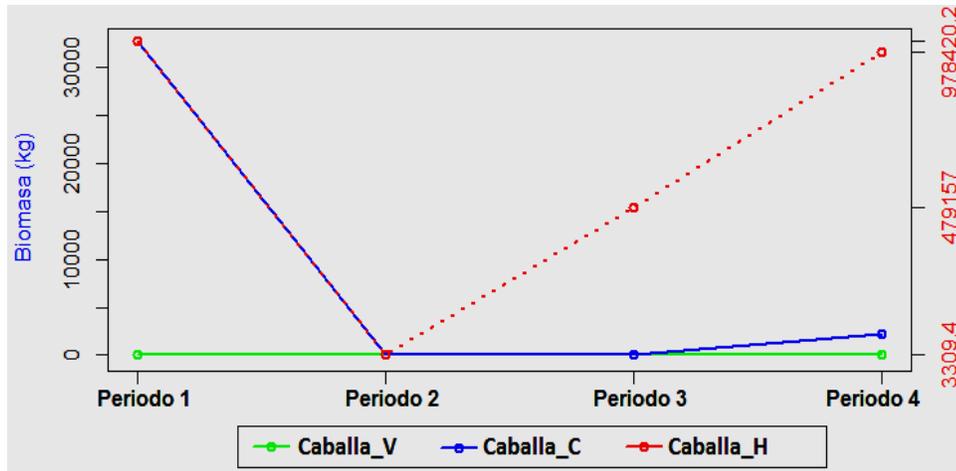


Figura 42. Análisis de variabilidad de desembarque (kg.) por periodo de estudio de la Caballa “*Scomber japonicus*”.

4.2.3.4.4. Análisis de variabilidad de la Cabinza (*Isacia conceptionis*)

En el análisis de variabilidad de desembarque por periodo y variabilidad de desembarque por zona del **Cabinza (Figura)**, se determinó que:

- En el periodo 1 (1997 – 1999) la Cabinza alcanza su mayor valor de desembarque de todos los 4 periodos de estudio siendo este valor de 188,567 kg obtenido en Huacho, posteriormente los valores de desembarque disminuyen a 66,838 kg (1998) y 65,161 kg (1999). En la caleta de Carquín también se evidenció un alto desembarque en el 97 siendo este desembarque de 8,638 kg, luego el desembarque en esa zona disminuyó drásticamente. No se evidenció desembarque de caballa en el puerto de Vegueta.
- En el periodo 2 (2000 – 2004) el pico más alto de desembarque se dio en el puerto de Huacho un desembarque de 79,614 kg (2001), posteriormente el desembarque se vio ligeramente reducido a 42,744 kg (2002), 48,459 kg (2003) y 45,451 kg (2004). Para el caso del puerto de Vegueta se evidenció un salto pronunciado de desembarque de 27 kg (2001), 67 kg (2002) a 720 kg (2003) y 822 kg (2004).
- En el periodo 3 (2005 – 2009) el mayor valor de desembarque fue obtenido en el puerto de Huacho con 81,129 kg (2008). En la caleta de Carquín el mayor desembarque fue de 254 kg (2006). Posteriormente se presentó un descenso en el desembarque con valores

de 123 kg (2007), 121 kg (2008) y 60 kg (2009). En el puerto de Vegueta solo se evidenciaron valores de desembarque de 1,584 kg (2005), 561 kg (2006) y 428 kg (2009).

- En el periodo 4 (2010 – 2014) el mayor valor de desembarque fue obtenido en el puerto de Huacho en el 2010 con un valor de 56,841 kg. En Carquín se evidenció un crecimiento de desembarque, dándose su máximo desembarque de 2,445 kg (2013). En el puerto de Vegueta en la primera mitad de este periodo el desembarque sufrió un descenso de desembarque de 1,668kg (2010) a 691 kg (2012). Posteriormente el desembarque aumento en la segunda mitad hasta alcanzar un máximo de 1,926 kg (2014).

La gráfica de variabilidad de desembarque de los 18 años de estudio de Cabinza se encuentra detallada en el [\(Anexo 28\)](#).

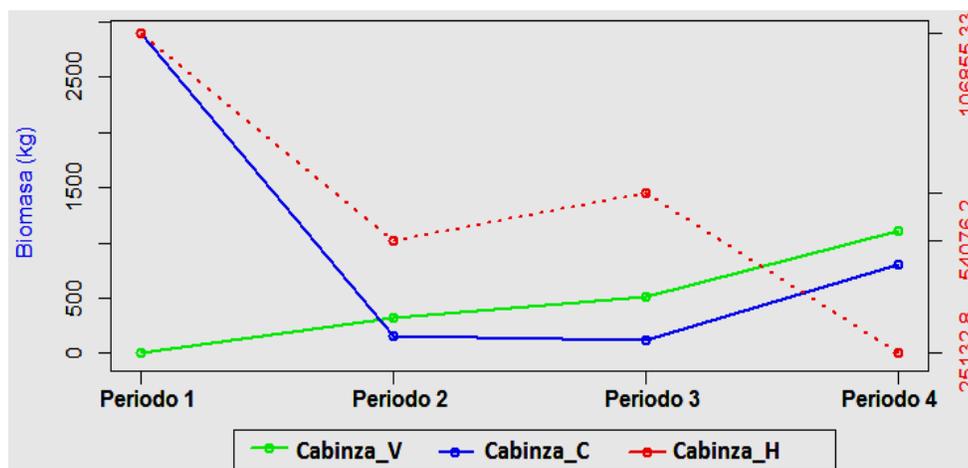


Figura 43. Análisis de variabilidad de desembarque (kg.) por periodo de estudio de la Cabinza “*Isacia conceptionis*”.

4.2.3.4.5. Análisis de variabilidad de la Cachema (*Cynoscion analis*)

En el análisis de variabilidad de desembarque por periodo y variabilidad de desembarque por zona del **Cachema** [\(Figura\)](#), se determinó que:

- En el periodo 1 (1997 – 1999) la Cachema alcanza su mayor valor de desembarque de todos los 4 periodos de estudio siendo este valor de 329,447 kg (1998). En la caleta de Carquín se presentó su máximo valor en 1997 cuando el desembarque fue de 70,416 kg, posterior a ello el desembarque desciende a 30k g (1998). No se evidenció desembarque de Cachema en el puerto de Vegueta.
- En el periodo 2 (2000 – 2004) se evidenció el mayor desembarque en el puerto de Huacho el cual fue de 36,252 kg (2010). Luego de esto el desembarque en esa zona comenzó a disminuir presentando su menor desembarque de 343 kg (2004). En la caleta de Carquín hubo presencia de Cachema a partir del 2001 con un desembarque de 435 kg, luego los valores de desembarque disminuyeron hasta 51 kg (2004). No se evidenció desembarque de Cachema en el puerto de Vegueta.
- En el periodo 3 (2005 – 2009) el mayor valor de desembarque se presentó en el puerto de Huacho con un desembarque de 1,422 kg (2005). En la caleta de Carquín los desembarques fueron muy reducidos, estos desembarques fueron de 7 kg (2005), 39 kg (2006), 49 kg (2008) y 35 kg (2009). No se evidenció desembarque de Cachema en el puerto de Vegueta.
- En el periodo 4 (2010 – 2014) el mayor desembarque se evidenció en el puerto de Huacho en el año 2014, con un valor de 12,449 kg. Anterior a este desembarque los datos oscilaron entre 228 kg (2011 – 2013) y 544 kg (2012). En la caleta de Carquín el mayor desembarque fue de 903 kg (2012). No se evidenció desembarque de Cachema en el puerto de Vegueta.

La gráfica de variabilidad de desembarque de los 18 años de estudio de Cachema se encuentra detallada en el [\(Anexo 29\)](#).

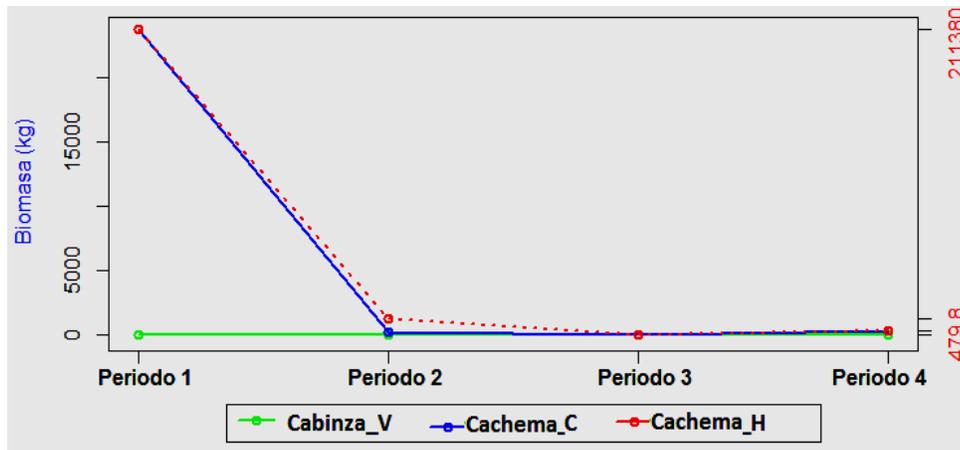


Figura 44. Análisis de variabilidad de desembarque (kg.) por periodo de estudio de la Cachema “*Cynoscion analis*”.

4.2.3.4.6. Análisis de variabilidad de la Lisa (*Mugil cephalus*)

En el análisis de variabilidad de desembarque por periodo y variabilidad de desembarque por zona de la **Lisa (Figura)**, se determinó que:

- En el periodo 1 (1997 – 1999) el mayor desembarque se dio en 1998 con un valor de 203,485 kg esto se dio en el puerto de Huacho, siendo los otros desembarques de 96,693 kg (1997) y 38,580 kg (1999). En Carquín el mayor desembarque se dio en 1997 con un valor de 7,941 kg. No se evidenció desembarque de Cachema en el puerto de Vegueta.
- En el periodo 2 (2000 – 2004) el mayor desembarque se dio en el puerto de Huacho con un valor de 221,018 kg (2002), En la caleta de Carquín los valores de desembarque tuvieron un aumento progresivo siendo su mayor desembarque de 6,904 kg (2002), posterior a este desembarque los desembarques fueron de 622 kg (2003) y 769 kg (2004). En el puerto de Vegueta se presentó un aumento progresivo de desembarque siendo su menor desembarque de 421 kg (2001) y el mayor desembarque de 1,902 kg (2004).
- En el periodo 3 (2005 – 2009) el mayor desembarque se evidenció en el puerto de Huacho con un valor de 141,425 kg (2008) posteriormente descendió a 78,178 kg (2009). En la caleta de Carquín el mayor desembarque fue de 2,966 kg (2005), luego los

valores de desembarque disminuyeron a 723 kg (2006), 429 kg (2007), 991 kg (2008) y 979 kg (2009).

- En el periodo 4 (2010 – 2014) la lisa alcanza su mayor valor de desembarque de todos los 4 periodos de estudio siendo este valor de 299,878 kg (2010), posteriormente los desembarques en esta zona descienden de manera abrupta siendo su menor desembarque de 15,782 kg (2014). En la caleta de Carquín se evidenció desembarques homogéneos siendo el mayor de ellos el del 2012 con un valor de 7,653 kg. En el puerto de Vegueta se evidenció máximo desembarque de 13,015 kg (2011). Posteriormente los desembarques fueron homogéneos siendo estos de 4,415 kg (2012), 4,473 kg (2013) y 4,662 kg (2014).

La gráfica de variabilidad de desembarque de los 18 años de estudio de Lisa se encuentra detallada en el [\(Anexo 30\)](#).

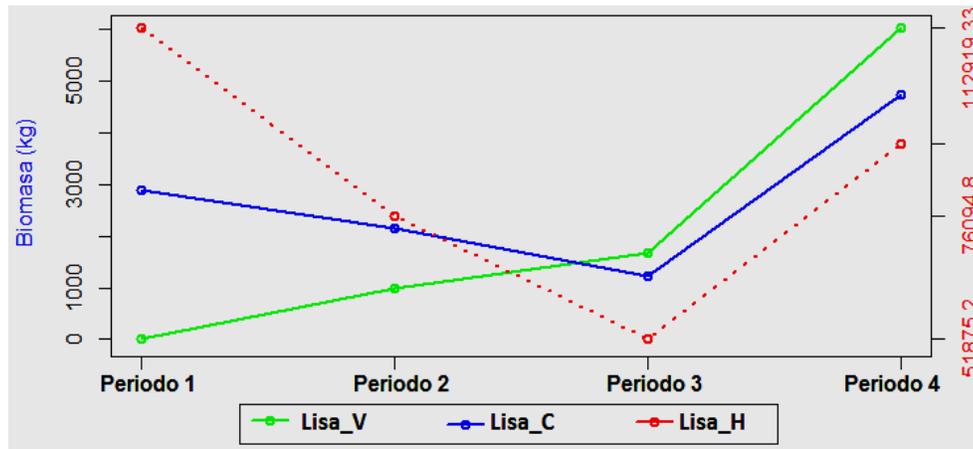


Figura 45. Análisis de variabilidad de desembarque (kg.) por periodo de estudio de la Lisa “*Mugil cephalus*”.

4.2.3.4.7. Análisis de variabilidad de la Lorna (*Sciaena deliciosa*)

En el análisis de variabilidad de desembarque por periodo y variabilidad de desembarque por zona del **Lorna** [\(Figura\)](#), se determinó que:

- En el periodo 1 (1997 – 1999) se evidenció el mayor desembarque en el puerto de Huacho en 1999 el cual fue de 443,929 kg. En la caleta de Carquín el mayor desembarque fue de 134,453 kg (1997). Posteriormente el desembarque en esta zona disminuyó a 11,550 kg (1998). No se evidenció desembarque de Cachema en el puerto de Vegueta.

- En el periodo 2 (2000 – 2004) los mayores desembarques se evidenciaron en el puerto de Huacho, siendo el mayor desembarque de 386,027 kg (2002), posteriormente el desembarque disminuyó a 233,382 kg (2003), aumentando a 320,594 kg (2004). En la caleta de Carquín los desembarques disminuyeron siendo su mayor desembarque de 66,379 kg (2001) y el menor desembarque de 10,630 kg (2004).

- En el periodo 3 (2005 – 2009) la Lorna alcanzó su mayor valor de desembarque de todos los 4 periodos de estudio siendo este valor de 567,630 kg (2008). En la caleta de Carquín los desembarques fueron relativamente bajos en comparación de los datos obtenidos en el puerto de Huacho, siendo el mayor desembarque de 37,004 en el 2005 y el menor de 14,787 kg (2007). En el puerto de Vegueta presentaron en la primera mitad de este periodo un descenso de 29,631 kg (2005) a 0 kg (2007), posteriormente en la segunda mitad aumento hasta alcanzar su mayor desembarque de 38,068 kg (2009).

- En el periodo 4 (2010 – 2014) el mayor desembarque se dio en el puerto de Huacho con 372,735 kg (2010), luego los desembarques en esta zona siguieron una tendencia negativa alcanzando su menor desembarque con 127,032 kg (2014). En la caleta de Carquín los desembarques no disminuyeron tanto en todo el periodo, presentaron su mayor desembarque de 57,101 kg (2012) mientras que su menor desembarque fue de 33,289 kg (2014). En el puerto de Vegueta los desembarques fueron muy cambiantes, del 2010 al 2011 el desembarque disminuyó a 10,792 kg, posteriormente los valores de desembarque presentaron un aumento pronunciado hasta alcanzar su mayor valor de 59,004 kg (2013), finalmente en el 2014 presentaron una baja de desembarque hasta llegar a 40,927 kg.

La gráfica de variabilidad de desembarque de los 18 años de estudio de Lorna se encuentra detallada en el (Anexo 31).

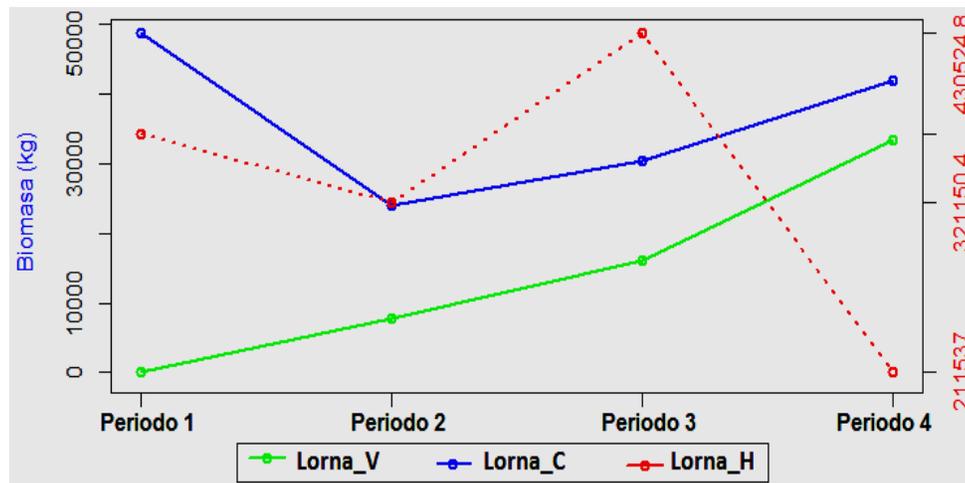


Figura 46. Análisis de variabilidad de desembarque (kg.) por periodo de estudio de la Lorna “*Sciaena deliciosa*”.

4.2.3.4.8. Análisis de variabilidad del Machete (*Ethmidium maculatum*)

En el análisis de variabilidad de desembarque por periodo y variabilidad de desembarque por zona del **Machete** (Figura), se determinó que:

- En el periodo 1 (1997 – 1999) el mayor desembarque observado fue en 1997 con un desembarque de 632,071 kg en el puerto de Huacho, luego el desembarque en esa zona presento una tendencia negativa con un desembarque mínimo de 122,526 kg. En la caleta de Carquín el mayor desembarque fue de 8,550 kg (1997), terminando este periodo con 0 kg (1999). No se evidenció desembarque de Cachema en el puerto de Vegueta.
- En el periodo 2 (2000 – 2004) el Machete alcanza su mayor valor de desembarque de todos los 4 periodos de estudio siendo este valor de 1'210,725 kg (2001), los posteriores desembarques presentaron una tendencia negativa siendo estos de 302,910 kg (2002), 110.304 kg (2003) y 132,950 kg (2004). En este periodo si se evidenció desembarque en Vegueta, siendo su mayor desembarque de 859 kg (2001) y su menor desembarque de 96 kg (2004).

- En el periodo 3 (2005 – 2009) los mayores desembarques se evidenciaron en el puerto de Huacho, siendo el mayor desembarque en el 2005 con un valor de 242,591 kg y su menor desembarque al finalizar este periodo, 2009, con un desembarque de 47,972 kg. Los desembarques en la caleta de Carquín presentaron un crecimiento en los 5 años, siendo su menor desembarque de 2 kg (2005) y su mayor desembarque de 824 kg (2009). En el puerto de Vegueta se evidenció un ligero incremento del desembarque en los 2 primeros años, 2005 y 2006, posteriormente en el 2007 y 2008 no se evidenció desembarque de Machete, finalmente en el 2009 se presentó el mayor desembarque de 5,580 kg.
- En el periodo 4 (2010 – 2014) el mayor desembarque se evidenció en el puerto de huacho, en el cual se evidenció 2 picos máximos de desembarque, el primero de 90,555 kg (2012) y el segundo de 81,755 kg (2014). En la caleta de Carquín se evidenció un incremento de desembarque en los 3 primeros años, 1,102 kg (2010), 2,782 kg (2011) y 2,846 kg (2013). Posteriormente presenta una reducción en el desembarque siendo este 550 kg (2013) para finalmente obtener su mayor desembarque de 5,552 kg (2014). En el puerto de Vegueta se evidenció valores de desembarque muy altos en comparación con los valores obtenidos en los anteriores periodos, siendo su menor desembarque de 965 kg (2013) y el mayor desembarque de 6,912 kg (2014).

La gráfica de variabilidad de desembarque de los 18 años de estudio del Machete se encuentra detallada en el [\(Anexo 32\)](#).

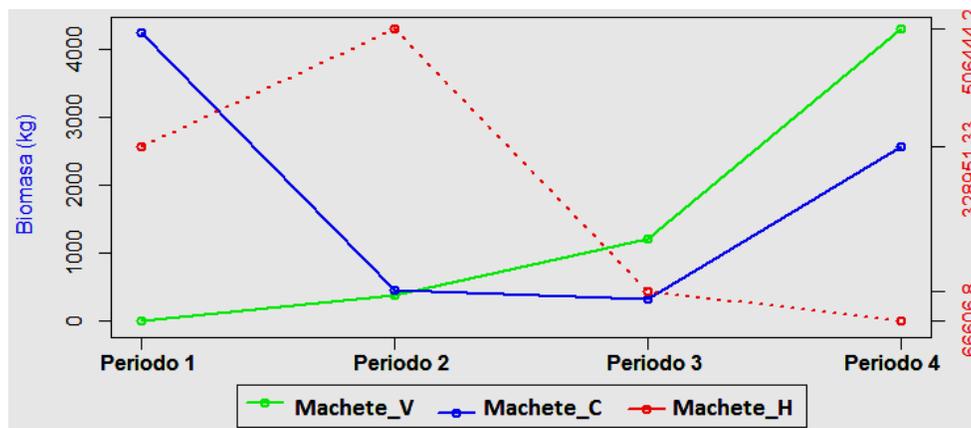


Figura 47. Análisis de variabilidad de desembarque (kg.) por periodo de estudio del Machete “*Ethmidium maculatum*”.

4.2.3.4.9. Análisis de variabilidad del Pejerrey (*Odontesthes regia regia*)

En el análisis de variabilidad de desembarque por periodo y variabilidad de desembarque por zona del **Pejerrey (Figura)**, se determinó que:

- En el periodo 1 (1997 – 1999) el mayor desembarque obtenido para el puerto de Huacho se dio en 1997 con un valor de 149,148 kg, al año siguiente no hubo registro de desembarque, en 1999 el desembarque obtenido fue de 1,118 kg. El mayor desembarque se evidenció en la caleta de Carquín con un desembarque de 236,041 kg (1997), posteriormente el desembarque en esa zona disminuyó drásticamente a valores de 6 kg (1998) y 0 kg (1999). No se evidenció desembarque de Cachema en el puerto de Vegueta.
- En el periodo 2 (2000 – 2004) el mayor desembarque se evidenció en el puerto de huacho, los desembarques en esta zona presentaron una tendencia positiva en todos los 5 años, siendo su mínimo desembarque de 56,036 kg (2000) y el mayor desembarque de 297,066 kg (2004). En la caleta de Carquín se obtuvo desembarque a partir del 2001 el cual fue de 38,850 kg, el mayor desembarque fue de 90,402 kg (2003), posteriormente disminuye hasta 20,127 kg (2004). En el puerto de Vegueta los desembarques fueron de 2,655 kg (2001) aumentando a 11,583 kg (2002). El mayor desembarque en este puerto se evidenció en el último año, 2014, con un valor de 24,440 kg,
- En el periodo 3 (2005 – 2009) los mayores valores de desembarque se evidenciaron en el puerto de Huacho, siendo los mayores desembarques obtenidos de 350,380 kg (2005), 428,822 kg (2007) y 561,534 kg (2009). En Carquín los desembarques obtenidos en la primera mitad de este periodo presentaron un aumento progresivo de 141,294 kg (2005), 148,663 kg (2006) y 252,299 kg (2008). Posteriormente en la segunda mitad de este periodo el desembarque disminuye a 95,193 kg, aumentando para el último año a 109,650 kg. Los desembarques obtenidos en el puerto de Vegueta fueron de 54,172 kg (2005), 19.485 kg (2006) y 4,756 kg (2009).
- En el periodo 4 (2010 – 2014) el Pejerrey alcanza su mayor valor de desembarque de todos los 4 periodos de estudio siendo este valor de 592,021 kg (2013), en esta zona en

los 3 primeros años el desembarque de Pejerrey presentó un aumento progresivo pasando de 238,787 kg (2010) a 284,171 kg (2012). Los desembarques obtenidos en la caleta de Carquín presentaron saltos pronunciados en cuando al aumento de desembarque, pasando de 80,444 kg (2011) a 143,611 kg (2012) y 290,733 kg (2013). En el último año el desembarque en esta zona se redujo a 159,563 kg.

La gráfica de variabilidad de desembarque de los 18 años de estudio del Pejerrey se encuentra detallada en el (Anexo 33).

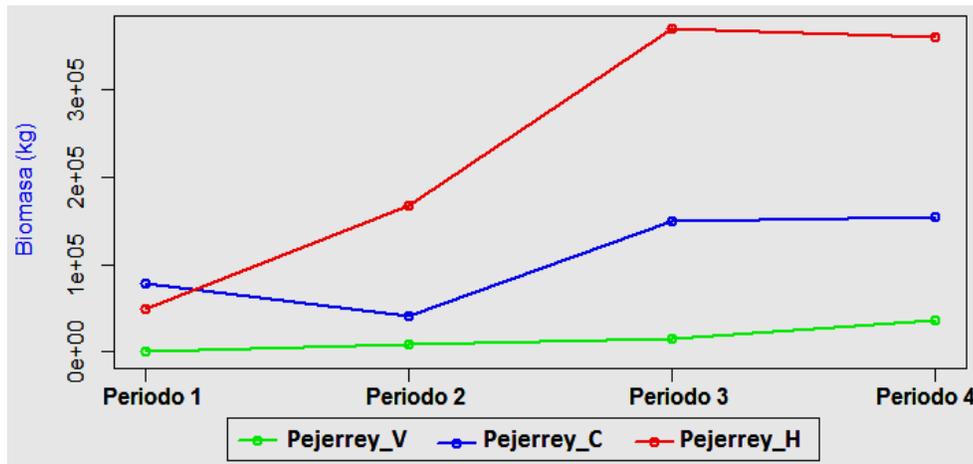


Figura 48. Análisis de variabilidad de desembarque (kg.) por periodo de estudio del Pejerrey “*Odontesthes regia regia*”.

4.2.4. Zonas de pesca frente a las costas de Huaura

Los datos de zonas de pesca fueron analizados en base a la previa selección de especies dominantes la cual se llevó a cabo mediante el empleo del “Diagrama de Olmstead & Tukey”, como ya se indicó en la parte metodológica el empleo de este Diagrama determina las 4 categorías de clasificación (Figura 49) y la determinación de especies dominantes en la zona marino-costera de Huaura (Figura 50).

Las especies dominantes encontradas en las 3 zonas de estudio mediante el empleo del Diagrama de Olmstead & Tukey son las siguientes:

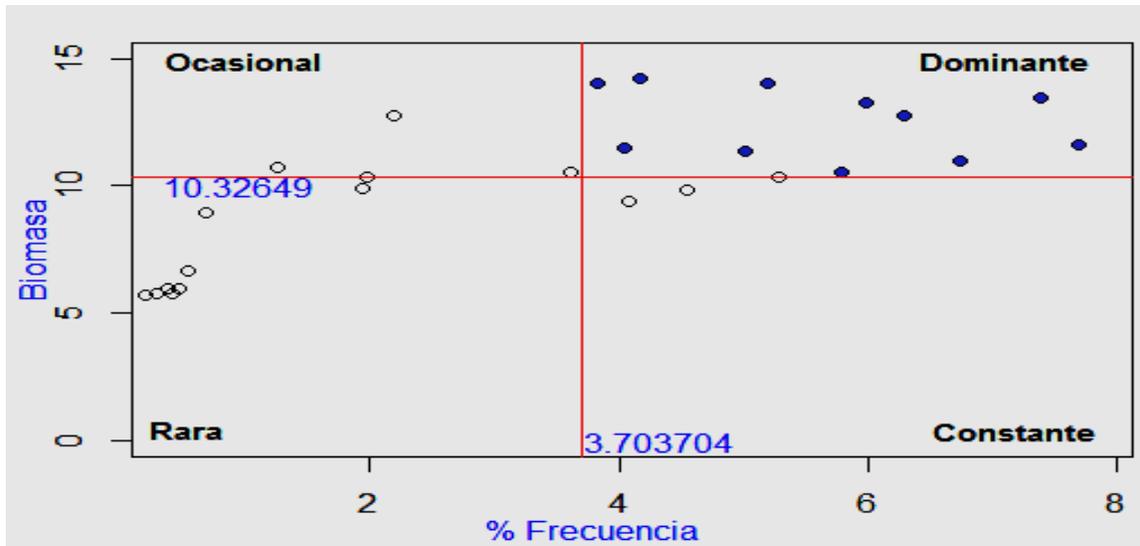


Figura 49. Categorización de las especies de Zonas de Pesca empleando el Diagrama de Olmstead & Tukey.

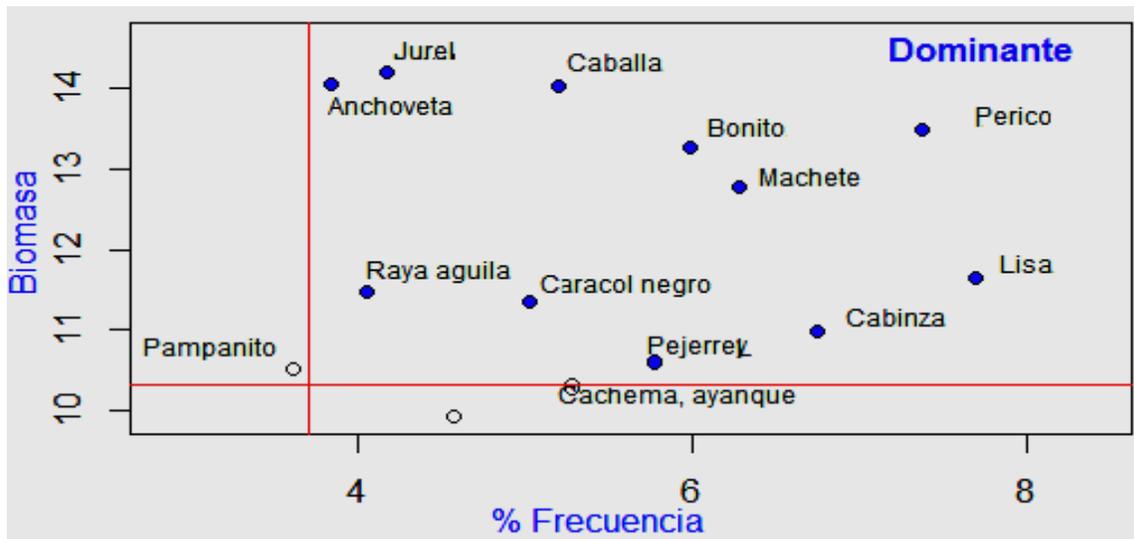


Figura 50. Selección de las especies dominantes en las Zonas de Pesca mediante la aplicación del “Diagrama de Olmstead & Tukey”.

Tabla 14. Selección de especies dominantes en las zonas de pesca

ESPECIES EN LAS ZONAS DE PESCA		
INVERTEBRADO	Caracol Negro	<i>Thaisella chocolata</i>
PEZ	Anchoveta	<i>Engraulis ringens</i>
PEZ	Bonito	<i>Sarda chiliensis chiliensis</i>
PEZ	Caballa	<i>Scomber japonicus</i>
PEZ	Cabinza	<i>Isacia conceptionis</i>
PEZ	Jurel	<i>Trachurus murphyi</i>
PEZ	Lisa	<i>Mugil cephalus</i>
PEZ	Machete	<i>Ethmidium maculatum</i>
PEZ	Pejerrey	<i>Odontesthes regia regia</i>
PEZ	Perico	<i>Coryphaena hippurus</i>
PEZ	Raya Águila	<i>Myliobatis peruvianus</i>

4.2.4.1. Zonas de pesca del Caracol negro (*Stramonita chocolata*)

El caracol negro (*Stramonita chocolata*) sustenta una importante actividad económica, pero un intenso esfuerzo de pesca genera el riesgo de un deterioro poblacional de graves consecuencias, debido a que generalmente no se respeta la talla mínima de extracción (60 mm) (Instituto del Mar del Perú, 2013a; PRODUCE, 2001).

Esta especie habita la zona infralitoral y submareal rocosa entre los 5 a 20 m de profundidad. Su distribución se extiende desde Paita (Perú) a Valparaíso (Chile) (Vegas-Vélez, 1968; Peña, 1971; Osorio *et al.* 1979), sin embargo Dhall (1909) y Keen (1971) la amplían más al norte en el Ecuador.

En base a los resultados obtenidos del procesamiento de los datos de zonas de pesca de Caracol negro (Figura 51), se evidenció que:

En el Periodo 1 (1997 - 1999), frente a las costas de Vegueta se evidenció los mayores niveles de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE), estos valores fueron de 4.57 a 270 a no más de 5 mn. Frente a las costas de Carquín se evidenciaron valores entre 4.57 a 65.3 y frente

a las costas de Huacho los valores bordearon los valores de 4.57 a 213 desde el borde litoral hasta 30 mn.

En el Periodo 2 (2000 – 2004), frente a las costas de Vegueta se evidenció los valores entre 4.57 a 129 a no más de 5 mn. Frente a las costas de Carquín se evidenciaron valores 4.57 a 42.5 y frente a las costas de Huacho se evidenciaron los mayores valores de captura por unidad de esfuerzo que bordearon los valores entre 4.57 a 237.

En el Periodo 3 (2005 – 2009), frente a las costas de Vegueta se evidenció los valores entre 4.57 a 237 a no más de 5 mn. Frente a las costas de Carquín se evidenciaron valores entre 4.57 a 19.7 y frente a las costas de Huacho se evidenciaron los mayores valores de captura por unidad de esfuerzo que bordearon los valores entre 4.57 a 387 dentro del Sistema de Islas, Islotes y Puntas guaneras.

En el Periodo 4 (2010 – 2014), frente a las costas de Vegueta se evidenció los valores entre 4.57 a 213 a no más de 5 mn. Frente a las costas de Carquín se evidenciaron valores entre 4.57 a 108 y frente a las costas de Huacho se evidenciaron los mayores valores de captura por unidad de esfuerzo que bordearon los valores entre 4.57 a 387 dentro del Sistema de Islas, Islotes y Puntas guaneras.

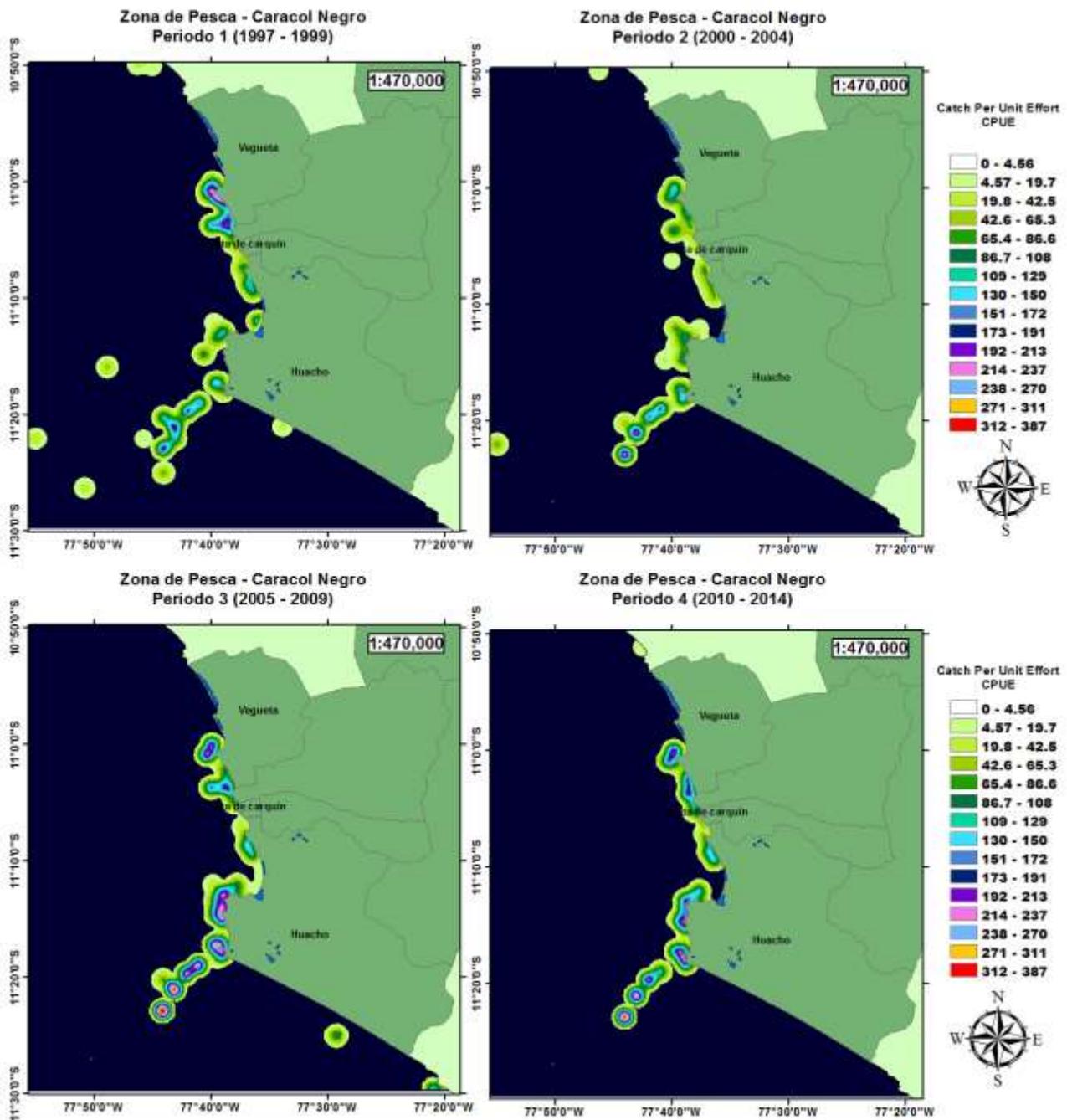


Figura 51. Zonas de pesca del Caracol Negro “*Stramonita chocolata*” para los 4 periodos de estudio en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.

4.2.4.2. Zonas de pesca de Anchoveta (*Engraulis Ringens*)

La Anchoveta Peruana (*Engraulis ringens*) es una especie pelágica nerítica que pertenece a la familia Engraulidae, habita en la franja de aguas frías de la corriente peruana, caracterizada por la gran renovación de nutrientes en las capas superficiales y su alta productividad.

Su distribución está asociada a temperaturas de 15 a 21° C y salinidad de 34,5 a 35,1 ‰, presenta una distribución vertical que alcanza profundidades de 10 a 60 m, algunas investigaciones sugieren que alcanza 80 m de profundidad, también forma cardúmenes muy densos ([Instituto del Mar del Perú, 2013b](#); [Kelle et al., 1982](#)), tiene una distribución preferentemente costera encontrándose las mayores concentraciones dentro de las 50 millas y ocasionalmente en áreas más alejadas de la costa llegando a sobre pasar las 100 millas ([Jordan & Chirinos de Vildoso., 1965](#)).

Los límites geográficos de su distribución abarcan el litoral peruano y chileno, entre Punta Aguja, Perú (03° 30' S) a Talcahuano (37° 00' S), Chile ([IMARPE – ITP, 1996](#)), distinguiéndose el stock norte-centro del Perú entre los 07-16° S que registra las mayores concentraciones, el stock sur Perú-norte de Chile, entre los 16-24° S y el stock centro-sur de Chile, entre los 24-37° S ([Chirichigno, 2001](#)). Cabe mencionar que [Schweigger \(1964\)](#) indica que la expansión geográfica está limitada al norte de Punta Aguja (5° 50'S) y Lota (37°04'S) Sur.

En base a los resultados obtenidos del procesamiento de los datos de zonas de pesca de Anchoveta ([Figura 52](#)), se evidenció que:

Los valores de CPUE mostraron que la Anchoveta se agrupa en cardúmenes muy agrupados cercanos a la costa, en el Periodo 1 (1997 - 1999), frente a las costas de Vegueta se evidenció los mayores niveles de captura por unidad de esfuerzo, estos valores fueron de 154 a 4,130 ha no más de 5 mn. Frente a las costas de Carquín se evidenciaron valores entre

154 a 840, esos valores fueron a más de 5 mn y frente a las costas de Huacho los valores de CPUE bordearon los valores de 154 a 3090 desde el borde litoral hasta 30 mn.

En el Periodo 2 (2000 – 2004), se evidenciaron cardúmenes desde 2 a 30 mn, los valores de CPUE bordearon de 154 a 3090. La mayor cantidad de cardúmenes se evidenciaron cercanos a la costa de Huacho. Solo se evidenciaron 3 cardúmenes más allá de las 25 mn con valores de CPUE de 154 a 2020.

En el Periodo 3 (2005 – 2009), se evidenciaron cardúmenes muy cercanos a la costa a no más de 10 mn, los mayores valores de CPUE de anchoveta fueron en aumento de norte a sur, estos valores bordearon de 154 a 3640 frente a Vegueta, y a partir de Carquín a Huacho los valores de los cardúmenes aumentaron bordeando los valores más altos de CPUE desde 4130 a 9730.

En el Periodo 4 (2010 – 2014), el número de cardúmenes se redujo a 9 cardúmenes bien definidos, los valores de CPUE de los cardúmenes frente a Vegueta fueron de 154 a 3630. Frente a Carquín los valores de CPUE oscilaron entre 154 a 1570, frente a Huacho los 4 cardúmenes mostraron los mayores valores, estos bordearon entre 154 a 6160.

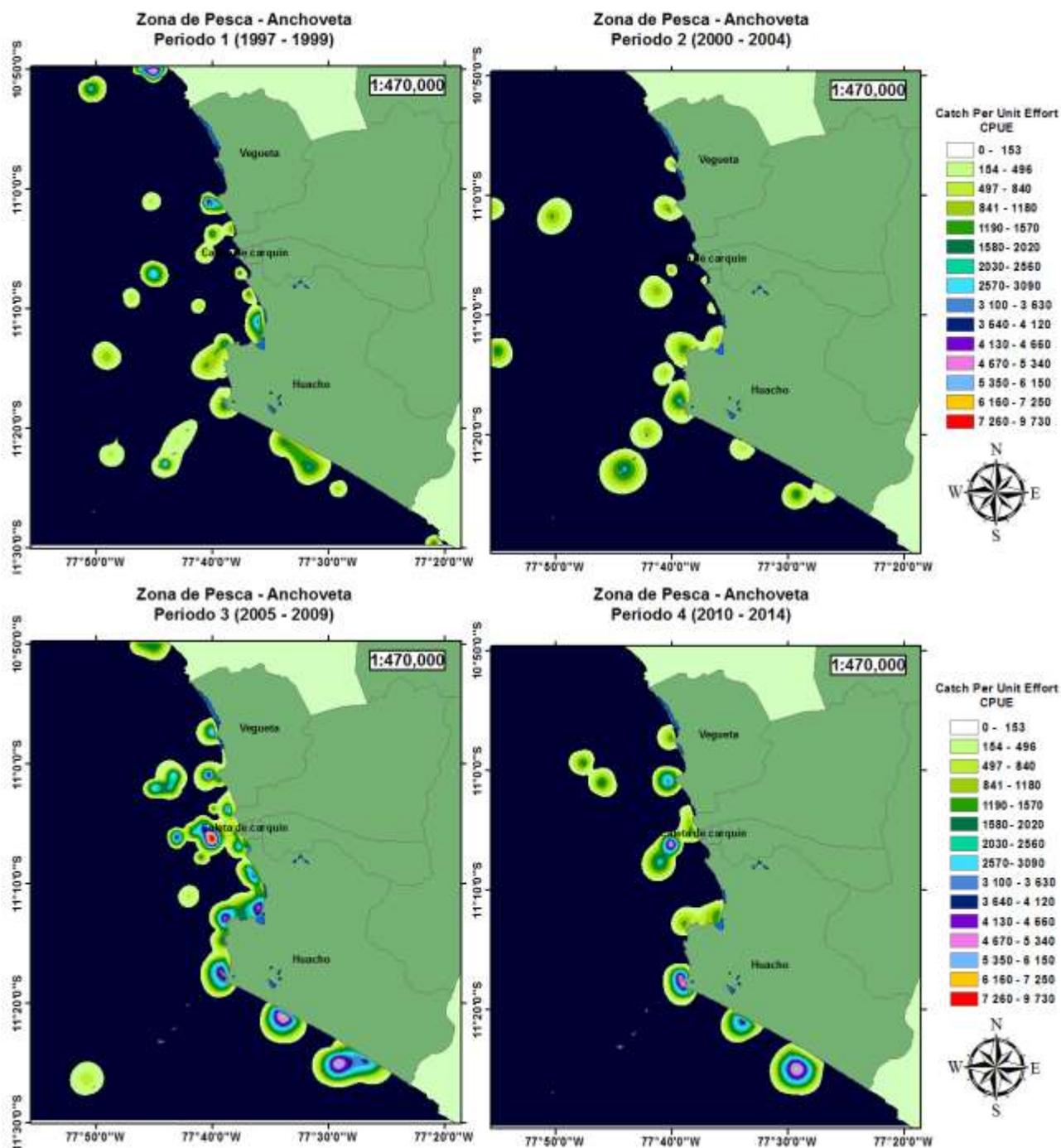


Figura 52. Zonas de pesca de la Anchoveta "*Engraulis ringens*" para los 4 periodos de estudio en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.

4.2.4.3. Zonas de pesca del Bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*)

El Bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) es una especie nerítica epipelágica que alcanzan la madurez sexual a los 2 años de edad. Según (Kelle *et al.*, 1982) el Bonito habita alrededor de la costa en aguas verdes con rangos de temperatura entre 14 a 18 °C, esto es ratificado por las investigaciones del IMARPE que sugiere que esta especie habita en aguas templadas desde 14 a 23°C y preferentemente entre los 15 a 18°C (Arellano *et al.*, 1998).

En el hemisferio sur, el desove ocurre en aguas cercanas a la costa entre septiembre y diciembre, y en el hemisferio norte, el desove comienza a principios de marzo y avanza hacia el norte en los meses siguientes en función del aumento de la temperatura.

El bonito de más edad madura a principios de temporada y tienden a vivir más mar adentro, en comparación con los peces más jóvenes. El desove es en lotes, y el número de huevos que aporta en una temporada por un espécimen de 3 kg. La fecundidad aumenta exponencialmente con el tamaño (Collette & Nauen, 1983).

Los límites geográficos de su distribución abarcan de Puerto Pizarro, Perú, a Talcahuano, Chile, distinguiéndose comúnmente entre Punta Aguja, Perú, a Iquique, Chile. Alcanza tallas entre 35.5 cm a 69 cm (Chirichigno, 2001; Arellano *et al.*, 1998). Según los estudios publicados en el “Compendio biológico tecnológico de las principales especies hidrobiológicas comerciales del Perú” (IMARPE – ITP, 1996) el bonito también presentó su distribución desde Vancouver (Canadá) hasta Baja California (México).

En base a los resultados obtenidos del procesamiento de los datos de zonas de pesca de Bonito (Figura 53), se evidenció que:

En el Periodo 1 (1997 - 1999), se evidenciaron un número reducido de cardúmenes, la mayor cantidad de estos se observaron frente a las costas de Huacho con los mayores valores de Captura por Unidad de Esfuerzo con valores que bordean entre 36.6 a 2430, esto se

evidenció dentro del Sistema de Islas, Islote y Punta guaneras. Frente a Vegueta y Carquín los valores de CPUE fueron de 36.6 a 609.

En el Periodo 2 (2000 – 2004), se evidenciaron solo 4 cardúmenes frente a las costas de Huacho, los valores de CPUE bordearon de 36.6 a 122.

En el Periodo 3 (2005 – 2009), hubo un aumento de cardúmenes alcanzando hasta 60 mn lejos de la costa, los valores de CPUE fueron mayores dentro de las 30 a 40 mn con valores de 36.6 a 3100, mientras que los cardúmenes dentro de las 30 mn solo fueron de hasta 1070.

En el Periodo 4 (2010 – 2014), se evidenciaron la mayor cantidad de cardúmenes, alcanzando distancias de hasta 100 mn. La mayoría de cardúmenes estuvieron por debajo de los 11°10' latitud sur.

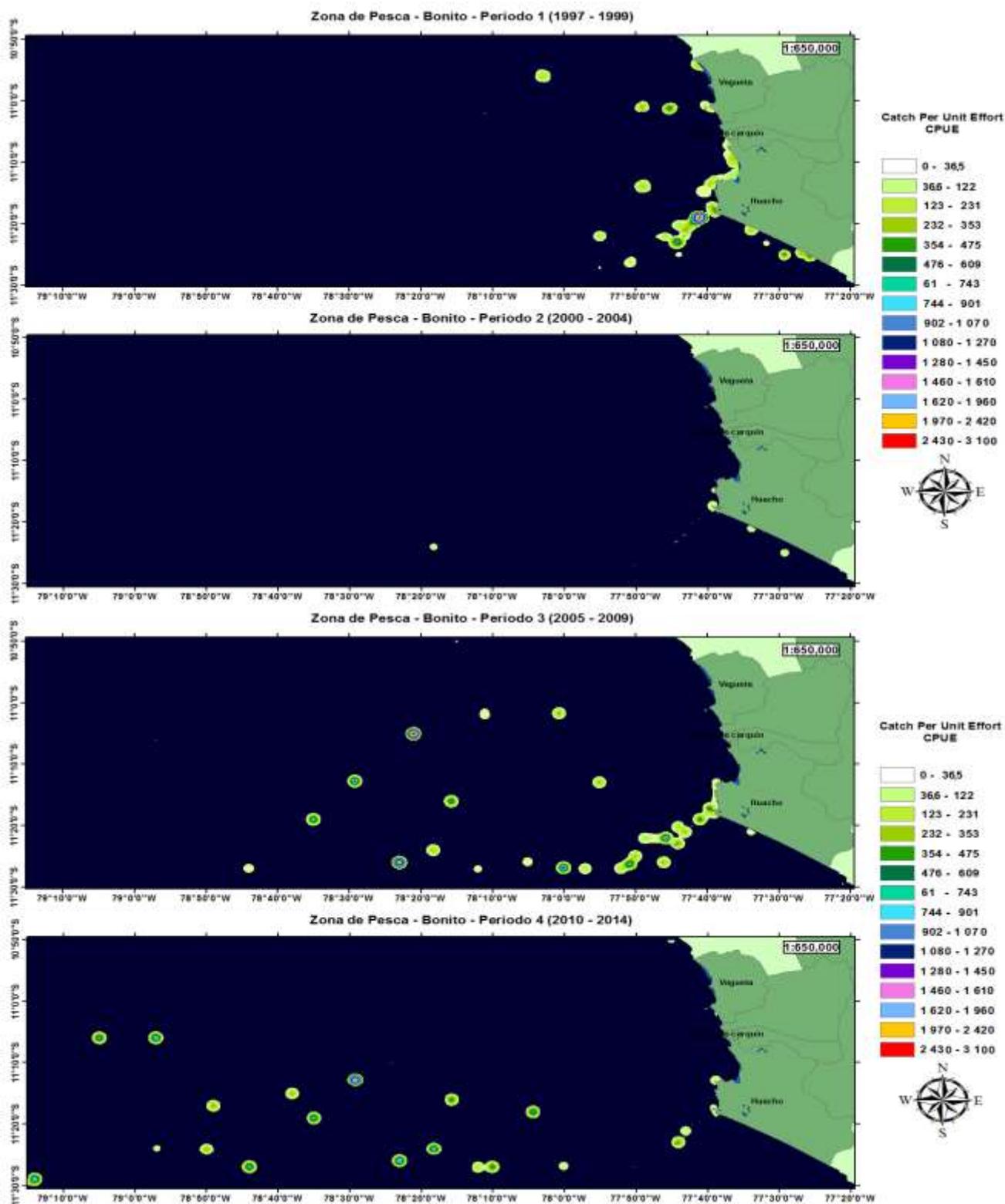


Figura 53. Zonas de pesca del Bonito “*Sarda chiliensis chiliensis*” para los 4 periodos de estudio en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.

4.2.4.4. Zonas de pesca de Caballa (*Scomber japonicus*)

La Caballa, es un pez pelágico nerítico, que pertenece a la familia Scombridae, su distribución abarca desde Manta e Islas Galápagos (Ecuador) hasta el sur de Bahía Darwin 45° S (Chile) (Chirichigno, 2001; Kelle et al., 1982; Arellano et al., 1998; IMARPE – ITP, 1996). Habita preferentemente en aguas oceánicas (frente oceánico conformado por aguas costeras frías con aguas subtropicales superficiales), en cardúmenes a ciertas distancias de la costa (Kelle, W. et al., 1982), con temperaturas que fluctúan de 15 a 23° C y un rango de salinidad de 34.8 a 35.25 %. Dentro de la columna de agua en años normales realiza desplazamientos hasta los 100 m de profundidad; durante “El Niño 1982-83” se ha encontrado hasta los 240 m, sin embargo las mayores concentraciones se localizaron sobre los 60 m (IMARPE, 2013b) (Figura 54).

En el Periodo 1 (1997 - 1999), los cardúmenes se situaron a 20 mn de la costa desde Vegueta a Carquín. Solo un grupo pequeño se evidenció muy cercano a la costa con valores de 117 a 891 CPUE. Los cardúmenes pasando las 20 mn en esas zonas mostraron los mayores valores de CPUE, 117 a 6870. En la zona sur-oeste se evidenciaron cardúmenes más cercanos a la costa con valores de 117 a 2370.

En el Periodo 2 (2000 – 2004), se evidenció solo 2 cardúmenes, uno dentro del Sistema de Islas, Islote y Puntas guaneras con valores de CPUE de 117 a 465 y otro a 40 mn frente a Huacho con valores de 117 a 1370.

En el Periodo 3 (2005 – 2009), la mayor cantidad de cardúmenes se situaron frente a las costas de Huacho desde 2 a 40 mn, con valores de CPUE de 117 a 3960. Los demás cardúmenes estuvieron entre las 15 a 40 mn.

En el Periodo 4 (2010 – 2014), los cardúmenes se evidencian de manera muy distanciada a la costa, estos cardúmenes se extendieron desde la costa hasta las 100 mn. Los valores de CPUE oscilaron de 117 a 9890.

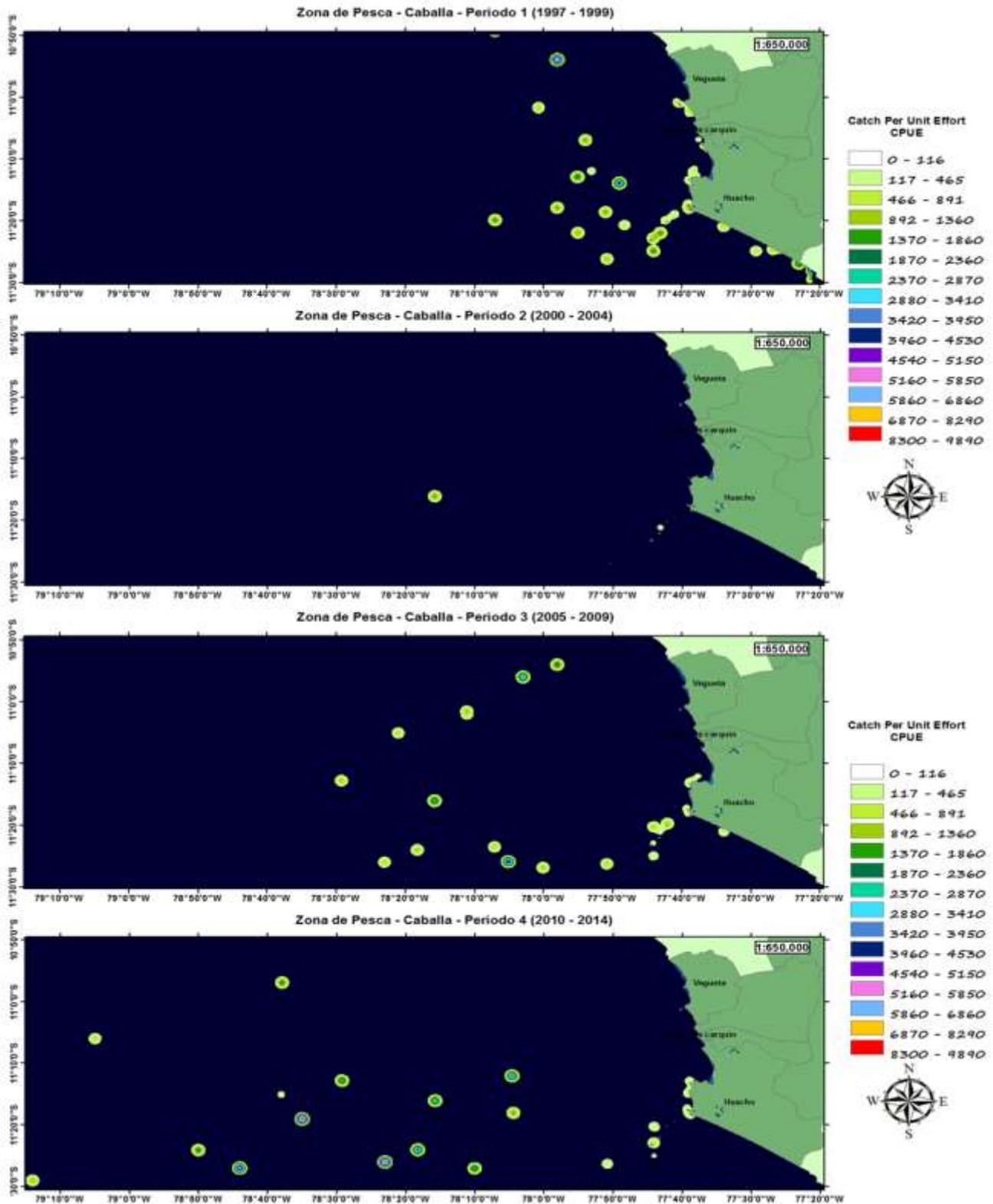


Figura 374. Zonas de pesca de la Caballa “*Scomber japonicus*” para los 4 periodos de estudio en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.

4.2.4.5. Zonas de pesca de Cabinza (*Isacia conceptionis*)

La Cabinza (*Isacia conceptionis*) es la única especie del género *Isacia*, un pez marino de la familia de los haemúlidos, se distribuye desde Isla Lobos de Afuera (Perú) a Talcahuano (Chile) (Chirichigno et al., 1974; Gonzáles, 2001; IMARPE – ITP, 1996), también se ha constatado su presencia en Nicaragua (Sánchez, 1997). El arte de pesca empleado para su captura es con arrastre, cerco, cortina, pinta (Gonzáles, 2001), también con anzuelo y trasmallo (Kelle et al., 1982). La longitud máxima encontrada fue de 60 cm (Chirichigno et al., 1974), esta medida debe tratarse de una medida excepcional porque en una investigación realizada en 1962 a 594 ejemplares solo se alcanzó los 35 cm. Otra investigación indica que normalmente llega a 30 cm y pesa 300 gramos (Kelle et al., 1982). La Cabinza habita en ambientes bento-pelágicos, habitando sobre fondos de arena o de roca, a poca profundidad entre 0 a 50 metros (Ángel & Ojeda, 2001). En base a los resultados obtenidos del procesamiento de los datos de zonas de pesca de Cabinza (Figura 55), se evidenció que:

En el Periodo 1 (1997 - 1999), los cardúmenes de Cabinza estuvieron muy cercanos a la costa, los valores de CPUE desde Vegueta a la zona Nor-oeste del distrito de Huacho oscilaron entre 6.75 a 33.7. Por debajo de la Bahía Salinas los valores de CPUE fueron aumentando, los mayores valores estuvieron dentro del sistema de Islas, Islote y Puntas Guaneras con valores de 6.75 a 500. Los demás cardúmenes se ubicaron a lo largo de Paya Grande con valores de 6.57 a 337.

En el Periodo 2 (2000 – 2004), los cardúmenes tuvieron el mismo comportamiento que en el Periodo anterior, solo que en menor cantidad de valores de CPUE, estos valores bordearon entre 6.75 hasta 189.

En el Periodo 3 (2005 – 2009) y Periodo 4 (2010 – 2014), los valores de CPUE y su distribución espacial frente a la provincia de Huaura fueron muy similares encontrándose valores muy similares frente a las costas de Vegueta y Carquín con valores entre 6.75 a 74.1. Solo de Punta Baja a Punta Lachay se evidenció mayor cantidad de CPUE para el Periodo 3 que en el Periodo 4. En el Periodo 3 los valores bordearon de 74.2 a 128, mientras que en el Periodo 4 este valor se redujo de 33.8 a 74.1.

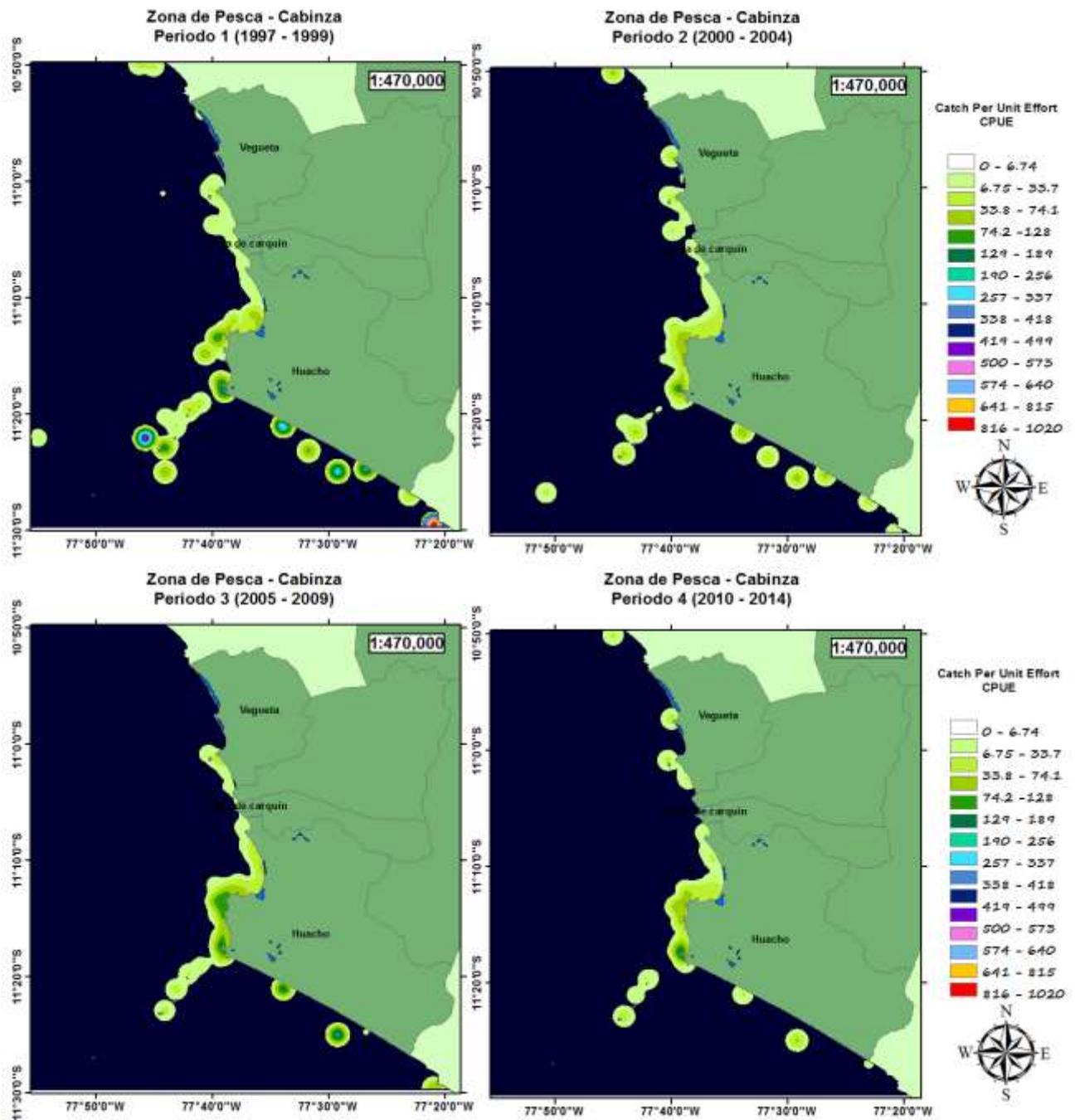


Figura 55. Zonas de pesca de la Cabinza "*Isacia conceptionis*" para los 4 periodos de estudio en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.

4.2.4.6. Zonas de pesca del Jurel (*Trachurus murphyi*)

El Jurel (*Trachurus murphyi*) un pez pelágico nerítico y oceánico que pertenece a la familia Carangidae. Habita preferentemente en los frentes oceánicos (frentes oceánicos conformados por aguas costeras frías con aguas subtropicales superficiales) con temperaturas que fluctúan de 15 a 21° C y un rango de salinidad de 34,9 a 35,2 %.

Durante el período otoño-invierno, el jurel forma concentraciones de alimentación en aguas sub-antárticas frías y de alta productividad, asociadas a la Corriente de Humboldt. Sin embargo, en primavera y verano, cuando ocurre el desove, los individuos se asocian a las aguas cálidas subtropicales ([Instituto del Mar del Perú, 2013b](#)).

El jurel se alimenta principalmente de crustáceos (copépodos), camarones, pero también de peces pequeños, plancton y calamares ([Fisheries and Aquaculture Department, 2016a](#); [Kelle et al., 1982](#); [Arellano et al., 1998](#)).

Es una especie migratoria de amplia distribución que habita en la región costera y oceánica del Océano Pacífico Sur y se distribuye desde las Islas Galápagos por el norte hasta la región austral de Chile por el sur ([Chirichigno, 2001](#); [Arellano et al., 1998](#); [IMARPE – ITP, 1996](#)).

Otras investigaciones indican que también abarca desde las costas de Sudamérica hasta las aguas costeras de Nueva Zelanda e Isla Tasmania (Australia) ([Fisheries and Aquaculture Department, 2016a](#)). [Kelle et al \(1982\)](#), menciona que esta especie es cosmopolita, esta especie solamente habita en la costa peruana. En base a los resultados obtenidos del procesamiento de los datos de zonas de pesca de Jurel ([Figura 56](#); [Error! No se encuentra el rigen de la referencia.](#)), se evidenció que:

En el Periodo 1 (1997 - 1999), los cardúmenes se presentaron muy cercanos a la costa, a no más de 30 mn. Estos cardúmenes presentaron valores de CPUE muy bajos que bordearon los valores entre 10.1 a 2800. Solo se evidenciaron dos concentraciones de cardúmenes a una distancia de 30 mn de la costa, estos valores fueron de 10.1 a 5,850.

En el Periodo 2 (2000 – 2004), se evidencio solo un cardumen cercano a la costa, de Punta Baja a Punta Lachay. Los valores de CPUE fueron de 10.1 a 206. A más de 30 mn solo se evidenció 3 cardúmenes con valores de CPUE entre 10.1 a 2810.

En el Periodo 3 (2005 – 2009), se evidenciaron pocos cardúmenes cercanos a la costa y en los Sistemas de Islas, Islote y Puntas guaneras con valores de CPUE de 10.1 a 206. Los cardúmenes con mayor valor de CPUE estuvieron entre 30 a 40 mn en donde sus valores de CPUE bordearon de 10.1 a 2,220.

En el Periodo 4 (2010 – 2014), se evidenciaron cardúmenes con bajos valores de CPUE frente a las costas de Huaura, estos valores fueron los mismos que se observaron en el Periodo 3. Los cardúmenes de 30 mn a más presentaron los mayores valores de CPUE incluso llegando a valores de 10,500.

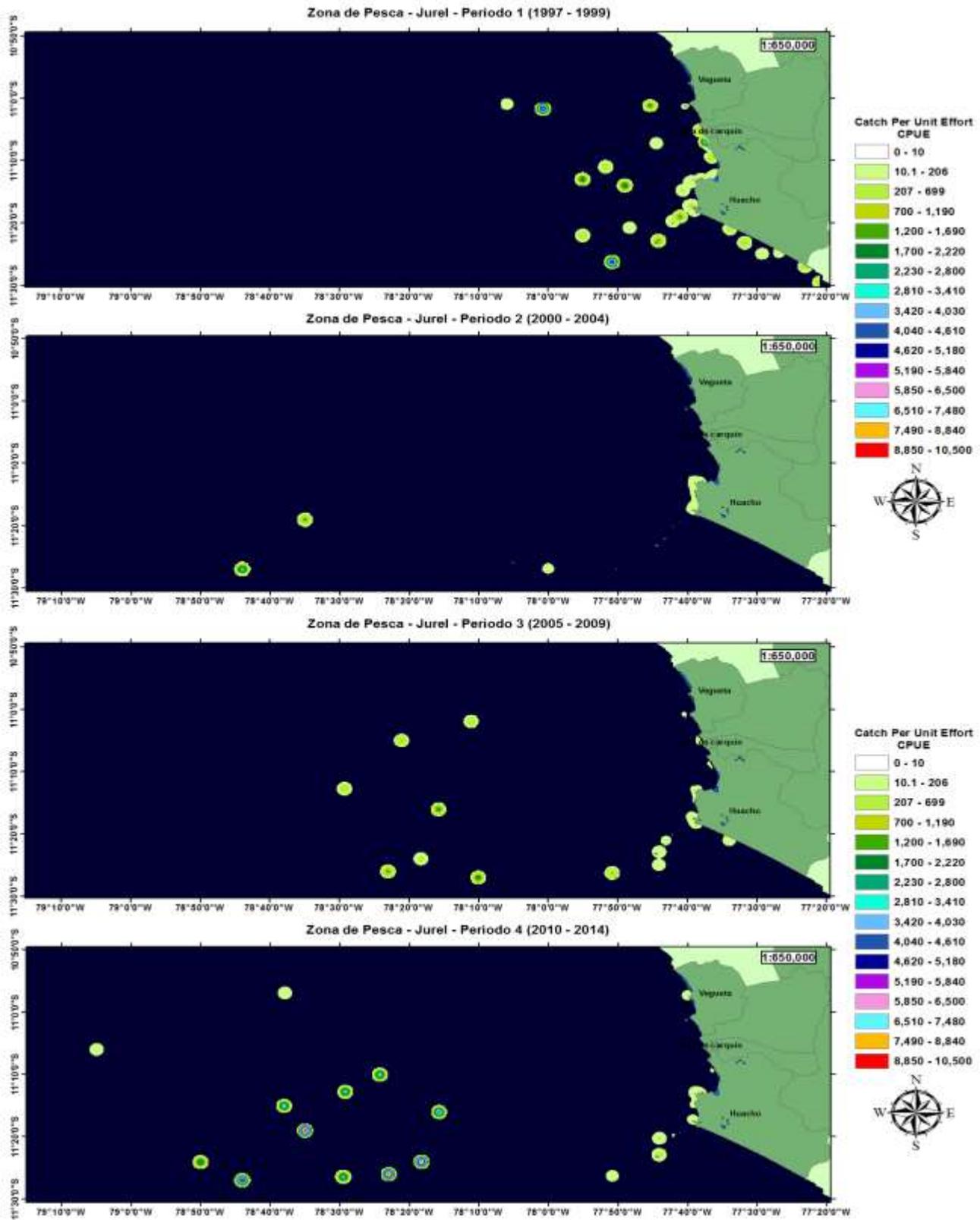


Figura 386. Zonas de pesca del Jurel "*Trachurus murphyi*" para los 4 periodos de estudio en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.

4.2.4.7. Zonas de pesca de Lisa (*Mugil cephalus*)

Es una especie cosmopolita que habita en el Pacífico Oriental, California Central, Bahía de San Francisco (EEUU), hasta Valdivia e Isla Galápagos (Chile) (**Fisheries and Aquaculture Department, 2016b; IMARPE – ITP, 1996**). En base a otras investigaciones esta especie habita en el Atlántico occidental, donde se le encuentra desde Nueva Escocia, Canadá, hasta Brasil, incluyendo el Golfo de México. Esta especie está ausente en las Bahamas y el Caribe. También habita en el Atlántico oriental, desde la Bahía de Biscaya (Francia) hasta Sudáfrica, incluyendo el Mar Mediterráneo y el Mar Negro (**Instituto del Mar del Perú, 2013c; Gonzáles, 2001**).

La Lisa (*Mugil cephalus*) habita en las aguas costeras de la mayoría de las regiones tropicales, subtropicales y templadas. El hábitat de esta especie es sobre fondo arenoso, arena fangosa, ríos, lagunas y estuario, vive en aguas costeras y poco profundas. Se captura con redes de chinchorro, cortina y redes de cerco. Se le consume al estado fresco y salado.

Las principales zonas de extracción son Cabo Blanco, Parachique, Chimbote, Callao y Pucusana (**Instituto del Mar del Perú, 2013c**). En base a los resultados obtenidos del procesamiento de los datos de zonas de pesca de Lisa (**Figura 57**), se evidenció que:

Las distribuciones de zonas de pesca de la Lisa fueron las mismas en el Periodo 1 (1997 – 1999) y 2 (2000 – 2004), los valores de CPUE de Vegueta a Huacho, playa Grande, fueron de 10.1 a 206. Solo se evidenció diferencias de CPUE en Punta Lachay, siendo en el Periodo 1 donde se evidencio mayor cantidad de CPUE con valores de 3,410.

Las distribuciones en el Periodo 3 (2005 – 2009) y Periodo 4 (2010 – 2014), presentaron valores homogéneos de CPUE los cuales estuvieron entre 10.1 a 206. Solo en el Periodo 4, se evidenciaron valores de 1200 a 1690 frente a las costas de Vegueta.

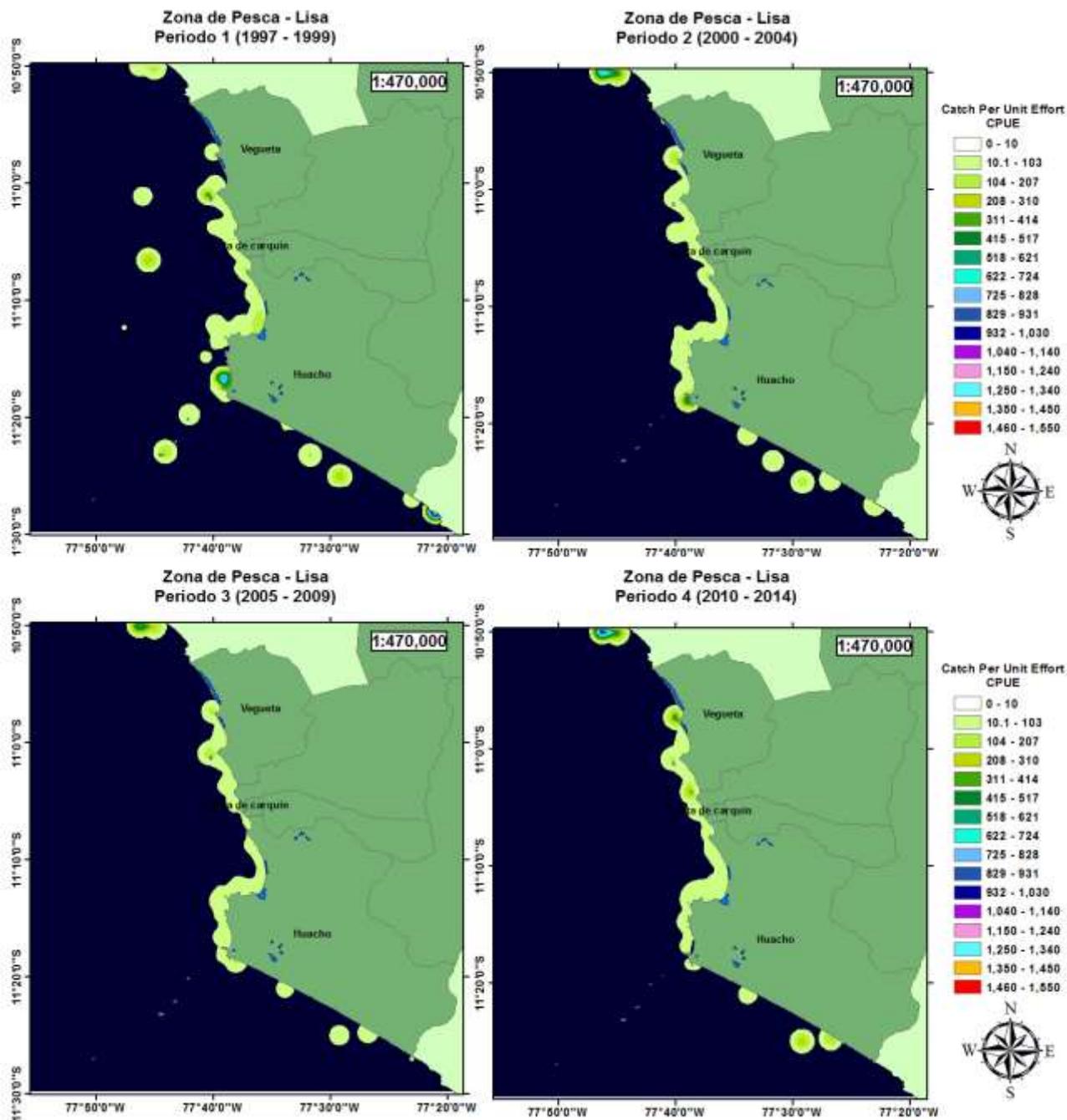


Figura 397. Zonas de pesca de la Lisa "*Mugil cephalus*" para los 4 periodos de estudio en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.

4.2.4.8. Zonas de pesca del Machete (*Ethmidium maculatum*)

El Machete (*Ethmidium maculatum*) se distribuye desde Puerto Pizarro (Perú) a Antofagasta (Chile) (IMARPE – ITP, 1996). Su pesquería se localiza en San José, Chimbote, Huacho, Callao. Se captura con cerco, cortina, chinchorro, agalleras, boliche y pinta (Kelle et al., 1982; Gonzáles, 2001; Instituto del Mar del Perú, 2013c). Según estudios realizados por el Instituto del Mar del Perú esta especie se distribuye desde Pimentel (Perú) hasta Antofagasta (Chile), ocasionalmente llega hasta Paita (Kelle et al., 1982; Instituto del Mar del Perú, 2013c).

Es una especie cuyo hábitat es de aguas templadas y templadas frías. Las principales zonas de extracción son Paita, Chimbote, Huacho, Callao, Pucusana, Pisco. En base a los resultados obtenidos del procesamiento de los datos de zonas de pesca de Machete (Figura 58), se evidenció que:

En el Periodo 1 (1997 – 1999) presentaron una distribución homogénea a lo largo de toda la costa de la provincia de Huaura, los valores de CPUE oscilaron de 10.1 a 2,000, solo en Bahía Salinas, Huacho, los valores de CPUE tuvieron un pico que 10,400. En Playa Grande se evidenciaron cuatro núcleos de distribución de cardúmenes con valores que oscilaron de 10.1 a 3,660.

En el Periodo 2 (2000 – 2004), Periodo 3 (2005 – 2009) y Periodo (2010 – 2014) las distribuciones presentaron los mismo valores de CPUE, estos valores bordearon de 10.1 a 2,000. Estas distribuciones fueron muy plegadas a la costa a no más de 5 mn.

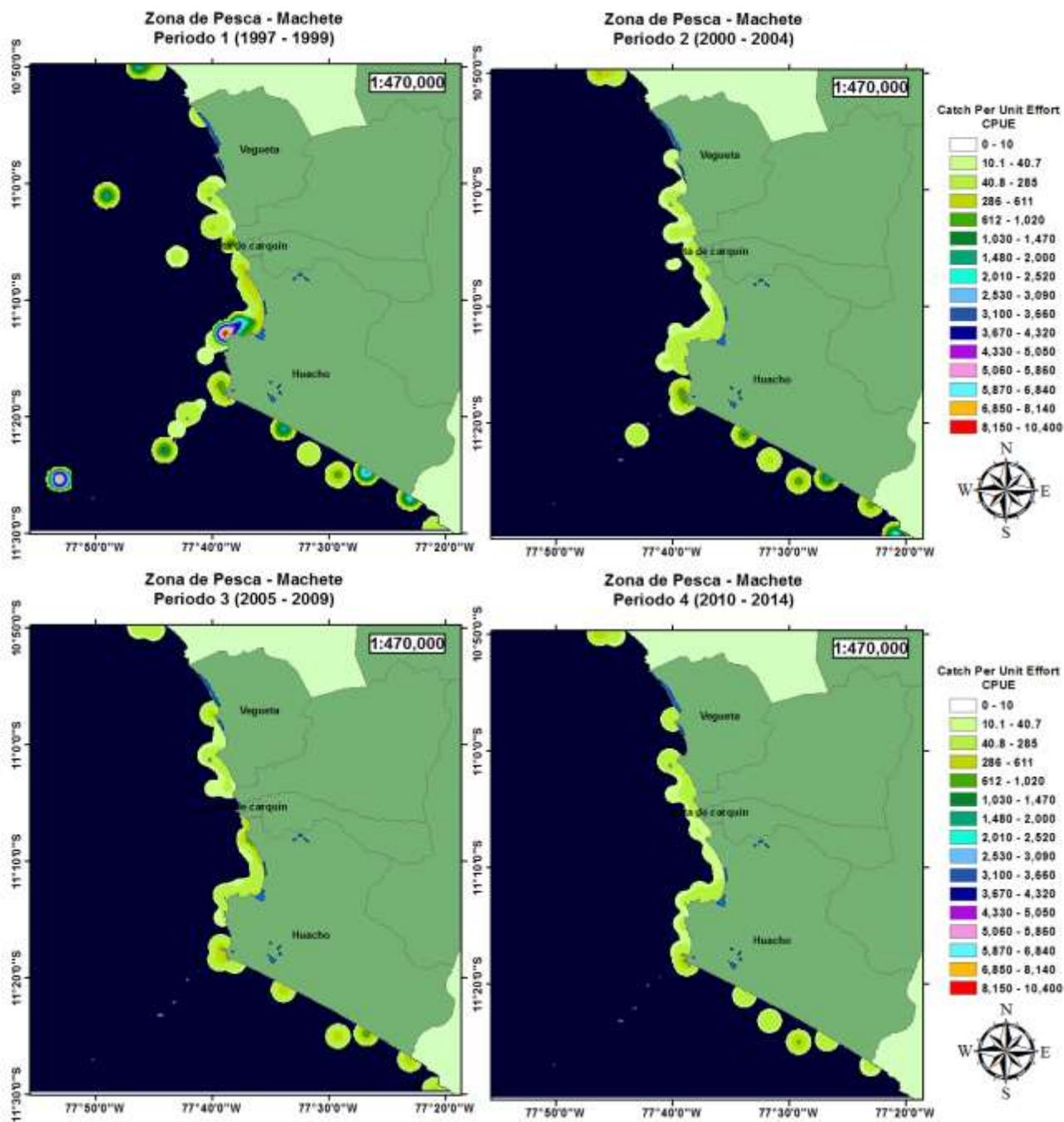


Figura 408. Zonas de pesca del Machete "*Ethmidium maculatum*" para los 4 periodos de estudio en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.

4.2.4.9. Zonas de pesca del Pejerrey (*Odontesthes regia regia*)

El Pejerrey (*Odontesthes regia regia*) es una especie epipelágica muy costera, se reúnen en cardúmenes especialmente en los meses de reproducción, la cual se efectúa con mayor intensidad entre mayo y diciembre (Mejía et al., 1970).

Se distribuye desde Punta Aguja (Perú) a Iquique (Chile), también se distribuye desde Paita a Chile (Kelle et al., 1982; IMARPE – ITP, 1996). Su pesquería se concentra mayormente en Chimbote, Callao y Pisco. Se captura con cerco y cortina (González, 2001; Instituto del Mar del Perú, 2013c).

El pejerrey preda principalmente sobre especies tanto del bentos (anfípodos y poliquetos) como del plancton, además de plantas. Esto debido a que ocupa ambientes marinos diversos, tales como estuarios, playas y fondos fangosos (Silva & Stuardo, 1985).

En base a los resultados obtenidos del procesamiento de los datos de zonas de pesca de Pejerrey (Figura 59), se evidenció que:

En el Periodo 1 (1997 - 1999), la distribución de los cardúmenes fue desde Vegueta a Punta Lachay. Los valores de CPUE presentes en estas zonas oscilaron de 6.71 a 64.7. Se evidenciaron pequeños grupos de cardúmenes dentro del Sistema de Islas, Islote y Puntas guaneras.

En el Periodo 2 (2000 – 2004), se evidenció que la distribución de cardúmenes fue muy cercana a la costa, a no más de 5 mn. Estos cardúmenes presentaron valores de CPUE que oscilaron entre 6.71 a 64.7. Solo en Bahía Salinas se obtuvieron valores de 89.3. También los cardúmenes presentes en el Sistema de Islas, Islote y Puntas guaneras presentaron mayor distribución espacial, pero no aumentaron los valores de CPUE.

En el Periodo 3 (2005 – 2009), la distribución de los cardúmenes estuvo a no más de 5 mn, muy plegadas a la costa. Los mayores valores de CPUE estuvieron presentes desde Bahía Salinas hasta Punta Baja con valores que oscilaron desde 64.8 a 185. En las demás zonas los valores de CPUE oscilaron de 6.71 a 64.7.

En el Periodo 4 (2010 – 2014), las distribuciones de los cardúmenes presentaron el mismo patrón de distribución que en el Periodo 3, pero mayores valores de CPUE. Frente a las Albuferas del Medio Mundo se evidenciaron valores que oscilaron entre 6.71 a 266, desde la parte Sur-oeste de Vegueta a Carquín, la CPUE oscilo de 6.71 a 116. En Huacho se observaron núcleos de distribución muy marcados, debido a que presentaron los más altos valores de CPUE, los cuales oscilaron entre 6.71 a 569, estos núcleos estuvieron ubicados en Punta Lachay y a lo largo de Playa Grande.

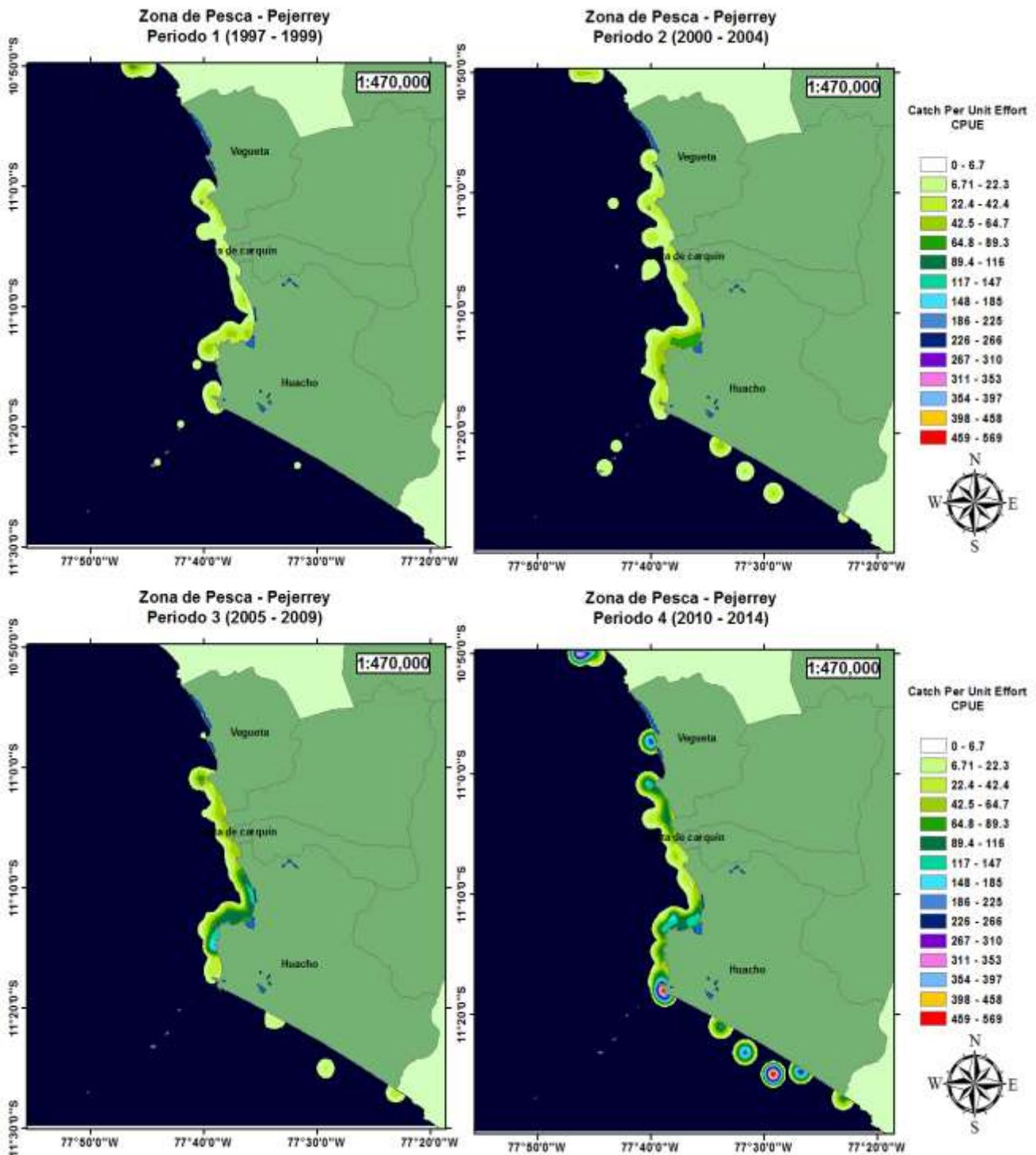


Figura 419. Zonas de pesca del Pejerrey “*Odontesthes regia regia*” para los 4 periodos de estudio en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.

4.2.4.10. Zonas de pesca del Perico (*Coryphaena hippurus*)

El Perico (*Coryphaena hippurus*) es un pez marino de la familia corifaénidos o peces-delfín. Habita en áreas tropicales y subtropicales del Atlántico, Pacífico e Índico (Benetti et al., 1995). También se indica que el hábitat de esta especie va desde San Diego (USA) hasta Antofagasta (Chile) (IMARPE – ITP, 1996). En las regiones pelágicas, el perico se encuentra comúnmente cerca de objetos flotantes al parecer debido a sus presas buscan refugio bajo los objetos (Palko et al., 1982). Esta especie vive cerca de la superficie, normalmente entre 5 y 10 metros de profundidad (Gasparini et al, 2001), llevando a cabo larguísimas migraciones (FAO, 1994). Suelen estar en aguas abiertas en alta mar formando cardúmenes, aunque también se les puede encontrar en la costa (Collette, 1995). El perico se suele alimentar de casi todo tipo de peces y zooplancton, también se suele alimentar de crustáceos y calamares (Eschmeyer et al., 1983) (Figura 60).

En el Periodo 1 (1997 - 1999), se presenció que la mayor cantidad de cardúmenes presentaron una mayor concentración de su distribución cercana la costa. Estos cardúmenes van de 2 a 50 mn presentando valores de CPUE que oscilaron entre 6.65 a 2,530. Pasando las 50 mn se evidenciaron 6 núcleos de cardúmenes bien definidos, siendo los valores de CPUE entre 6.65 a 1,210.

En el Periodo 2 (2000 – 2004), la distribución de los cardúmenes fue en orden inverso a como se presentó en el periodo anterior, donde los mayores valores de CPUE se encontraron de 50 hasta 10 mn.

En el Periodo 3 (2005 – 2009) y Periodo 4 (2010 – 2014), se evidenciaron una reducción del número de cardúmenes, en ambos periodos la distribución de los mismos oscilo desde 30 a 100 mn. En el Periodo 3 los valores de CPUE oscilaron de 6.65 a 576, mientras que en el Periodo 4 lo valores de CPUE fueron entre 2,000 como máximo.

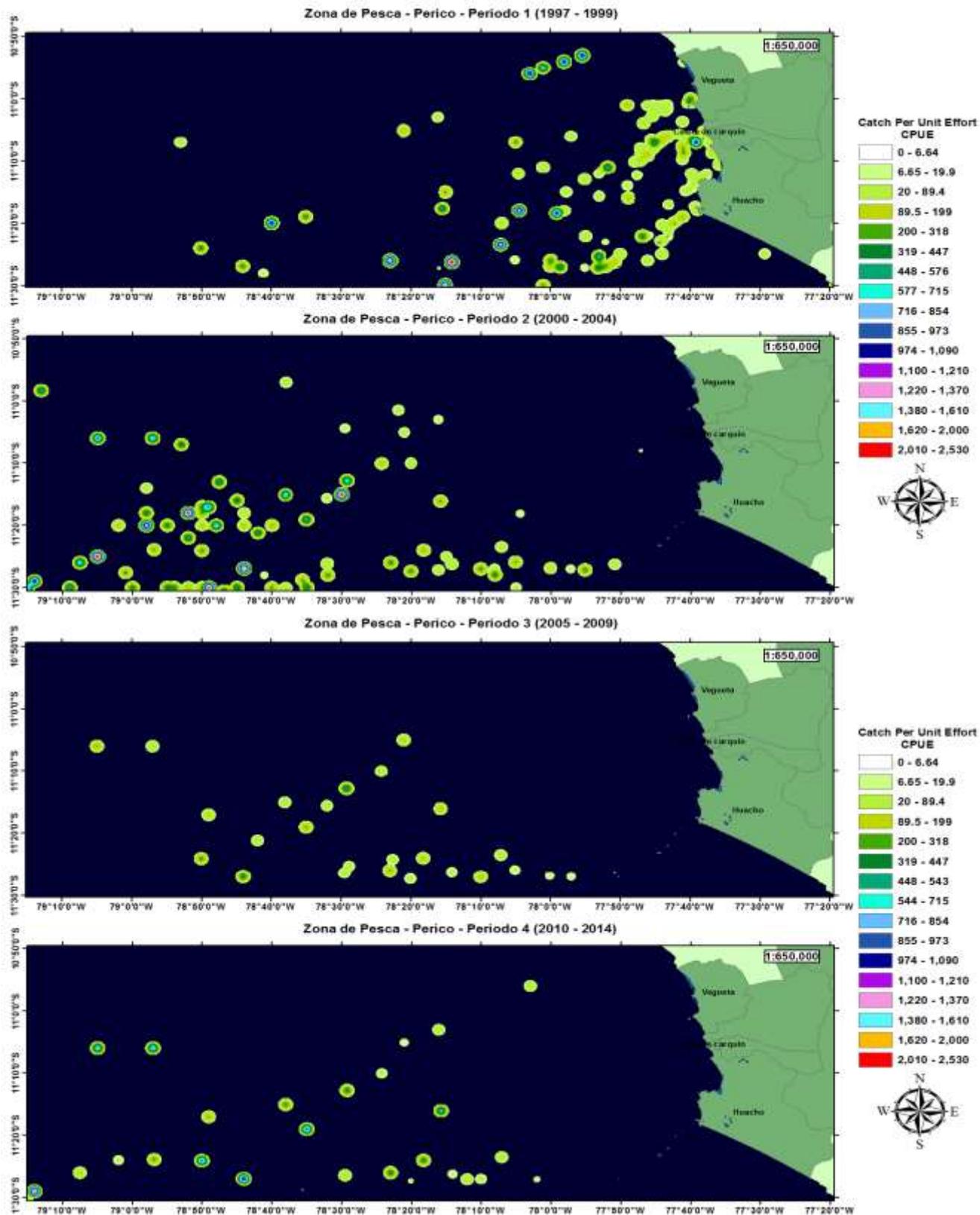


Figura 60. Zonas de pesca del Perico “*Coryphaena hippurus*” para los 4 periodos de estudio en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.

4.2.4.11. Zonas de pesca de la Raya Águila (*Myliobatis peruvianus*)

Los milobátidos (Myliobatidae), con una familia de peces cartilagosos conocidos vulgarmente como rayas águila. Son, en su mayoría, especies de gran tamaño que viven en el océano abierto y no en el fondo del mar. La fisionomía de la raya muestra que posee 2.80 m de ancho (Kelle et al., 1982) otras investigaciones sugieren que llegan como mínimo a 3.5 m de anchura de disco y 9 m de longitud total y tienen un peso máximo registrado de 230 kg (MarineBio.org, 2016). La Raya Águila se encuentra comúnmente en las aguas costeras de poca profundidad, tales como bahías y arrecifes de coral, pero pueden cruzar cuencas oceánicas (MarineBio.org, 2016). En base a los resultados obtenidos del procesamiento de los datos de zonas de pesca de Raya (Figura) se evidenció que:

En el Periodo 1 (1997 - 1999), se evidenció una distribución de cardúmenes desde Vegueta hasta Playa Grande, Huacho, los valores de CPUE fueron muy homogéneos siendo estos de 4.97 a 233. En Punta Lachay se observó el mayor nivel de CPUE, de 300 a 336. Se evidenció una distribución de los cardúmenes desde el Sistema de Islas, Islotes y Puntas guaneras hasta 35 mn mar adentro.

En el Periodo 2 (2000 – 2004) y Periodo 3 (2005 – 2009), las distribuciones de los cardúmenes fueron muy parecidas, se evidenció que para ambos periodos los valores más altos de CPUE estuvieron presentes en el Sistema de Islas, Islotes y Puntas guaneras y frente a playa Grande

En el Periodo 4 (2010 – 2014), se evidenciaron núcleos de concentración muy dispersos, los cardúmenes con mayores valores de CPUE estuvieron situados en su mayoría a los extremos de la provincia de Huaura.

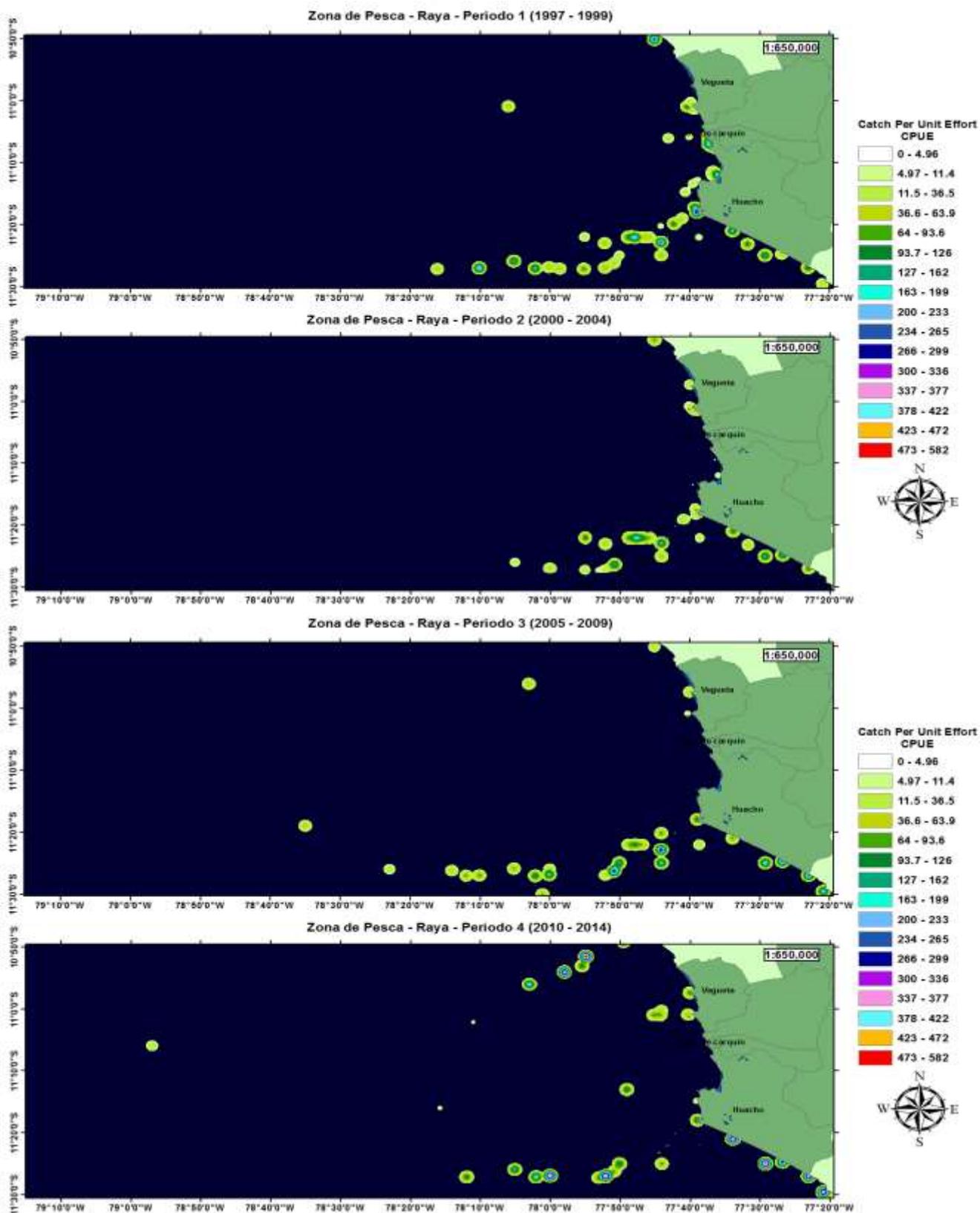


Figura 61. Zonas de pesca de la Raya Águila “*Myliobatis peruvianus*” para los 4 periodos de estudio en la zona marino-costera de la provincia de Huaura.

Del mismo modo que de lo realizado en el análisis de distribución de biomasa de las zonas de pesca, se analizó la variación de áreas que cada especie presentó en los 4 periodos de estudio (**Figura 62**), lo cual permitió observar el comportamiento de distribución (CPUE vs Área) que presentaron las especies dominantes, especies de aguas frías y especies de aguas calientes (**Figura 42**).

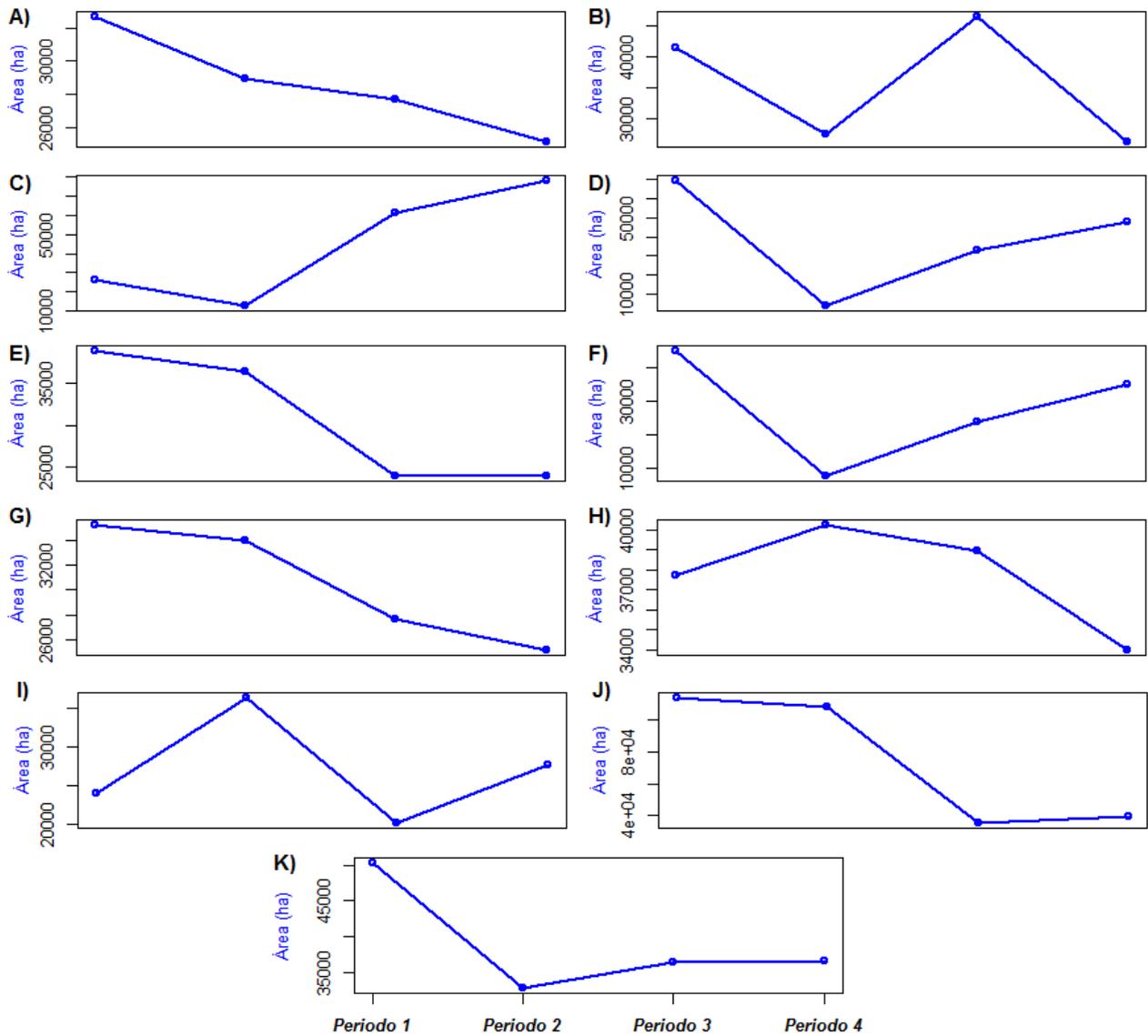


Figura 62. Representación de la variabilidad de área de las especies dominantes encontradas frente a las costas de la provincia de Huaura durante los 4 periodos de estudio (1997 – 2014), estas especies son: (a) Caracol negro, (b) Anchoqueta, (c) Bonito, (d) Caballa, (e) Cabinza, (f) Jurel, (g) Lisa, (h) Machete, (i) Pejerrey, (j) Perico y (k) Raya águila.

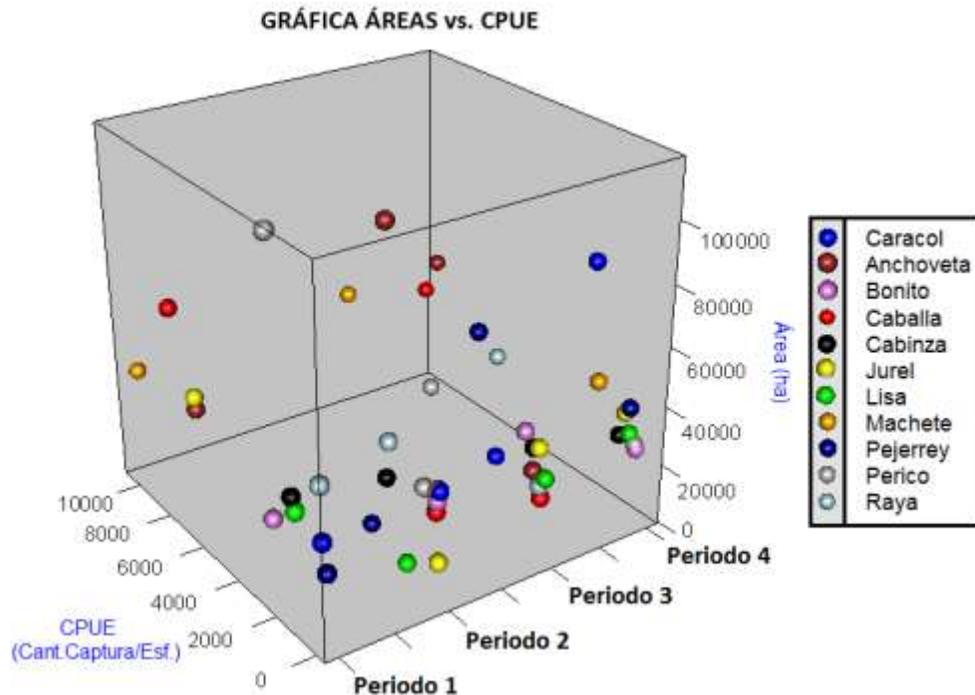


Figura 423. Análisis de la variabilidad de las especies dominantes, relacionando los valores de biomasa (CPUE) con su distribución (ha), esto indica la dominancia de ciertas especies por periodo en función a las condiciones oceanográficas presentes en cada periodo.

4.3. USO SOCIO – ECONÓMICO

4.3.1. Densidad poblacional

Los datos de densidad poblacional fueron analizados en dos fases; (1) Análisis del análisis de las tres zonas de estudio (Vegueta, Caleta de Carquín y Huacho) y (2) Análisis de variación por periodo. Cabe mencionar que para estos análisis se estudiaron tanto la densidad poblacional como el crecimiento poblacional.

Los datos empleados en los análisis fueron obtenidos de las Estimaciones y Proyecciones del INEI; “Estimaciones de población por departamentos, provincias, distritos 1995 - 2000” (INEI, 1999) y “Estimaciones de población por sexo, según departamento, provincia y distrito, 2000 - 2015” (INEI, 2009). El empleo de estos datos no censales, se debió en que estos datos se presentaron anualmente y fueron realizados en base a los datos censales, por lo

cual existe data tanto de cada distrito de la provincia de Huaura como de las provincias del departamento de Lima.

En los resultados del primer análisis se analizaron solo las 3 zonas de estudio con el objetivo de demostrar como fue el crecimiento poblacional y la densidad poblacional, cabe mencionar que el mayor crecimiento poblacional lo mostró el distrito de Huacho, y la mayor densidad poblacional se evidenció en la Caleta de Carquín en todos los años, 1997 al 2014 **(Anexo 34)**.

Los resultados del crecimiento poblacional mostraron que el distrito de Huacho presentó el mayor crecimiento con una población máxima de 58,397 personas (2014), seguido del distrito de Huaura el cual presentó una gran diferencia poblacional presentando una población de 34,967 personas. Los resultados de densidad poblacional mostraron que el distrito de Hualmay presento la mayor densidad poblacional máxima de 4,903 personas (2014), seguido del distrito de Carquín, en los distritos restantes los valores de densidad poblacional son menores a 300 personas/ km².

Estos cambios de resultados entre la densidad poblacional y crecimiento poblacional se deben a que la densidad poblacional está en función de la superficie de cada distrito, a menor superficie (km²) mayor densidad poblacional, por eso se evidenciaron los mayores valores de densidad en los distritos más pequeños en superficie (km²).

Los resultados obtenidos en el segundo análisis fueron en base al crecimiento poblacional y la densidad poblacional por periodo para las 3 zonas de estudio en la provincia de Huaura **(Figura 44)**.

Los resultados del crecimiento poblacional por periodo mostraron que el distrito de Huacho presentó los mayores valores población, siendo su población promedio máxima estimada de 58,105 personas (2014), seguido del distrito de Vegueta y por último el distrito de Caleta de Carquín con una población de 6,605 personas (2014). Los resultados de la densidad poblacional por periodo mostraron que el distrito de Caleta de Carquín presentó la mayor

densidad poblacional promedio máxima de 3,238 personas/ km² (2014), seguido del distrito de Huacho y por último el distrito de Vegueta con valores no mayores a 82 personas/ km².

Estos resultados fueron también representados empleando el mapa base de la provincia de Huaura, mostrando como ha variado el crecimiento poblacional en cada distrito por periodo así como la variación de la densidad poblacional de cada distrito por periodo **(Figura 43)**, pero para todos los distritos de la provincia de Huaura.

ANÁLISIS DE VARIACIÓN DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL

Crecimiento Poblacional - Periodo 1 (1997 - 1999)



Crecimiento Poblacional - Periodo 2 (2000 - 2004)



Crecimiento Poblacional - Periodo 3 (2005 - 2009)

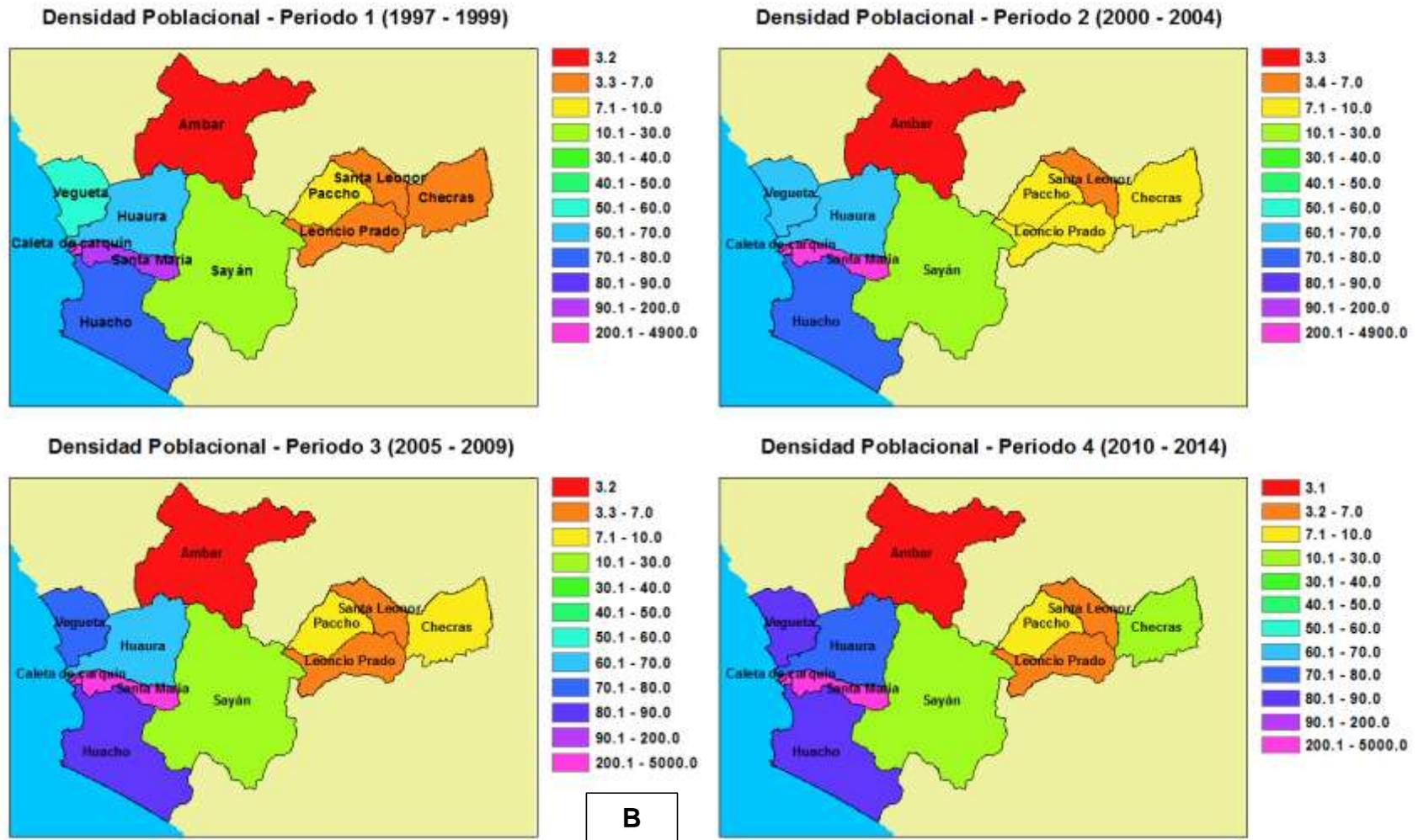


Crecimiento Poblacional - Periodo 4 (2010 - 2014)



A

ANÁLISIS DE VARIACIÓN DE LA DENSIDAD POBLACIONAL



B

Figura 434. a) Análisis de crecimiento poblacional por periodo de los distritos de la provincia de Huaura. **b)** Análisis de variación de la densidad poblacional por periodo en los distritos de la provincia de Huaura.

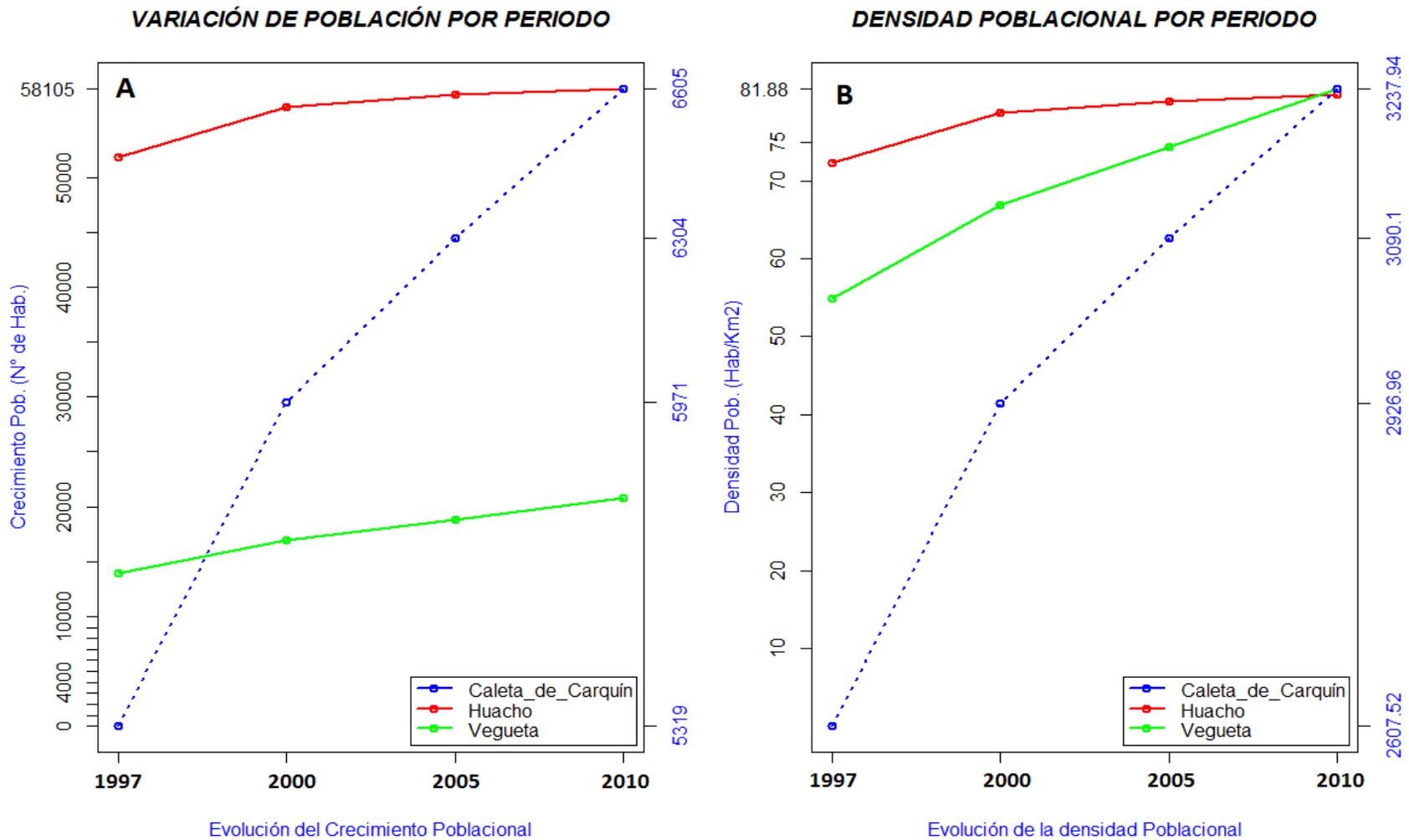


Figura 445. a) Análisis de crecimiento poblacional por periodo de las 3 zonas de estudio. **b)** Análisis del crecimiento de la densidad poblacional por periodo de las 3 zonas de estudio.

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI

4.3.2. Número de pescadores

Entre los datos de censos de pescadores solo existe el del 2012 (INEI, 2012) siendo el otro dato empleado una caracterización de puntos de desembarque en la provincia de Huaura (PRODUCE, 2003). En base a estos datos solo se evidenció el número de pescadores artesanales, número de pescadores embarcados, número de pescadores no embarcados y número de jaladores.

Empleando los datos de las “Características básicas de los puntos de desembarque de la pesca artesanal marítima”, periodo 2 (2000 - 2004), se determinó que los mayores datos de pescadores embarcados, no embarcados y jaladores estuvieron presentes en el puerto de Huacho. Siendo para ese periodo, la población total dependiente de la pesca artesanal marítima aproximadamente de 4000 personas. En el puerto de Vegueta se determinó que el total de la población dependiente de la pesca artesanal marítima fue aproximadamente de 400 personas y en la Caleta de Carquín fue de 2500 personas (Figura 46). Los resultados del “1er censo de pescadores artesanales del 2012”, periodo 4 (2009 – 2014), demostró que el número de embarcados se redujo en un 55.14% en comparación con los datos obtenidos en el 2003 en el puerto de Huacho, también se evidenció una reducción del 35% en la caleta de Carquín y Vegueta (Figura 46).

Esto demuestra un cambio en las actividades primarias, como la pesca, por nuevas actividades que involucren mayor ingresos a la población. Estos cambios de actividad pueden ser debido a la ausencia del recurso marino como de otros factores sociales.

En base a los datos obtenidos, se procedió a representar los datos totales de pesca artesanal en 2 mapas, en donde se muestra la variación del número total de pescadores en cada distrito y en cada periodo (Figura 47).

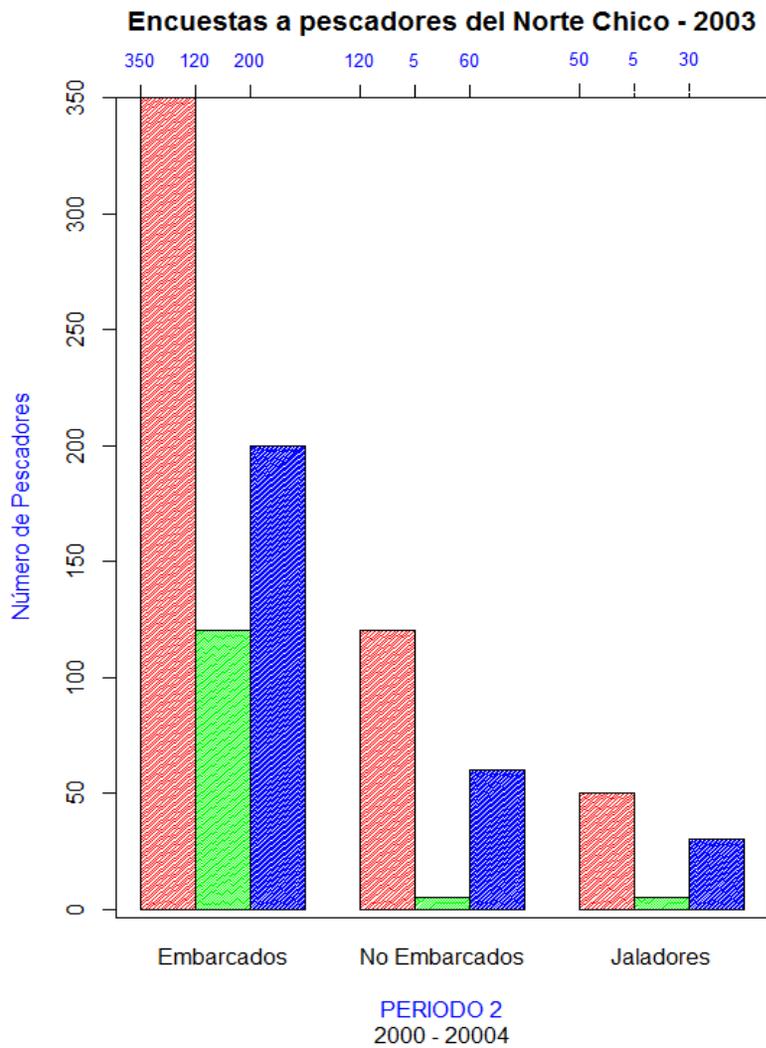


Figura 466. Variación del número de pescadores artesanales en la provincia de Huaura en el periodo 2.
FUENTE: PRODUCE (2003)

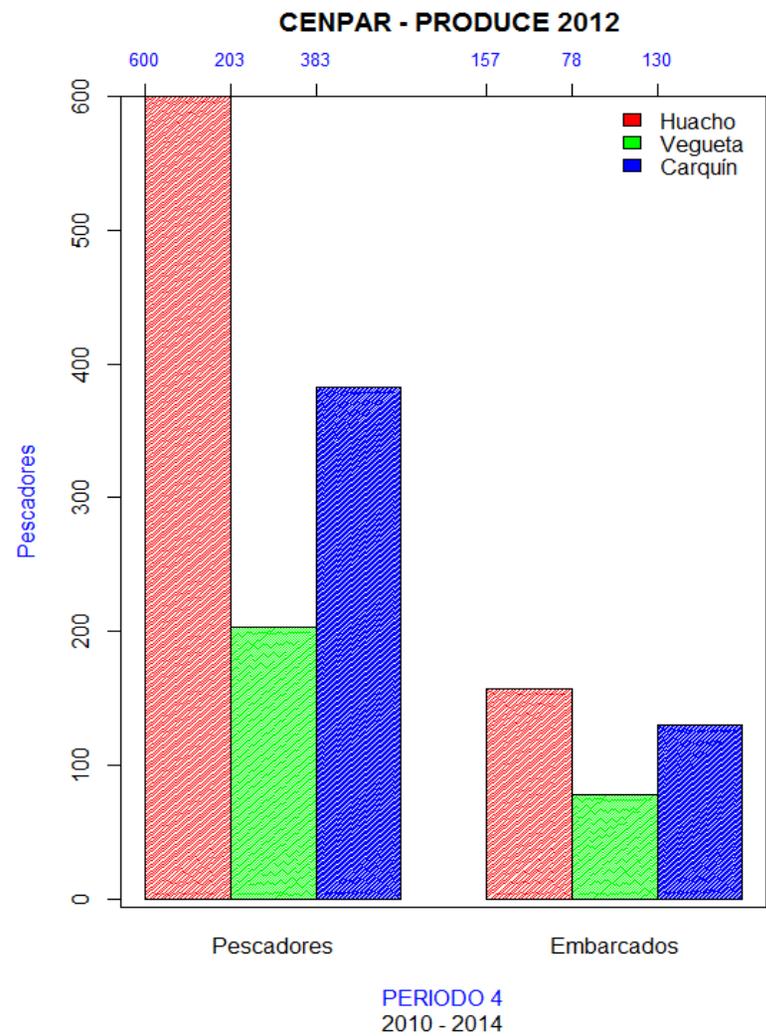


Figura 467. Variación del número de pescadores artesanales en la provincia de Huaura en el periodo 4.
FUENTE: PRODUCE (2012)

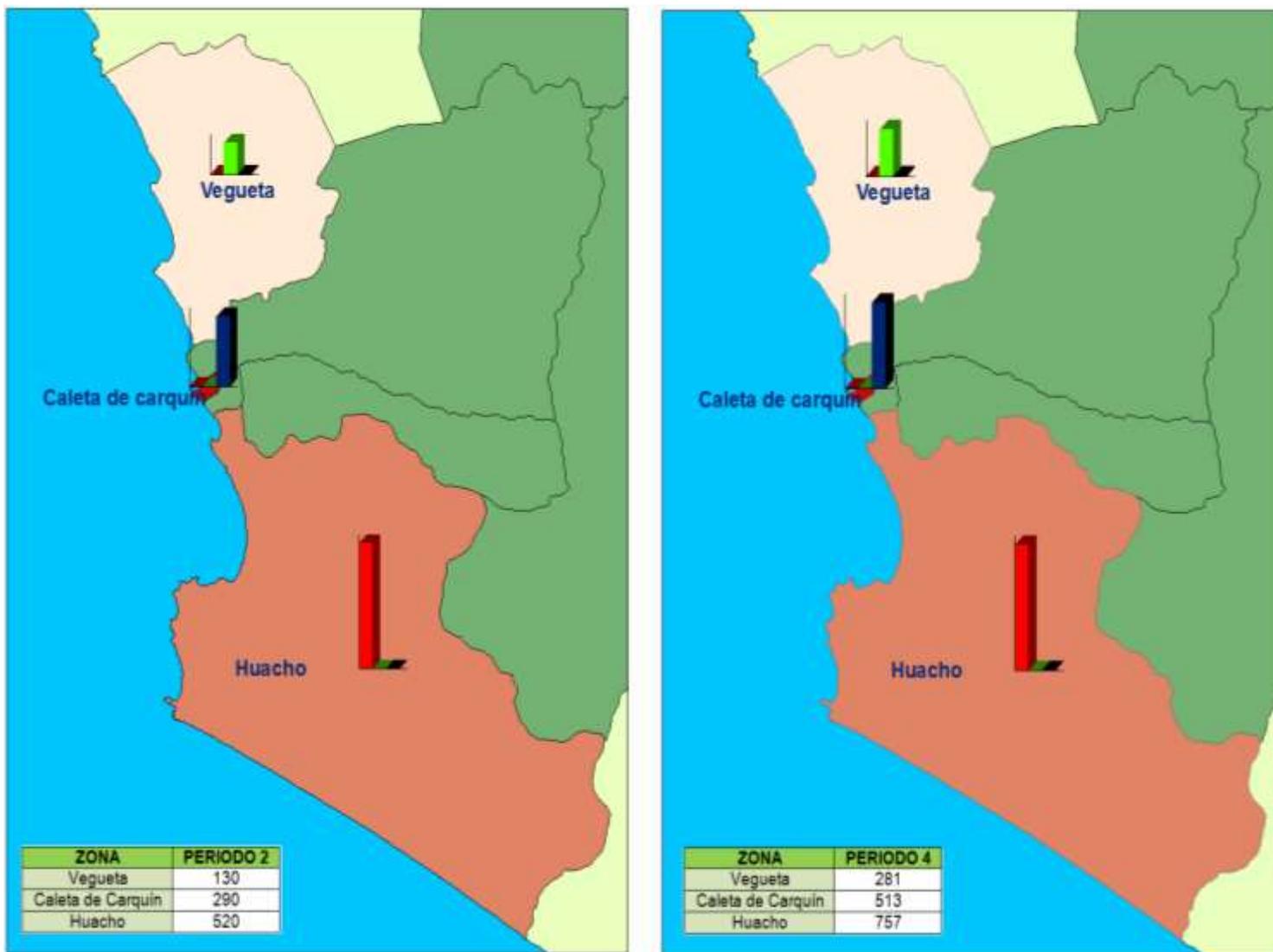


Figura 478. Variación del número total de pescadores artesanales en la provincia de Huaura en los periodos 2 y 4.

4.3.3. Zonas turísticas

La provincia de Huaura cuenta con muchos atractivos turísticos, entre ellos están los humedales, marismas, sitios arqueológicos y áreas naturales protegidas. Los atractivos turísticos vienen siendo promovidos por la Municipalidad Provincial de Huara como corredores turísticos, estos son:

➤ Corredor Arqueológico

Dentro del corredor arqueológico se cuenta con:

- a) Sitio Arqueológico de Bandurria, ubicado en el distrito de Huacho, en Playa chica a la altura del kilómetro 141 de la carretera Panamericana Norte.
- b) Complejo Arqueológico de Vichama, ubicado en el distrito de Vegueta, al margen derecho del río Huaura, a 826 m de la costa. Este complejo Arqueológico forma parte del Proyecto Espacial Arqueológico Caral-Supe.
- c) Museo Arqueológico Regional del Señor Tatuado, ubicado en el distrito de Huacho, a 3 cuadras de la Plaza de Armas de Huacho.

➤ Corredor de Humedales

Dentro del corredor de Humedales se cuenta con:

- a) Albufera de Medio Mundo
- b) Laguna Chaviños
- c) Lago el Paraiso
- d) Humedal El Paraiso
- e) Laguna Madre

En base a los datos de atractivos turísticos, se generaron los mapas turísticos para cada zona de estudio.

- a) El mapa turístico del distrito de Vegueta, cuenta con la Albufera del Medio mundo y la laguna Chaviños como parte de las Áreas Naturales Regionales y la Isla Don Martin parte de las Áreas Naturales Nacionales, estos dos forman parte de los atractivos turísticos naturales. Cuenta con el museo de sitio de Vichama además cuenta con zonas para: la observación de aves, realizar pesca, trekking, surf, camping, paseos en bote, restaurants, hoteles y centros comerciales **(Figura 48)**.
- b) El mapa turístico del distrito de Carquín, cuenta con zonas para: realizar pesca, trekking, camping, paseos en bote, restaurants, hoteles y centros comerciales **(Figura)**.
- c) El mapa turístico del distrito de Vegueta, cuenta con Sistemas de Islas, islotes y puntas el cual es parte de las Áreas Naturales Nacionales, además cuenta con el lago El Paraiso, el humedal El Paraiso y laguna Madre. Este distrito cuenta con el museo del Señor Tatuado y con el sitio arqueológico de Bandurria. Dentro de los atractivos turísticos con los que cuenta este distrito están: la observación de aves, realizar pesca, trekking, surf, camping, paseos en bote, restaurants, hoteles y centros comerciales **(Figura)**.

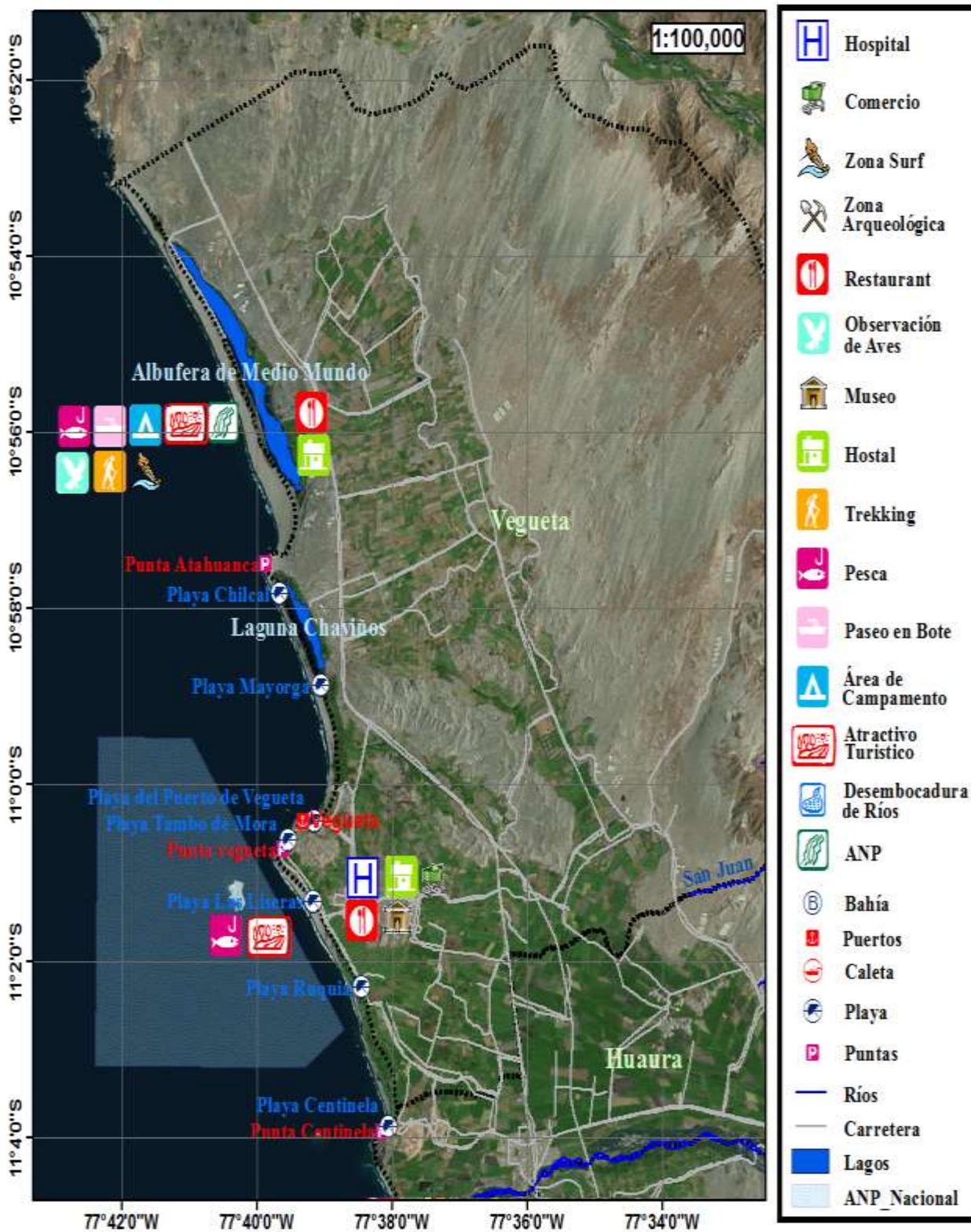


Figura 489. Mapa Turístico del distrito de Vegueta.

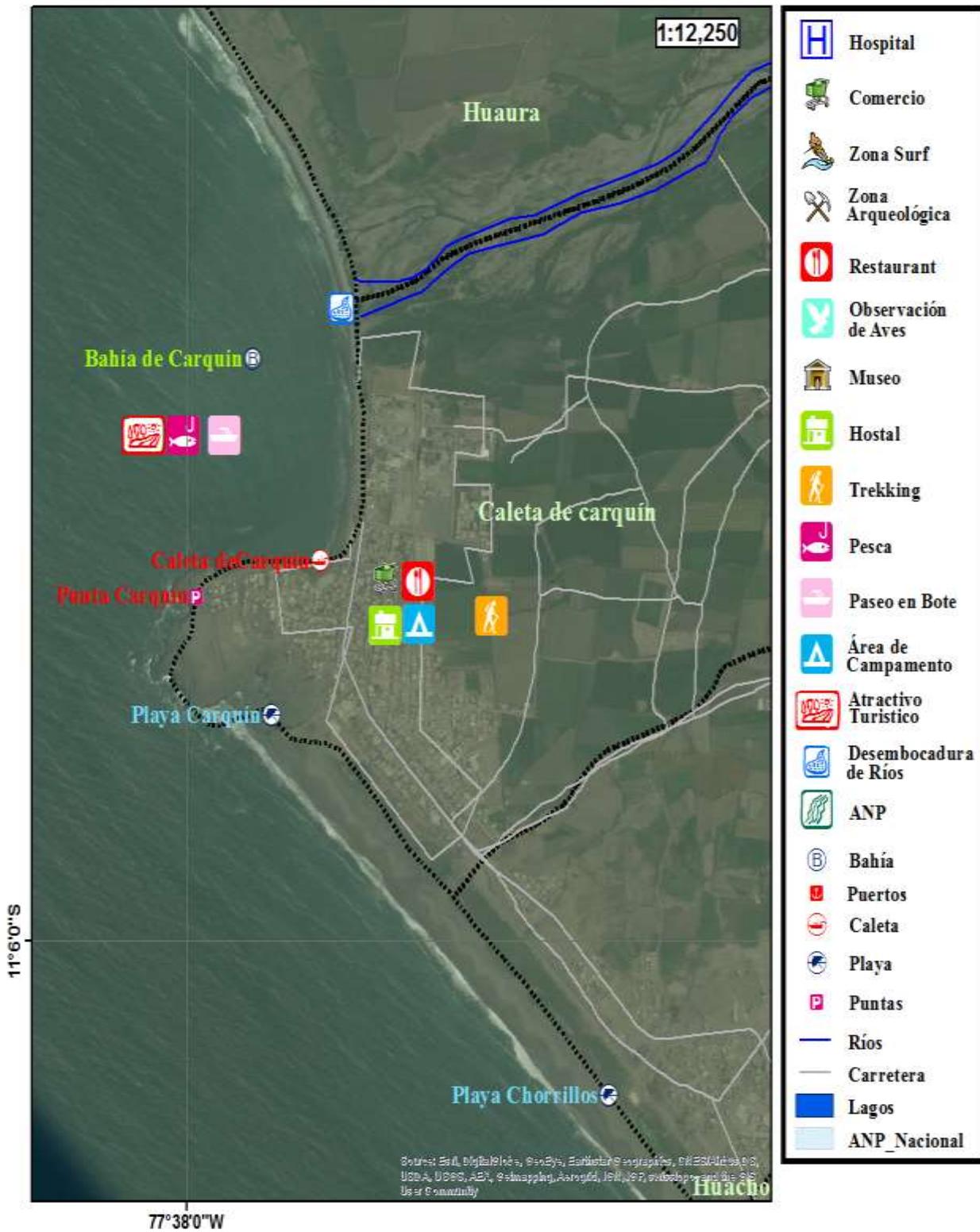


Figura 70. Mapa Turístico del distrito de Carquín.

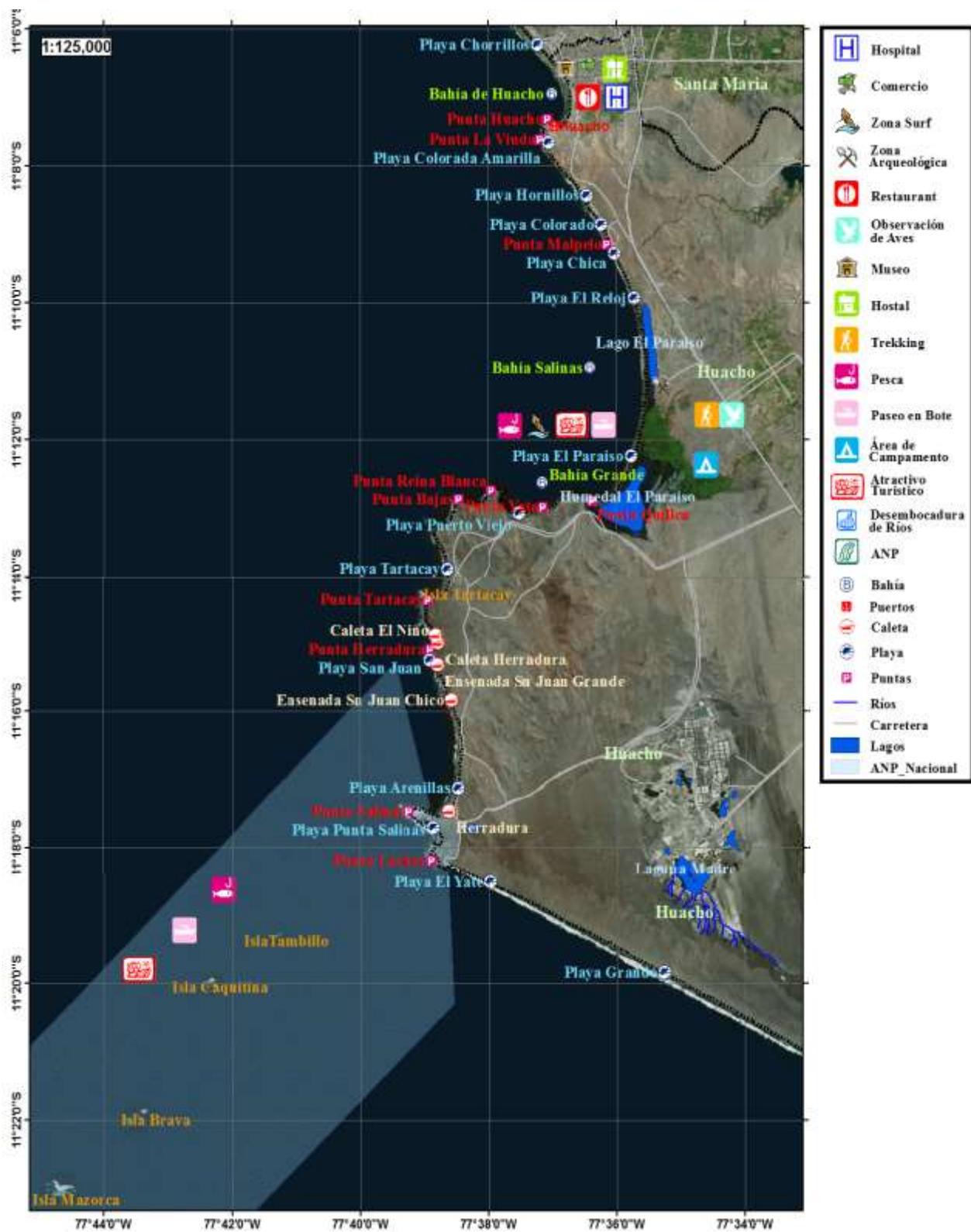


Figura 71. Mapa Turístico del distrito de Huacho.

4.4. USO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN

Esta provincia cuenta con 2 tipos de Áreas Naturales Protegidas (ANP) estas son las Reservas Nacionales (RN) que pertenece a las ANP de Administración Nacional, y las Áreas de Conservación Regional (ACR) que pertenecen a las ANP de Administración Regional y Privada.

4.4.1. Reservas Nacionales (RN)

Dentro de las RN están presentes la RN De Lachay; la cual fue creada en 1977 bajo el D.S. N° 310–1977–AG y cuenta con un área de 5,070 ha; y la RN del Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras (SIIPG); la cual fue creada en el 2009 bajo el D.S. N° 024–2009–MINAM y cuenta con un área de 17,519.82 ha. Cabe resaltar que el área mencionada del SIIPG sólo hace referencia a las áreas que están dentro de las zonas de estudio ([SERNANP, 2016](#)).

4.4.2. Conservación Regional (CR)

Dentro de las ACR está presente la Albufera de Medio Mundo; la cual fue creada en 2007 bajo el D.S. N° 006–2007–AG, modificado por el D.S. N° 005–2013–MINAM y cuenta con un área de 687.71 ha ([SERNANP, 2016](#)).

Estas áreas fueron georreferenciadas y diseñadas en el ArcGIS siendo el producto final los mapas de Reservas Nacionales ([Figura 49](#)) y Áreas de Conservación Regional ([Figura](#)).

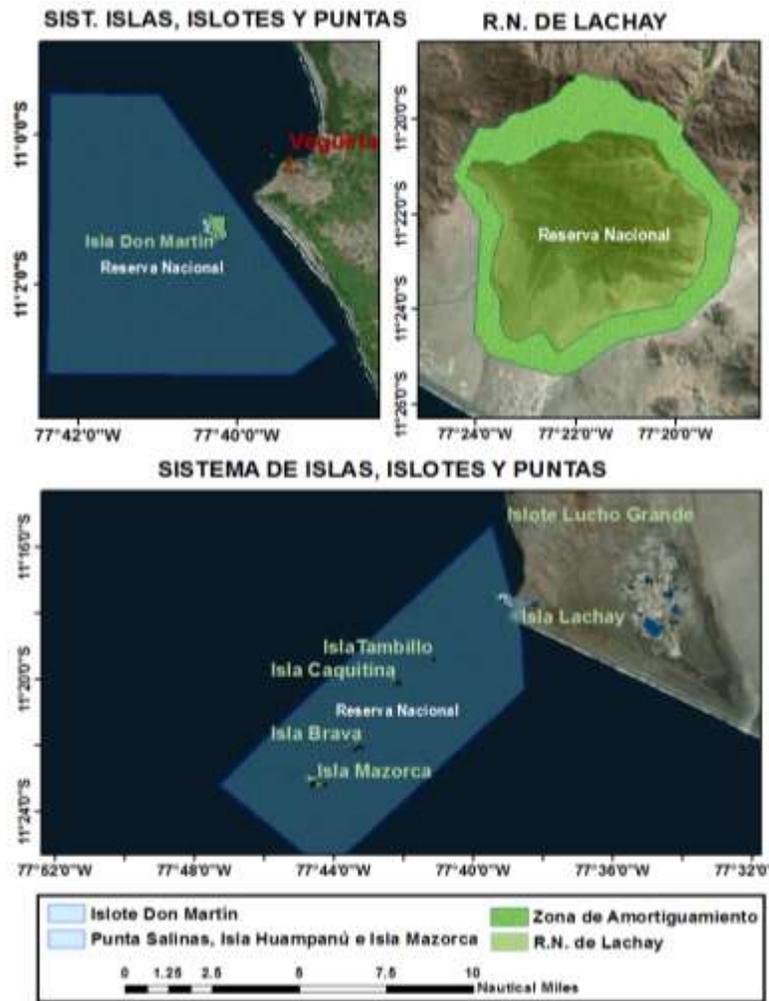


Figura 492. Representación de las Áreas de Reserva Nacional presentes en la Provincia de Huaura.

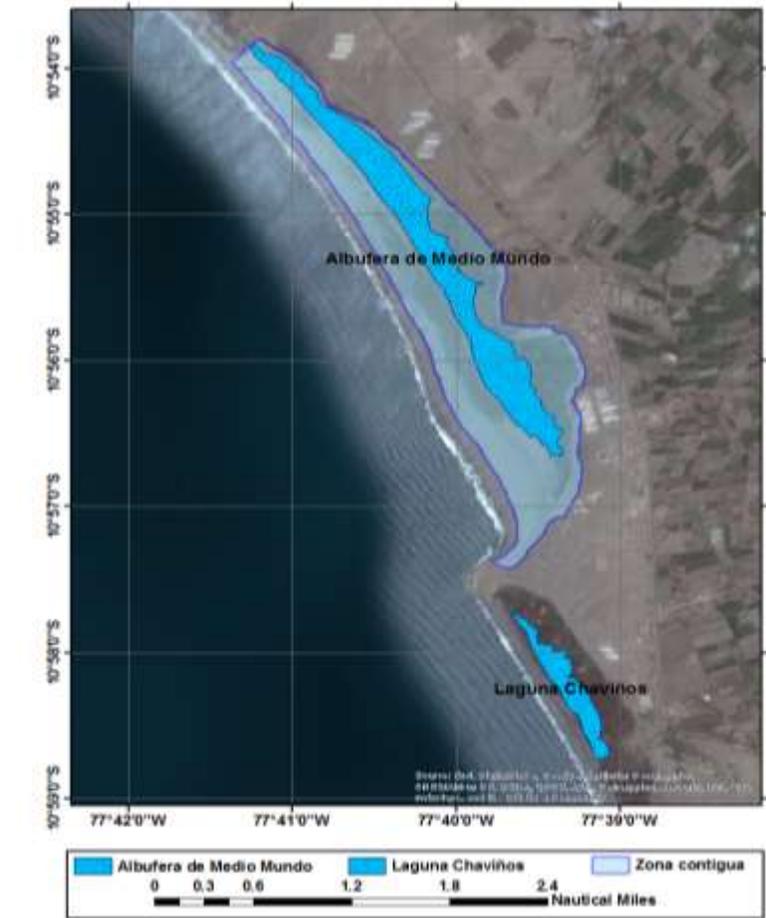


Figura 73. Representación de las Áreas de Conservación Regional presentes en la Provincia de Huaura.

4.5. COMPARACIÓN DE LA COBERTURA DE USOS

Se calculó la cobertura espacial de los usos pesquero y de conservación y protección (**Figura 50**), pero no la cobertura espacial del uso socio – económico debido a que su ubicación fue puntual, por lo cual no se calculó las variaciones de sus áreas.

El cálculo de áreas de cada indicador fueron obtenidas a partir de la suma total de todas las especies o áreas presentes en cada periodo de estudio, en donde se determinó que:

- En las zonas acuícolas, se evidenció un crecimiento con respecto a la cobertura de sus áreas esto debido al aumento de concesiones acuícolas en la provincia de Huaura, siendo el periodo 4 en donde se determinó la mayor extensión de zonas acuícolas con un valor de 86.9317 Ha.
- En los bancos naturales, no se registró una cobertura de áreas para los periodos 1 y 2 debido a que se comenzaron a obtener datos a partir del 2005, periodo 3, (**Figura 20**), se evidenció la mayor cobertura espacial en el periodo 4 con una extensión de 4111.4162 Ha.
- En las zonas de pesca, se determinó que la mayor cobertura espacial fue obtenida en el periodo 1 con una extensión de 515,624.22 Ha. En los periodos posteriores (periodo 2,3 y 4) las áreas fueron muy similares las cuales variaron de 368,631.88 Ha para el periodo 2 a 398878.74 Ha para el periodo 4.
- En las Áreas Naturales Protegidas, la mayor cobertura espacial se determinó en el periodo 4 con 26,096.7 Ha.
- Con respecto a los datos de Bancos naturales se realizaron dos análisis, (1) análisis de áreas por periodo (**Figura 50**) y (2) análisis de cantidad de biomasa por periodo.

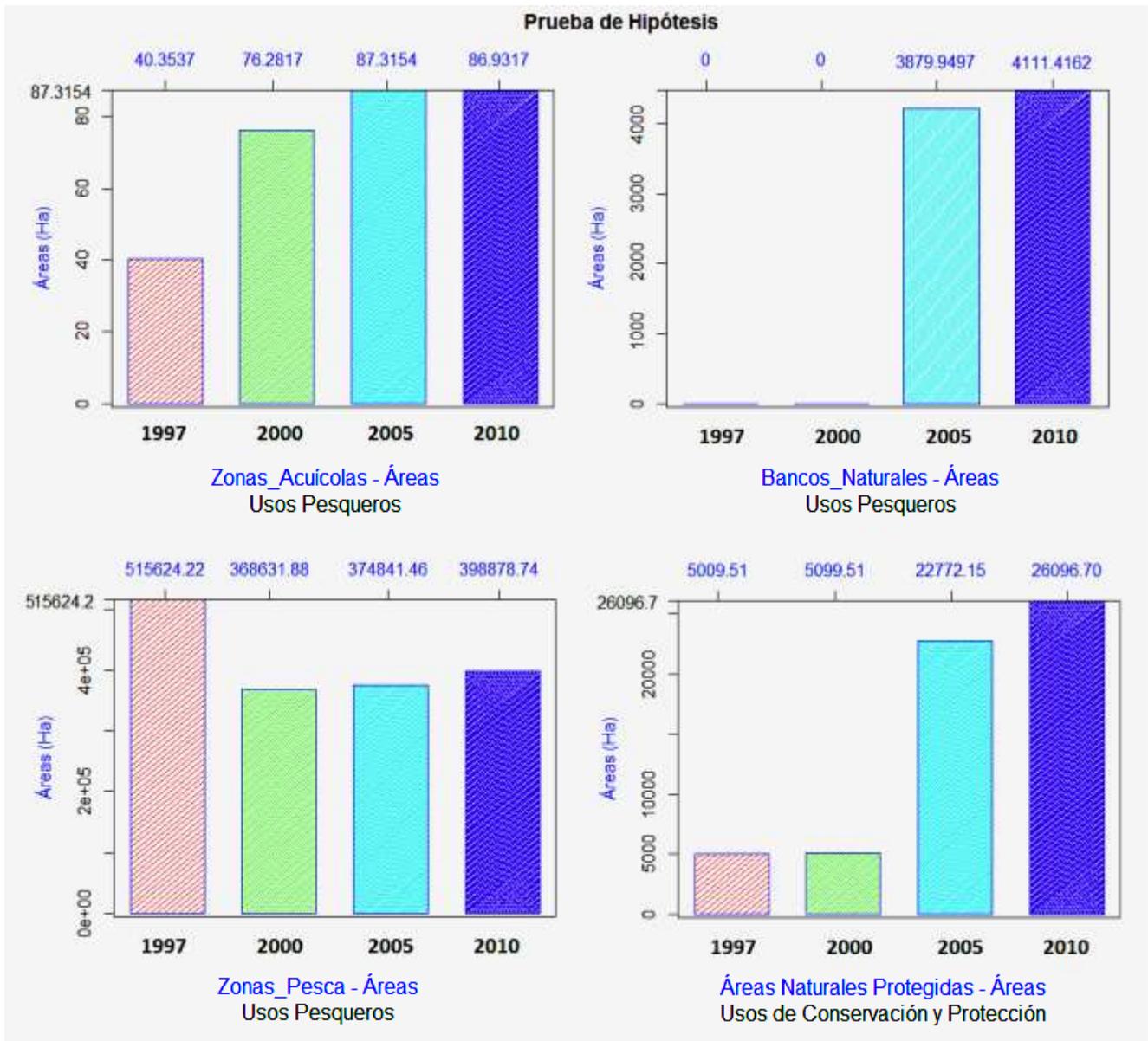


Figura 504. Comparación de la cobertura espacial.

El segundo análisis realizado a los Bancos naturales se realizó debido a que del 2013 a 2015 se realizó el “Seguimiento de pesquería de invertebrados marinos en Huacho”, esto implicó que aumente la distribución y concentración de los recursos de invertebrados, así como sus respectivos valores de biomasa. Por lo cual, se analizó la variación de áreas y variación de biomasa (**Figura 51**), en donde se observó que ambos datos, áreas (Ha) y biomasa (t), presentaron un aumento del periodo 3 al periodo 4. Se determinó que el mayor aumento de biomasa por área se dio en el periodo 4, tal y como lo muestra la ecuación (6).

$$\delta_b = \frac{\text{Biomasa (t)}}{\text{Área (Ha)}} \dots (6)$$

$$\delta_b (\text{Periodo 3}) = \frac{1,468.76 \text{ t}}{3879.9497 \text{ Ha}} = 0.3786 \text{ t/Ha}$$

$$\delta_b (\text{Periodo 4}) = \frac{4,520.52 \text{ t}}{4111.4162 \text{ Ha}} = 1.0995 \text{ t/Ha}$$

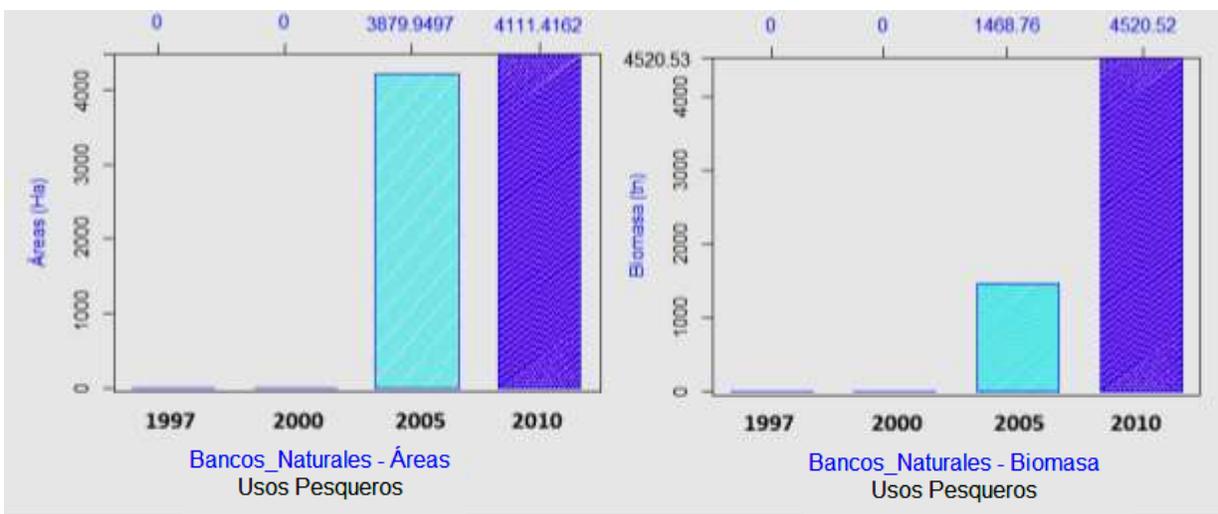


Figura 515. Análisis de variación de Áreas y Biomosas en los Bancos Naturales.

Se realizó un Análisis de Varianza (ANVA, [Tabla 15](#)) con el cual se procesaron los datos de cada área en base a los “scripts” realizados empleando el software R ([Anexo 35](#)). En este proceso también se realizó un *boxplot*, con los datos de las áreas, lo cual representó los intervalos de confianza de las medias de cada una de estas.

Tabla 15. Análisis de Varianza de las Áreas por indicador

Fuente	Grados de libertad (DF)	Sumas de cuadrados (SS)	Cuadrados medios (MS)	F value	Probabilidad Pr (>F)
Indicadores	3	$5.037 E^{+11}$	$1.679 E^{+11}$	138.7	$1.41 E^{-09} ***$
Residual	12	$1.453 E^{+10}$	$1.211 E^{+09}$		

0 ‘***’	0.001 ‘**’	0.01 ‘*’	0.05 ‘.’	0.1 ‘’	1
---------	------------	----------	----------	--------	---

0 : Si es significativo

1 : No es significativo

- Cuando ($p \leq 0.05$) se rechaza la hipótesis de igualdad de medias, existe diferencia significativa entre los grupos.
- Cuando ($p > 0.05$) se acepta la hipótesis de igualdad de medias, no existe diferencias significativas entre los grupos.

De los resultados del Análisis de Varianza (ANVA), se obtuvo que la significancia de las 4 Áreas fueron menor a 0.05 ($p \leq 0.05$), por lo cual se rechaza la hipótesis de la igualdad de las medias de las áreas analizadas. Este Análisis de Varianza se dio con la finalidad de corroborar los resultados obtenidos en las gráficas de barras. Estos nuevos resultados se obtuvieron de la reclasificación por área de los indicadores, lo cual permitió el más rápido manejo de los datos.

Posteriormente, se realizó un Análisis de Comparaciones Múltiples de “**TukeyHSD**”, de los resultados de esta prueba se obtiene que para el caso de las correlaciones de las zonas acuícolas con bancos naturales, Áreas naturales protegidas con zonas acuícolas y Áreas naturales protegidas con bancos naturales presentaron un valor de significancia ($p > 0.05$), lo cual indica que la diferencia entre estas 3 áreas no son significativas y que presentan una cuasi igualdad de medias.

Los resultados de las correlaciones, empleando la prueba Tukey se representan en la (**Tabla 16**). El cálculo estadístico de la prueba Tukey, se realizó en base a una serie de script realizados en R (**Anexo 36**).

Tabla 16. Resultados del TukeyHSD

Comparación	Diferencias	Bajos valores	Altos valores	p	Grupos
B – A	1925.123	-71155.93	75006.17	1.00000	1
C – A	14694.248	-58386.80	87775.30	0.93105	2
D – A	414421.355	341340.30	487502.41	0.00000	
C – B	12769.125	-60311.93	85850.18	0.95297	3
D – B	412496.233	339415.18	485577.28	0.00000	
D – C	399727.108	326646.06	472808.16	0.00000	

Dónde: **A:** Zonas acuícolas **B:** Bancos naturales
 C: Áreas Naturales Protegidas **D:** Zonas de pesca

De los resultados obtenidos del ANVA y de la prueba TukeyHSD, se procedió a relacionar ambos datos, los cuales fueron expresados en un “boxplot” (**Figura 52**), esta unión de datos se dio con la finalidad de poder representar el número de indicadores correlacionados entre sí, así como indicar que área o áreas no presentan relación con los demás datos en función de los valores de significancia.

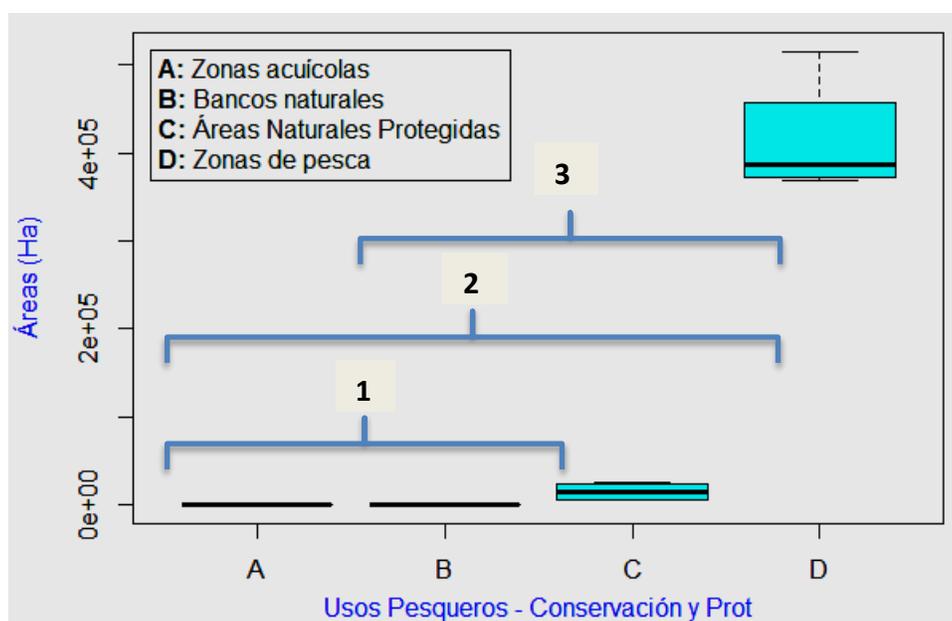


Figura 526. Análisis de comparaciones múltiples de Tukey.

En base a todos los análisis realizados se concluye que se descarta que las áreas de los 4 indicadores sean iguales ($p < 0.05$), y que los resultados obtenidos de la prueba de Tukey así como del ANVA corroboran los resultados obtenidos en el gráfico de barras, con lo cual se determinó que uno de los indicadores es distinto a los restantes, demostrando que las zonas de pesca presentan la mayor cobertura espacial en los 4 periodos de estudio, lo cual apoya y corrobora la hipótesis planteada.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Datos Oceanográficos

En el análisis de los datos oceanográficos se obtuvo que para el **Periodo 1**, se analizaron los datos en dos partes, primero el análisis del evento El Niño de 1997 a 1998 y el segundo evento de La Niña de finales de 1998 a mediados de 1999. En el primer análisis, los resultados obtenidos a partir de los datos oceanográficos, muestran que las aguas frente a las costas de la provincia de Huaura presentaron una variación de masas de aguas templadas a muy cálidas, debido a los efectos generados por El Niño, esto se evidenció con la obtención de un valor máximo de temperatura de 26.68 °C (valor pico de temperatura en todo el análisis de los 4 periodos, correspondiente a 1998), el aumento de la temperatura de las masas de agua para este periodo ocasionó la reducción del afloramiento costero ([González, 2001](#)). Si bien la IVV se intensificó, las aguas afloradas a lo largo de la costa eran pobres en nutrientes, sumado con los bajos niveles de CC-a produjeron que la actividad pesquera se viera afectada, profundizándose o migrando al sur. En el segundo análisis, se evidenció una reducción de la temperatura de las masas de agua evidenciando un mínimo de 16.49 °C, a finales de 1999, debido a los efectos de La Niña. La IVV mostro un continuo aumento en este periodo con

valores máximos de 5.1 m/s a 30 mn de la costa, lo cual produjo la presencia de aguas frías produciendo un aumento en la concentración de nutrientes, lo cual se reflejó en el aumento de la CC-a que evidenció valores picos de 8.5 mg/m³ frente a playa Grande al sur de Huacho.

Para el **Periodo 2**, la TSM frente a las costas de Huaura presentó 2°C menos en comparación del periodo anterior, se evidenció un valor máximo de 24.22°C, inicios del 2001, y un mínimo de 16.46°C, finales del 2001. Este descenso de la TSM fue provocado por la reducción de la IVV de 0.3 m/s dentro de las 30mn lo que produjo un aumento significativo de la concentración de sales y nutrientes en las masas de agua, en donde la concentración de la salinidad del mar bordeó los 34.98 ups como mínimo y presentó un máximo de 35 ups, aumentando en 0.08 ups en comparación con el periodo 1. La CC-a presentó un descenso de 3 mg/m³ de los valores frente a playa Grande y un descenso de 1 mg/m³ frente a Vegueta.

Los resultados obtenidos en el **Periodo 3** muestran que la TSM de las masas de agua frente a las costas de Huaura se mantuvo relativamente igual que en el **Periodo 2**, si bien los datos tuvieron un mínimo de 16.46°C y un máximo de 23.66°C, 2007, la salinidad presentó un aumento progresivo presentando valores de 34.96 a 35 ups en las primeras 30 mn. Los niveles de CC-a presentaron un aumento de + 3 mg/m³ a 5 mn de la costa, evidenciándose los mayores niveles de CC-a frente a playa Grande, mientras que la IVV se mantuvo relativamente constante en todo el periodo.

En el **Periodo 4** se observó que la temperatura del mar frente a Huaura descendió en - 1.1°C en comparación del periodo anterior, presentando un mínimo de 16.31°C, finales del 2011, y un valor máximo de 23.54°C, inicios del 2010. Mientras que los datos de salinidad presentaron un aumento continuo, siendo el valor mínimo de 35.04 ups y el máximo valor de 35.11 ups. Esta variación significativa de los valores de salinidad se debió a que para el periodo 4 se empleó un modelo de datos distinto a los 3 periodos anteriores, lo cual indica el porqué del aumento de los valores empleados. En función a los datos obtenidos se evidenció que los rangos de temperatura y salinidad fueron muy parecidos a los obtenidos por [Ramírez et al. \(2010\)](#), pero difieren de los resultados obtenidos en el 2002, donde los rangos de temperatura oscilaron entre 14.8°C a 15.4°C y la salinidad osciló entre 34.809 a 35.088 ups, obtenidos por [Elliott et al. \(2012\)](#) frente a la costa norte de Huaura. En este periodo la CC-a

cayó desde finales del 2010 en donde se presentaron valores de 4 a 4.8 mg/m³ a 5 mn de la costa. La IVV presentó una tendencia en aumento, logrando los mayores valores en el 2014.

Se concluye que para todo el periodo de estudio los valores de TSM mostraron una fuerte tendencia negativa únicamente en entre 1997 a 1999, **Periodo 1**, esto generó que tanto la estructura y funcionamiento de los ecosistemas se vieran afectados (**Bakun, 2008**), provocando la extinción masiva de diferentes especies (predadores o presas) (**Barber & Chávez, 1983**), produciendo que la termoclina se profundice 50 m por debajo, lo que ocasionó un upwelling de aguas pobres en nutrientes (**Barber & Chávez, 1983**), esto afectó la productividad primaria, la cadena trófica (**Ñiquen & Bouchon, 2004**); y obligó la migración de especies hacia el norte y centro de las costas de Chile, así como a la distribución de estas especies hacia zonas más profundas.

Posterior a ese evento cálido extremo le siguió el evento de La Niña, el cual favoreció los procesos de upwelling frente a las costas del Perú haciendo que la termoclina se presente menos profunda, lo cual generó la presencia de aguas ricas en nutrientes, enriquecimiento de nutrientes, favoreciendo la productividad primaria (**Xu et al, 2013; Bakun & Weeks, 2008**) e implicó el incremento de las especies marinas de aguas frías (e.g. anchoveta, caballa, jurel, lisa, machete, pejerrey, etc.).

En los periodos posteriores la temperatura se mostró relativamente constante con anomalías de TSM que bordearon entre -2 a 0 °C, las anomalías de CC-a mostraron una tendencia positiva desde el periodo 2 a finales del periodo 3, en donde presentó su mayor pico de anomalía de +9.5 mg/m³ en el 2004. Sólo en el Periodo 4 se presentaron valores de anomalía negativa, años 2012 y 2014. La IVV se mantuvo en aumento constante desde el 2000, mostrando su mayor valor de anomalías en el 2011, +0.1 m/s.

Con respecto al análisis sedimentológico realizado sobre la distribución de las facies texturales frente a las costas de la provincia de Huaura se determinó que:

La Grava presentó 3 núcleos de mayor concentración los cuales fueron (1) frente a las costas de Vegueta y en isla Don Martin con valores de 0.105 a 0.235 %, (2) frente a la Caleta

de Carquín y al norte de Huacho a unas 7 mn de la costa, con valores de 0.105 a 0.321% y (3) frente a punta Bajas, distrito de Huacho, el cual presentó valores de 0.156 a 0.194% **(Figura 17 A)**.

La Arcilla presentó 3 zonas de mayor concentración mayores a 20%, estas zonas fueron (1) frente a las costas de la Caleta de Carquín a 6 mn de la línea de costa con valores de 22.7 a 31 %, (2) frente a punta Bajas con una concentración que oscila de 20.6 a 26.9 % y (3) frente a punta Salinas a una distancia de 5.7 mn de la costa con valores de 22.7 a 68.6 % **(Figura 17 B)**.

La Arena presentó 7 zonas de mayor concentración los cuales fueron (1 y 2) frente a punta Vegueta desde la línea de costa hasta las 5.4 mn mar adentro, presentando los valores de 36.6 a 86.5 %, (3) frente a Caleta de Carquín a 5.3 mn de la costa con valores de 36.6 a 52.2 %, (4) frente a playa Puerto Viejo, distrito de Huacho, en donde los valores oscilaron entre 42.4 a 93 %, (5) frente a Punta salinas, distrito de Huacho, con valores de 60.7 a 89.4 % y (6 y 7) frente a playa grande a una distancia de 3.3 mn y 9.8 mn con valores de 45.7 a 93 % **(Figura 17 C)**.

El Limo presentó 3 zonas de mayor concentración los cuales fueron (1) frente a punta Vegueta a 3 mn de la costa el cual presentó valores de 34.3 a 70%, (2) entre punta Carquín a punta Huacho a 6 mn de la costa con valores de 34.4 a 65 % y (3) frente a punta Yate a 4 mn de la costa con valores de 34.3 a 74.6 % **(Figura 17 D)**.

La Materia Orgánica Total (MOT) se presentó en 3 zonas contiguas de mayor concentración, estas zonas abarcaron desde Playa Las Liseras, distrito de Vegueta, a 5 mn de la costa hasta punta Salinas, distrito de Huacho, a 5.7 mn de la costa. Los valores de MOT oscilaron entre 5.72 a 11.6 frente a Carquín y de 5.72 a 12.4 frente a Vegueta y Huacho **(Figura 17 E)**.

En base a las facies texturales encontradas empleando los datos de muestreo del 2014 al 2015, se concluye que las posiciones de los sedimentos a lo largo de la costa de Huaura presentaron una variación espacial tal como lo muestra la **(Figura 53)**, esto indicado por las

investigaciones realizadas por [Delgado et al., \(1987\)](#); [Delgado & Gomero, \(1995\)](#), en donde ambas investigaciones realizaron la clasificación sedimentológica a lo largo de la costa peruana, donde los valores de sedimentos registrados variaron debido a la acción de procesos físicos.

Además, los resultados encontrados en esta investigación concuerdan con los datos presentados por [Velazco et al., \(2015\)](#) el cual también analizó la distribución de la grava, arena, limo, arcilla y materia orgánica a lo largo de la costa peruana. Cabe mencionar que ambas imágenes muestran la compilación de los 5 principales mapas texturales (arena, limo, arcilla, grava, materia orgánica) así como sus sub divisiones de clasificación, empleando el Triángulo de Shepard ([Shepard, 1954](#)).

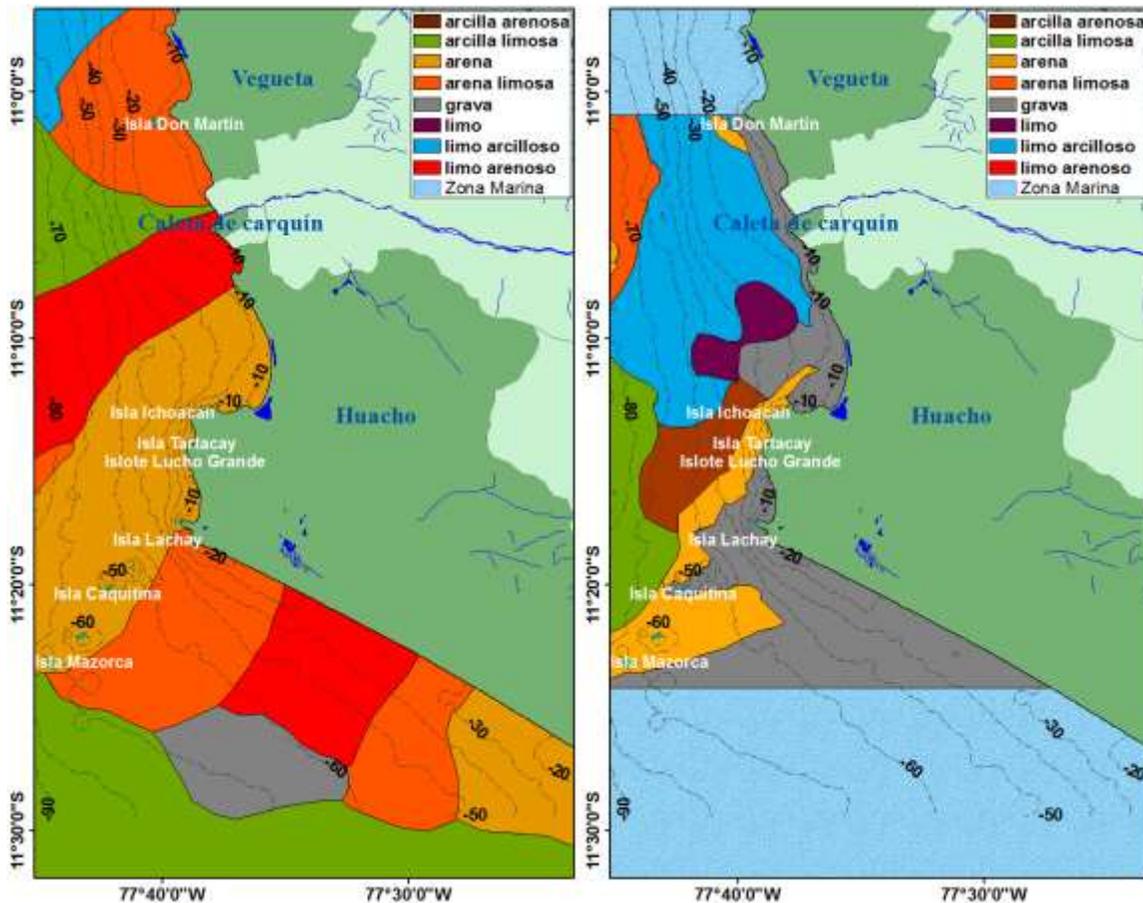


Figura 537. Comparación de la variación de facies texturales de 1987 (realizado por Delgado et al.) y 2015 (realizado por Velazco, F. et al.).

Se concluye también que las variaciones de las facies texturales se deben a efectos de la acción de las corrientes marinas y procesos de upwelling, los cuales favorecen el traslado, recirculación y sedimentación de los sedimentos marinos, así como por procesos de estratificación de sedimentos fluviales (provenientes del río Huaura). En esta investigación no se tomó en cuenta el aporte de materia orgánica que genera la muerte de los recursos marinos (peces, invertebrados y bentos) debido a que no se cuenta con la suficiente información bibliográfica que respalde tal afirmación.

En base a los datos oceanográficos analizados en esta investigación se determinó que la Temperatura Superficial del Mar (TSM), la Intensidad de la Velocidad de los Vientos (IVV) y la Concentración de Clorofila-a (CC-a) serían buenos indicadores de la Exposición (E). Siendo la Exposición un parámetro empleado para la determinación de la Vulnerabilidad (e.g., [Monterroso et al., 2012](#); [Satta et al., 2016](#); [Mamaug et al., 2013](#); [Hobday et al., 2011](#); [Okey et al., 2015](#); [Allison et al., 2009](#); [Füssel et al., 2007](#); [Cinner et al., 2012](#); [Jacinto et al., 2015](#); [Cornelia et al., 2016](#); [Liu et al., 2016](#); [Aliño et al., 2013](#)) de todos los Usos analizados en esta tesis.

5.2. Uso Pesquero

5.2.1. Análisis de resultados de Zonas de pesca

Para el análisis de zonas de pesca, se descartó e empleo de especies, constantes, ocasionales y raras; esto debido a su poca presencia y cambiante estacionalidad en la zona de estudio, por lo cual realizar cualquier tipo de estudio resultaría complicado por la poca disponibilidad de datos. En base a los resultados de las especies dominantes, se obtuvo que:

Las zonas de pesca del Caracol negro "*Stramonita chocolata*" presentaron similar distribución espacial en los 4 periodos de estudio, las variaciones se dieron a nivel de CPUE en donde los menores valores fueron registrados en el Periodo 2, oscilaron de 4.57 a 237, este máximo valor fue registrado en el Sistema de Islas, Islotes y Puntas guaneras. Los mayores valores de CPUE fueron obtenidos en el Periodo 3, oscilaron de 4.57 a 387 ([Figura 51](#)).

Las zonas de pesca de la Anchoveta "*Engraulis ringens*" presentan casi la misma distribución espacial en los periodos 1 y 2 así como también en los periodos 3 y 4. Pero los menores valores de CPUE fueron evidenciados en el periodo 2, oscilaron de 154 a 3,090. Los menores valores de CPUE fueron obtenidos en el Periodo 3, oscilaron de 157 a 9,730, en este periodo los grupos de cardúmenes se encontraron más cercanos a la costa en comparación con los datos evidenciados en los otros 3 periodos **(Figura 52)**.

Las zonas de pesca del Bonito "*Sada chiliensis chiliensis*" presentaron gran cantidad de cardúmenes desde el litoral costero de la provincia de Huaura hasta las 100 mn, excepto los datos observados en el periodo 2 en donde el número de cardúmenes fue muy reducido, evidenciándose solo 4 cardúmenes con bajo valor de CPUE. La distribución de los cardúmenes fue aleatoria **(Figura 53)**.

Las zonas de pesca del Caballa "*Scomber japonicus*" presentaron similar distribución espacial que las zonas de pesca presentadas por el Bonito, también se observó que en el periodo 2 la Caballa solo presentó dos cardúmenes con bajos valores de CPUE **(Figura 54)**.

Las zonas de pesca de Cabinza "*Isacia conceptionis*" presentó la misma distribución espacial en los 4 periodos de estudio, aunque presentaron ligeras diferencias en el posicionamiento de los cardúmenes. Los menores valores de CPUE se presentaron en el periodo 2 y periodo 4, valores mínimos de CPUE muy similares. Los mayores valores de CPUE estuvieron presentes en el periodo 1 **(Figura 55)**.

Las zonas de pesca del Jurel "*Trachurus murphyi*" presentaron similar distribución espacial que las zonas de pesca presentadas por el Bonito y caballa, la distribución de cardúmenes en los periodos 1, 3 y 4 fueron distribuciones aleatorias y presentan los mismo patrones de distribución que las anteriores especies. Muy similarmente se evidenció que en el periodo 2 solo se observaron 3 cardúmenes con valores mínimos de CPUE **(Figura 56)**.

Las zonas de pesca de la Lisa "*Mugil cephalus*" presentó distribución a no más de 5 millas náuticas de la costa, con valores relativamente bajos en cada periodo de estudio. Los valores relativamente altos se evidenciaron en el periodo 1 frente a Punta Lachay, oscilaron de 10.1 a

931. Los menores valores de CPUE se evidenciaron en el periodo 3, siendo estos de 10.1 (Figura 57).

Las zonas de pesca de Machete "*Ethmidium maculatum*" presentó distribución a no más de 5 mn de la costa. En los periodos 2,3 y 4 las distribuciones espaciales de cardúmenes fueron muy similares y los valores de CPUE también. El periodo 1 presentó los mayores valores de CPUE en las costas de Huacho con valores que oscilan de 10.1 a 10,400 (Figura 58).

Las zonas de pesca de Pejerrey "*Odontesthes regia regia*" presentaron similar distribución frente a las costas de Huaura. Se evidenció que los menores valores de CPUE fueron observados en el periodo 1. Mientras los mayores valores de CPUE fueron observados en el periodo 4, los cuales oscilaron entre 6.71 a 569 (Figura 59).

Las zonas de pesca de Perico "*Coryphaena hippurus*" en el periodo 1 presentó un gran número de cardúmenes muy cercanos a la costa, los cardúmenes a 10 mn presentan bajos valores de CPUE, mientras que de 10 mn a mar adentro los valores de CPUE aumentan. En los demás periodos (2,3 y 4) los cardúmenes se evidenciaron desde las 30 a 100 mn (Figura 60).

Las zonas de pesca de Raya Águila "*Myliobatis peruvianus*" presentaron similar distribución en los periodos 1, 2 y 3 en donde las mayores concentraciones de cardúmenes estuvieron ubicados desde playa Grande a 40 mn. Mientras en el periodo 4 la distribución de los cardúmenes fue dispersa desde Vegueta a Huacho (Figura).

De los resultados obtenidos del procesamiento de las zonas de pesca se determinó que estas presentaron un aumento pronunciado y estable en cuanto a su distribución (Figura 54 B), lo cual se vio reflejado en la variación de los valores de CPUE de los periodos 2, 3 y 4 respectivamente, excepto el periodo 1 (Figura 54 C). Los resultados anómalos presentados en el periodo 1, se debieron a que en este periodo se dio el evento El Niño, Niño extremo, el cual hizo que las especies de aguas frías presentaran una distribución lo más cercana a la costa, lo cual permitió la introducción de especies de aguas cálidas lo que provocó que las área de distribución aumente, periodo 1, sin embargo esto no tuvo una relación directa con respecto a

la biomasa. La cual presentó un valor menor al obtenido en el Periodo 3, debido a que muchas especies en su proceso de distribución se profundizaron o migraron al sur lo cual se vio reflejado en los valores de CPUE (**Figura 54 A**).

Se concluye a partir de los datos obtenidos se corrobora la hipótesis planteada en esta investigación, lo cual le permitirá al Gobierno Provincial y Regional priorizar el Uso Pesquero para poder plantear medidas de prevención y protección de las zonas de pesca. También se concluye que a partir de la determinación de las variaciones de áreas que cada especie presentó a lo largo de los 18 años fue clave para: (1) comprender cómo los efectos del cambio climático influyen sobre la distribución y concentración de biomasa de estas especies y (2) el conocimientos de las zonas de mayor concentración será clave para los pescadores artesanales, ente directamente dependiente de esto recursos.

Además el entendimiento de (1) permitirá mediante estudios posteriores poder predecir, mediante métodos determinísticos, cuáles serían las posibles y futuras zonas de mayor concentración de las especies más relevantes para los pescadores artesanales. En base a la determinación todas las zonas de mayor concentración de biomasa por recurso, con la relevancia e importancia que cada especie representa para los pescadores, la población y para la Provincia de Huaura, se pueden generar las concesiones de nuevas áreas protegidas con la finalidad de preservar los ambientes de habitabilidad de los recursos.

De la totalidad de especies, las especies dominantes fueron estudiadas con anterioridad (e.g. **Castillo, P. et al., 2001; Gonzáles, A., 2001; Estrella et al., 1999; Delgado et al., 1987; Berrú et al., 2006; Vilches et al., 1987; Dioses 1995; Segura et al., 1995; Gutiérrez, 1996; Gutiérrez et al., 1998a, 1998b; Castillo et al., 1998b, 1998c, 1998d; Fernández et al., 2000; Wasiw 2000; Castillo, C.R. et al., 2001; Castillo, P.R. et al., 2009**), debido a la importancia económica (pesca industrial y artesanal) que estas representan, así como por su consumo diario en la dieta de los poblados en general. En estos estudios se indicaron como fue la variabilidad de biomasa en diferentes periodos y bajo diferentes condiciones oceanográficas con la finalidad de visualizar la variabilidad de distribución que cada especie presentó.

En base a todos los datos analizados, se concluye una de las mayores forzantes que influyen en la distribución de las especies es el cambio climático influenciado por la actividad humana, lo cual produce que la variabilidad climática se de en periodos más cortos y con mayor intensidad. Según el [\(IPCC, 2002\)](#), la superficie de la tierra ha aumentado en 0.6°C en los últimos 100 años, siendo el año más cálido el 98. Lo cual se ve reflejado también en el aumento de la temperatura de los océanos lo que produce ausencia de nutrientes producto de la profundización de la termoclina, los cuales son clave para el sustento de la producción marina. Cabe mencionar que no todos los efectos del cambio climático son indicadores principales de la muerte de organismos, en épocas de abundante nutriente el metabolismo de los peces aumenta lo cual conlleva la mayor depuración de sustancias tóxicas al cuerpo de agua [\(Ficke et al., 2007\)](#).

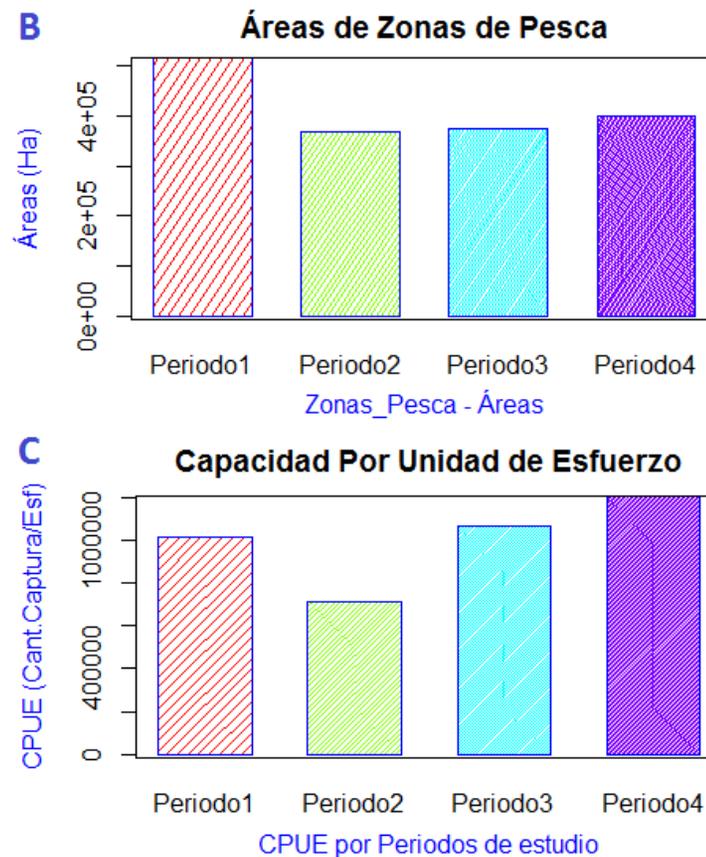
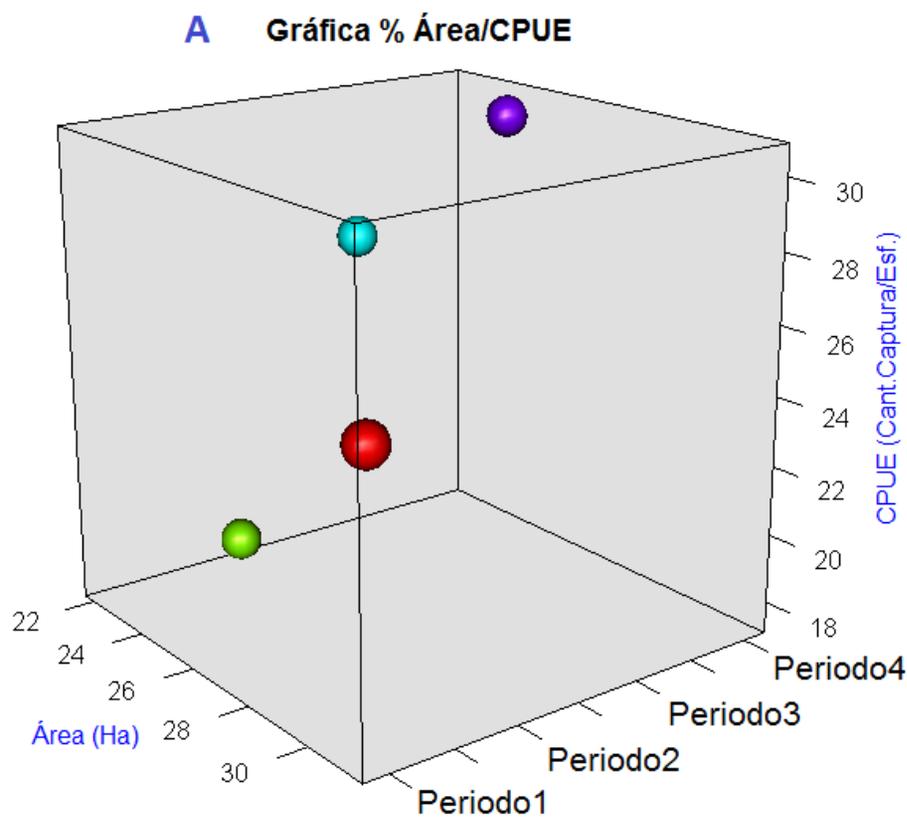


Figura 548. Gráfica comparativa de distribución de área (Ha) vs. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE), representativo de la biomasa. Ambos valores obtenidos a partir de los porcentajes de los valores originales.

5.2.2. Análisis de Zonas Acuícolas

Dentro de los usos pesqueros, las zonas acuícolas son las únicas que presentaron posicionamiento continental, esto no es un condicionante que indique que las zonas acuícolas estén exceptos de todo efecto influenciado por las variaciones del cambio climático. En base a la investigación de **De Silva et al. (2009)**, todos los efectos generados por el cambio climático pueden afectar de manera directa e indirecta a la acuicultura, siendo estos efectos la variación de la temperatura del aire, vaporización, cubierta de nubosidad y la radicación solar. Esto es respaldado por el **IPCC (2007)**, el cual indica que debido al incremento de la temperatura de los mares y océanos esto repercutirá en el incremento de la temperatura de los continentes, siendo este incremento de 1.1°C en este siglo, incluso alcanzar un pico de +3°C.

Cabe mencionar que dentro de las 6 especies acuícolas encontradas en toda la provincia de Huaura, todas estas presentan diferentes intervalos de tolerancia ante los cambios de temperatura y salinidad, la cual es introducida por la filtración de aguas marinas subterráneas; esto puede influir como consecuencia en la productividad de las zonas acuícolas. Por ejemplo, la tilapia presenta una tolerancia a temperatura mínimas de 7°C y máximas de 42°C (**Ficke et al. 2007**).

Los datos de zonas acuícolas concuerdan con los mencionado por **De Silva et al. (2009)**, en donde se menciona que la acuicultura se realiza en las zonas tropicales y subtropicales, siendo la provincia de Huaura una zona subtropical (**Escala Holdridge; Tabla 1**) y además que la práctica acuícola desarrollada en esta zona se da en estanques que presentan áreas oscilantes que van de unos pocos metros a hectáreas.

En la zona de Huaura, las zonas acuícolas presentaron una tendencia en aumento y estable con respecto a las áreas (Ha), presentando la mayor área en el periodo 3 (87.3154 Ha) (**Figura 50**), este aumento de áreas esta concomitante con él un aumento del número de zonas acuícolas en toda la provincia de Huaura, siendo este mayor aumento presentado en los periodos 2 (2000 – 2004) y periodo 3 (2005 – 2009).

Se observó que en los 18 años de estudio se presentó una variación de las especies por zona acuícola esto debido a la estacionalidad de cada especie **(Figura 55)**. En base a los resultados obtenidos se determinó que hubo predominancia de distribución de las zonas acuícolas en el centro de Huaura, con poca presencia en el norte de tilapia, camarón gigante y nativo, goldfish y lisa marina, mientras en el sur sólo se encontró la ostra del pacífico **(Figura 18; Figura 19; Figura 20; Figura 21)**.

Se concluye que todas las zonas acuícolas están muy interrelacionados con los efectos del cambio climático, aun así estos estén posicionado en una zona continental. Además se concluye que sólo en la zona acuícola (B) se logró evidenciar un cambio notable sobre las especies empleadas por zona, esto en función a que esta zona presenta la mayor cobertura espacial en tierra en comparación con las otras 7.

Debido a la data recolectada no se pudo realizar un análisis detallado de esta variable debido a que la data obtenida en todo el proceso de investigación no fue muy detallada. Cabe mencionar que los datos indican la existencia de datos en mar, maricultura, pero al procesar lo datos todos presentaron posicionamiento en tierra.

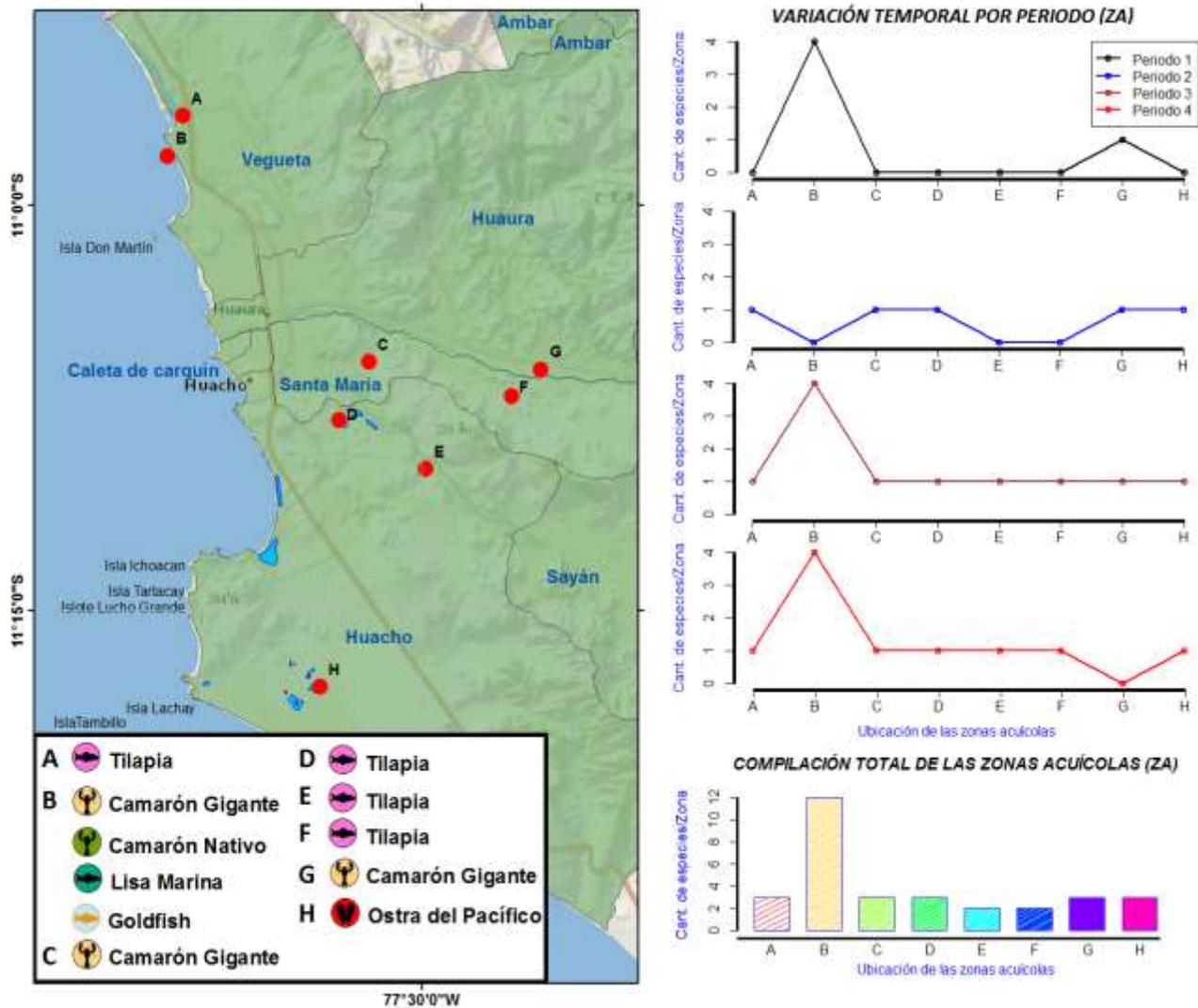


Figura 559. Variación temporal de las zonas acuícolas en la provincia de Huaura.

5.2.3. Análisis de los resultados de Bancos Naturales

De los resultados obtenidos sólo se analizaron los datos de Bancos Naturales de Invertebrados (BNI), en donde sólo se estudiaron 5 especies: el caracol negro (*Stramonita chocolata*), el pepino de mar (*Patallus mollis*) y la concha navaja (*Ensis Macha*) presentaron datos en el Periodo 3 y Periodo 4, mientras que los datos del cangrejo Peludo (*Cancer setosus*) y del cangrejo Violáceo (*Platyxantus orbigny*) fueron obtenido del Seguimiento de pesquería de invertebrados marinos Huacho del 2013 al 2015.

En este análisis se realizó una composición de 3 bases de datos (bancos naturales, facies texturales y batimetría), así como la compilación de todos los datos por especie (zonas de distribución y concentración; y zonas de extracción) lo que permitió un mejor análisis de los datos (**Figura**).

En el análisis de la distribución de los datos de caracol negro (*Stramonita chocolata*) se obtuvo que esta especie habitó a profundidades no mayores de 30 metros a lo largo de toda la costa y a profundidades entre 45 y 50 metros en las zonas aledañas al Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras. Esta especie se encontró distribuido en toda el área de estudio sobre facies texturales duras, principalmente sobre arena y grava lo cual es corroborado por **Ramírez et al., (2010)**.

En el análisis del pepino de mar (*Patallus mollis*) se obtuvo que esta especie habitó a profundidades entre 16 a 39 metros desde el islote Tartacay hasta la Isla Lachay, frente a las costas del distrito de Huacho. Esta especie estuvo posicionada sobre facies texturales de grava (arena, limo y arcilla, 33% c/u).

En el análisis de Concha navaja (*Ensis Macha*) se determinó que esta especie estuvo a profundidades de 5 a 10 metros de cerro verde a Punta Bajas, de 6.4 a 10 metros desde el islote Tartacay hasta la Isla Lachay y de 10 a 30 metros en toda playa Grande (**Ramírez et al., 2010**), habitando sobre facies texturales de grava y arena.

En el análisis del Cangrejo Peludo (*Cancer setosus*) y del cangrejo Violáceo (*Platyxantus orbigny*) se obtuvo que estas especies habitaron a diversas profundidades; de 9 a 22 metros desde bahía salinas a Punta Huacho, de 5.3 a 17.3 metros desde Punta Carquín hasta Bahía Carquín y de 10 a 17 metros en Isla Don Martín. Estas especies habitaron sobre fondos de sustrato rocoso, grava, y sobre texturas arenosas a lo largo de la costa de Huaura.

Los valores de biomasa de todas estas especies se analizaron en 2 fases, las cuales fueron: fase 1 (tendencia positiva de aumento de biomasa en el periodo 3) y fase 2 (tendencia negativa de descenso de biomasa en el periodo 4). El caracol negro se presentó en 2 zonas siendo las fases de variación de biomasa en la zona 1 de 33.87 tn en 2005 a 449.33 tn en julio

del 2009 (fase 1) y 108.74 tn en julio del 2010 a 67 tn en julio del 2014 (fase 2); el pepino de mar solo se presentó en una zona y fase, siendo esta de 51.36 tn en mayo del 2012 a 25.632 tn en setiembre del 2014; la concha navaja se presentó en 4 zonas de las cuales en la (fase 2) las variaciones de biomasa fueron de 219.82 tn en julio del 2011 a 34.4 tn en setiembre del 2014 para la zona 1, 252.8 tn en setiembre del 2013 a 12 tn en noviembre del 2014 para la zona 2, 330.68 tn en setiembre del 2011 a 162 tn en mayo del 2014 para la zona 3 y 124.17 tn en mayo del 2010 a 90 tn en marzo del 2014 para la zona 4. Estos valores de biomasa fueron evidenciados (recolectados por los investigadores del IMARPE) a lo largo de la costa de Huaura, de Sur a Norte.

Se concluye que los aumentos de biomasa como los descensos de biomasa guardan relación con los datos oceanográficos, registrándose en el periodo 3 valores de temperatura entre 18 °C a 21.25 °C y valores de salinidad entre 34.96 ups a 35.13 ups y en el periodo 4 se produjo un descenso de la temperatura el cual oscilo entre 17.75 °C a 21.25 °C, así como un aumento de salinidad de 35.03 ups a 35.18 ups. Estos cambios oceanográficos influyeron en la variación de biomasa y área de distribución de estas especies (**Figura 50**). Esto demostró que cambios tan ligeros como -0.25°C pueden provocar efectos positivos para los bancos naturales de invertebrados, evidenciando una permanencia y un aumento pronunciado en el tiempo.

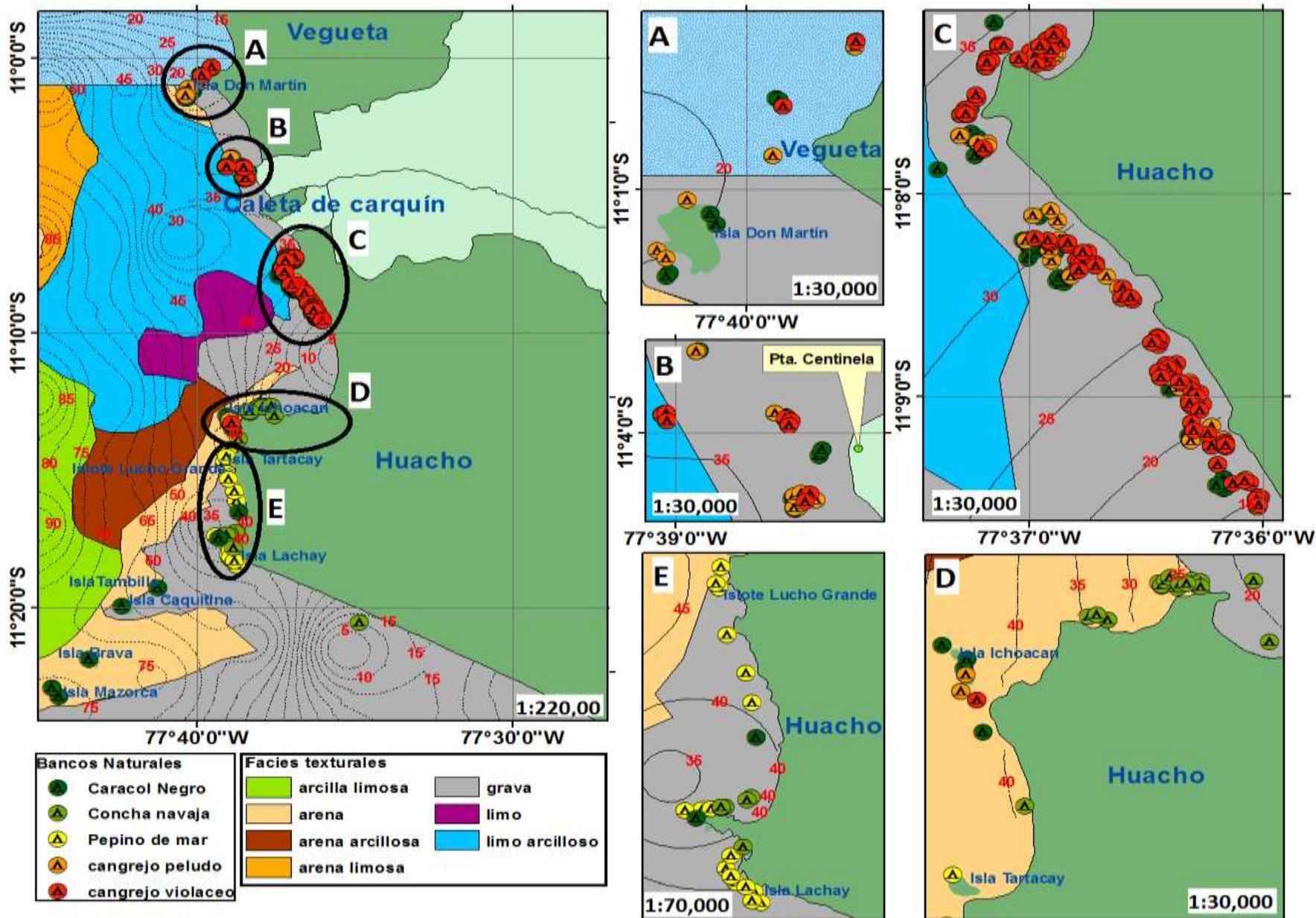


Figura 80. Composición de datos sedimentológicos y distribución de bancos naturales con datos de profundidad.

Se concluye que en base a la ocupación de los Bancos Naturales de Invertebrados (BNI), los porcentajes de ocupación sobre las facies texturales indicaron que los BNI ocuparon un 11.93% de grava y 2.29 % de arena, en donde en las demás facies texturales su presencia fue de 0% (Figura). Por lo tanto, la distribución de estas especies, así como también las facies texturales en donde habitaron fueron respaldados por las investigaciones realizadas en el 2010 y 2012 por el IMARPE (Ramírez et al., 2010; Elliott et al., 2012).

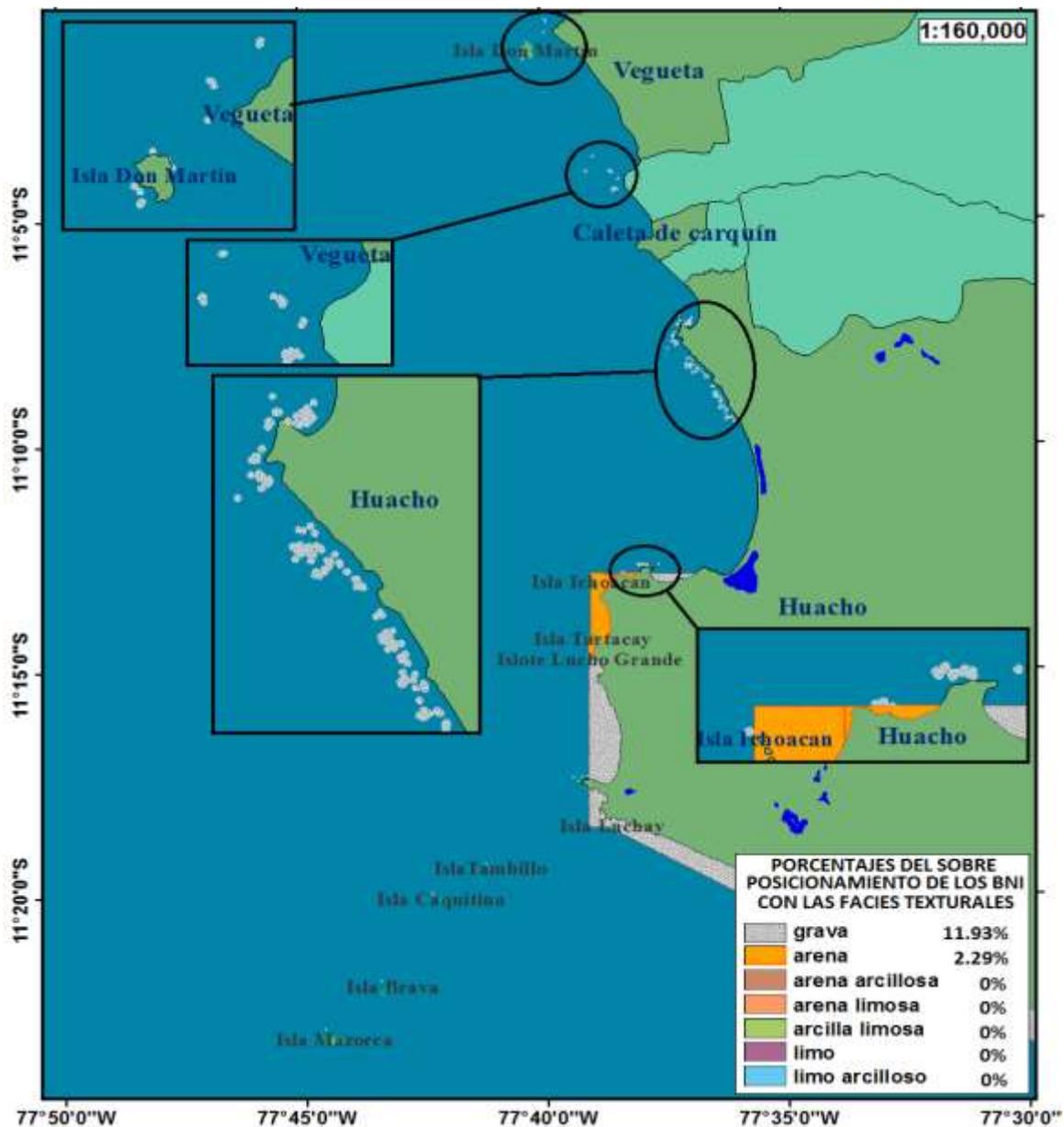


Figura 81. Representación de áreas de traslape de los BNI con las facies texturales, y porcentaje del área de las facies texturales ocupadas por BNI.

5.3. Uso Socio – Económico

Desde 1997 al 2014 los distritos de Hualmay y Caleta de Carquín han presentado los mayores valores de densidad poblacional, debido a que son distritos de áreas muy reducidas pero el número de habitantes ha ido en aumento año a año. De las 3 zonas que se han estudiado en esta investigación el distrito de Huaura presentó los mayores valores de crecimiento poblacional así como de densidad poblacional seguidos del distrito de Vegueta y Carquín.

En base a los datos de pesca artesanal, encuesta del 2003 (**PRODUCE, 2003**) y censo del 2012 (**INEI, 2012**), el mayor número de pescadores artesanales se evidenció en el distrito de Huacho con 520 pescadores en el 2003 y 757 pescadores en el 2012. El segundo distrito con mayor número de pescadores artesanales fue Carquín, en el cual se evidenció 290 pescadores en el 2003 y 513 pescadores en el 2012. Finalmente en el distrito de Vegueta se encontraron los menores valores de pescadores artesanales, aun cuando este distrito presenta mayor cantidad de habitantes que Carquín, la cantidad de pescadores en el 2003 fue de 130 y 281 pescadores para el 2012.

En resumen, en base a todo lo analizado en esta investigación se concluye que las zonas de pesca, los desembarques por caleta, los bancos naturales de invertebrados y el número de pescadores artesanales (indicadores de los Usos Pesqueros y Usos Socio – Económicos, respectivamente) son indicadores directos de la Sensibilidad (S). Mientras las zonas acuícolas, la población de las zonas de estudio y las Áreas Naturales Protegidas (indicadores de los Usos Pesqueros, Usos Socio – Económicos y Usos de Conservación y Protección, respectivamente) son indicadores indirectos de la Sensibilidad (S). Siendo la Sensibilidad es un parámetro empleado para la determinación de la Vulnerabilidad ante los efectos del Cambio Climático.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

1. La zona marino-costera de la provincia de Huaura cuenta con una gran diversidad de usos vulnerables al cambio climático, terrestres como marinos, los cuales fueron plasmados dentro de una tipología que incluyó: Uso Pesqueros (zonas de pesca, desembarque por caleta, bancos naturales y zonas acuícolas), Uso Socio – Económicos (Densidad poblacional, número de pescadores y zonas turísticas) y Uso de Conservación y Protección (Áreas de Reserva Nacional y Áreas de Conservación Regional). La tipología elaborada en la presente investigación puede ser empleada para la generación de nuevas tipologías de Usos en otras áreas o regiones del país.

2. Se concluye que los datos oceanográficos empleados en ésta investigación permitieron comprender las realción directa de ambiente – recurso, así como la relación ambiente – población.

3. La Temperatura Superficial del Mar (TSM) presentó su pico más elevado de temperatura a finales de 1997, evento El Niño, lo cual provocó que frente a las costas de Huaura se evidenciaran valores de temperatura entre 19.5 a 19.75 °C, siendo estos datos correspondientes al Periodo 1. Posterior a este periodo, los valores de temperatura se mantuvieron relativamente constantes hasta inicios del 2007, en años posteriores se

evidenció que las temperaturas presentaron un descenso de -0.25°C . Estos valores produjeron que en los periodos 2, 3 y 4, la TSM frente a las costas de Huaura presentaran valores de 18°C a 17.75°C .

4. La Salinidad Superficial del Mar (SSM) presentó en el periodo 1 un incremento de 34.88 a 34.91 ups con dirección de Norte a Sur dentro de las primeras 30 millas náuticas (mn). En el periodo 2 la concentración de SSM aumentó evidenciándose valores de 34.99 a 35 ups en misma dirección y ubicación que el periodo 1. En el periodo 3 la concentración de SSM se mantuvo relativamente constante con valores de 34.96 ups a 3 mn de Punta Bajas y el Islote de Tartacay, 34.97 ups frente a toda la costa del distrito de Huacho incluido el Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras (SIIPG) y 34.98 ups dentro de las 30 mn. Para el Periodo 4 se evidenciaron valores de entre 35.04 a 35.05 ups frente a las costas de Huaura y 35.11 ups como máximo dentro de las 30 mn.
5. La Intensidad de la Velocidad de los Vientos (IVV) presentó valores de 3.6 m/s frente a las costas de Huaura en los periodos 1,2 y 4, con un máximo de 5.1 m/s dentro de las 30 mn. Mientras que en el periodo 3 se evidenciaron valores de 3 m/s frente a las costas de la provincia de Huaura.
6. La Concentración de Clorofila-a (CC-a) presentó en el periodo 1 valores de 1.8 a 2.53 mg/m^3 frente a la costa de Vegueta y valores pico de 4.89 a 8.52 mg/m^3 de Norte a Sur. Valores muy similares se evidenciaron en el periodo 2 en donde la CC-a frente al distrito de Vegueta fue de 1.73 a 2.03 mg/m^3 y frente a la costa sur del distrito de Huacho fue de 4.52 a 5.72 mg/m^3 , sólo en este periodo se evidenció valores de 3.19 a 4.16 mg/m^3 frente a Punta Tartacay y dentro del SIIPG. En los 2 últimos periodos se evidenció valores de CC-a más cercanos a costa, en donde en el periodo 3 los valores de CC-a oscilaron entre 3.7 a 7.6 mg/m^3 en dirección Norte a Sur frente a las costas de Huaura, siendo el mayor valor registrado frente a Playa Grande, distrito de Huacho, con valores de 5-86 a 7.6 mg/m^3 . Mientras que en el periodo 4, los valores oscilaron entre 4.51 a 2.53 mg/m^3 en dirección del Norte del distrito de Vegueta a 2 mn frente a Punta Baja, distrito de Huacho; y de 2.8 a 5.08 mg/m^3 de Punta Baja a Playa Grande.

7. El análisis sedimentológico de las facies texturales de arena, limo, arcilla y grava realizado frente a las costas de la provincia de Huara, desde la línea de costa hasta los 77.75°W , determinó facies texturales de grava desde 0 a 0.5 mn de la Isla Don Martín a Playa Colorado, de 0 a 3 mn de Playa Colorado a Punta Bajas y de 0 a 5 mn de Isla Tartacay a Playa Grande. Se determinó que hubo mayor presencia de limo arcilloso frente a Vegueta y Carquín, presencia de limo a 3 millas de Bahía Salinas y presencia de arena arcillosa y arena desde Punta Bajas a Playa Grande. Por lo tanto, este análisis sedimentológico permitió concluir que los sedimentos frente las costas de Huaura presentaron cambios de mayor dispersión y variación en su distribución a lo largo del tiempo, estudios realizados en 1987, 1995 y 2015 lo confirmaron.
8. La hipótesis planteada fue verdadera, siendo las Zonas de pesca, indicador del Uso Pesquero, la actividad que presentó la mayor cobertura espacial (414,494.08 Ha, área promedio de los 4 periodos) en comparación a los otros indicadores analizados. Corroborado en base a las pruebas estadísticas realizadas (ANVA y Tukey HSD) y los gráficos de barras.
9. Se concluye que los indicadores que permitieron la clasificación y delimitación del uso pesquero vulnerable al cambio climático en la zona marino costera de la provincia de Huaura, fueron las zonas de pesca, el desembarque por caleta, los bancos naturales y las zonas acuícolas.
10. Las Zonas de pesca artesanal, indicador del Uso Pesquero, mostraron una tendencia de aumento en base a la suma total de áreas por periodo; a partir del periodo 2 al periodo 4. Se mostró que el Caracol negro, Anchoveta, Cabinza, Lisa, Machete, Pejerrey presentaron una distribución costera de Norte a Sur a no más de 10 mn de la costa. Las especies Bonito, Caballa presentaron una distribución oceánica desde la costa al Sur. El Jurel presentó una distribución oceánica al sur. Mientras el Perico y Raya Águila presentaron su distribución desde el litoral hasta las 100 mn. Por lo tanto, la especie con la mayor área fue el Perico (114,487 Ha, Periodo 1), en donde las mayores concentraciones de CPUE se evidenciaron desde las 30 hasta las 100 mn.

11. Los valores de desembarque por caleta, indicador del Uso Pesquero, permitieron determinar qué especies son las más representativas para la pesca artesanal y cuáles generarían un impacto en la economía local si se evidenciara la ausencia de los mismos. Se determinó que las especies Pejerrey y Anchoqueta presentaron los mayores valores de biomasa (kg) en los puertos de Vegueta, Caleta de Carquín y puerto de Huacho respectivamente. Por lo cual se concluye que la Anchoqueta es la especie de mayor interés en la pesca local de Huaura, con desembarques pico de 4'218,064 kg en el periodo 4.
12. Los Bancos naturales de Invertebrados (BNI), indicador del Uso Pesquero, variaron de 0.34 a 40 Ha; de acuerdo a las posiciones indicadas por los especialistas que realizan los muestreos de estas especies. Además se visualizó que las variaciones de distribuciones de estas especies, fue a lo largo de la costa de Huaura (Norte - Sur), habitando a profundidades no mayores de 50 m. También se evidenció una tendencia en aumento con respecto al número de especies así como de las áreas de ocupación en todo el periodo de estudio.
13. Se relacionó la sedimentología con los BNI, lo cual permitió conocer que la distribución de los BNI sobre su medio físico se debieron a causa de las variaciones espaciales en el tipo de sedimento, influenciado por la acción de las corrientes marinas. Se concluye que el traslape de los BNI con la grava fue de 11.93% y con la arena fue de 2.29%. No se evidenció un traslape con respecto a las demás facies texturales.
14. Las Zonas acuícolas, indicador del Uso Pesquero, si bien se encuentran sólo en el ámbito terrestre, son afectados por los efectos del cambio climático, siendo estos efectos el aumento de la temperatura del aire, variaciones en la radiación solar e incremento de la temperatura superficial continental y marina. Si bien los datos fueron muy escasos, se demostró un crecimiento estable en el aumento de zonas acuícolas así como de la diversidad de especies. Este crecimiento de zonas acuícolas evidenció una

mayor predominancia sus ubicaciones al Nor-Este del distrito de Huacho y con menor cantidad de zonas al Sur y Norte de la provincia de Huaura.

15. Se concluye que los indicadores que permitieron la clasificación y delimitación del uso socio-económico vulnerable al cambio climático en la zona marino costera de la provincia de Huaura, fueron la densidad poblacional, número de pescadores artesanales y las zonas turísticas.
16. De los indicadores del Uso Socio – Económico, el número de pescadores artesanales presentaron un incremento del periodo 2 al periodo 4 de 53.74%, 43.57% y 31.31% para los distritos de Vegueta, Carquín y Huacho, respectivamente. Si bien, la relación entre el crecimiento poblacional y el número de desembarques no siempre cumple una relación directa en todos los puertos del país, para el caso de los puertos de la provincia de Huacho si se evidenció una relación directa, basada en las tendencias por periodo, demostrando una estrecha relación de dependencia de las actividades antropogénicas con los recursos marinos. Cabe resaltar que ésta estrecha relación de dependencia hombre – recurso, se verá afectada por cualquier alteración en la habitabilidad de las especies lo que repercutirá en la economía de la población dependiente.
17. Se concluye que los indicadores que permitieron la clasificación y delimitación del uso de protección y conservación vulnerable al cambio climático en la zona marino costera de la provincia de Huaura, fueron las áreas de reserva nacional y las áreas de conservación regional.
18. Se concluye que para el caso del Uso de Conservación y Protección (Áreas Naturales Protegidas, ANP), éstas presentaron un aumento en cuanto a sus áreas en función de las fechas de creación de cada una, siendo esta variación desde 1977 (Reserva Nacional de Lachay), 2007 (Área de Conservación Regional Albúfera del Medio mundo), 2009 (Reserva Nacional del Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras) y en el 2013 (Reserva Nacional de Lachay). Se determinó que las ANP presentaron una

tendencia de aumento a lo largo de todo el periodo de estudio, con una mayor concentración de áreas de ANP al sur de la provincia de Huaura excepto la Isla Don Martín y Albúfera del Medio Mundo los cuales se ubican al norte del distrito de Vegueta.

CAPÍTULO V

RECOMENDACIONES

1. En vista de que las Zonas de Pesca presentaron la mayor cobertura, se recomienda que los Gobiernos Provincial y Regional prioricen el Uso Pesquero para poder plantear medidas de prevención y protección de las zonas de pesca.
2. Se recomienda que para futuros estudios del análisis de los efectos del cambio climático sobre las actividades pesqueras se cuenta con un mayor registro de datos (mayor registro temporal) de las diversas actividades así como de los indicadores dentro de cada actividad en una determinada zona de estudio.
3. Se recomienda que para poder obtener a detalle el grado de vulnerabilidad en el cual se verán afectados los Usos más relevantes de una determinada zona de estudio, se deberá realizar el análisis empleando una mayor cantidad de variables oceanográficas (e.g. Corrientes marinas, nivel del mar, oxígeno disuelto, niveles de pH, etc.) las cuales permitirán obtener un diagnóstico más acertado sobre interacción Uso – interacciones oceanográficas frente a eventos del cambio climático.
4. Uno de los principales aportes de esta investigación fue la creación de una metodología para la delimitación de las áreas de las zonas de pesca, para lo cual se espera que en

base a futuras investigaciones se pueda discutir y mejorar la metodología aplicada en esta investigación, para obtener a futuro la determinación más precisa del análisis de las Zonas de pesca y del comportamiento de los Bancos naturales.

5. Se recomienda que para estudios posteriores relacionados con la interacción de Usos o de Servicios ecosistémicos frente a los efectos del cambio climático se deberá utilizar una metodología consensuada que permita el mejor análisis de los datos.
6. Se recomienda que en base a la determinación de las potenciales áreas de ubicación de biomasa, lo cual fue corroborado en base a los resultados, de las principales especies marinas el GORE deberá tomar medidas de protección y vigilancia para preservar las zonas de pesca.

BIBLIOGRAFÍA

1. Adger, W.N. (2000) Social and ecological resilience: Are they related? *Progress in Human Geography* 24, 347–364.
2. Agenda 21. Sección II: Conservación y gestión de los recursos. Capítulo 17. Protección de los océanos y los mares de todo tipo. 1992.
3. Aliño, P.M., Follosco, N.M.G., Mamauag, S.S., Martínez, R.J.S., Panga, F.M. 2013. Chapter 7: Linking vulnerability assessment to adaptation. In: MERF. 2013. *Vulnerability Assessment Tool for Coastal Ecosystems: A Guidebook*. Marine Environment and Resources Foundation, Inc: Quezon City, Philippines.
4. Allison, E.H., Perry, A.L., Badjeck, M., Adger, W.N., Brown, L., Halls, A.S., et al., 2009. Vulnerability of national economies to the impacts of climate change on fisheries. *Fish Fish.* 10, 173–196.
5. Ángel, A. y Ojeda, F.P., 2001. "Structure and trophic organization of subtidal fish assemblages on the northern Chilean coast: the effect of habitat complexity". *Marine Ecology Progress Series* 217: 81-91.
6. ArcGIS Resources. Sitio web: <http://resources.arcgis.com/es/home/>
7. Baca, M, Läderach, P, Hagggar, J, Ovalle, O, Ocón, S, Gómez, L. 2012. Vulnerabilidad y estrategias de adaptación al cambio climático en los medios de vida de las familias de Nicaragua, El Salvador, Guatemala y México. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Managua, Nicaragua. Sitio web: www.ciat.cgiar.org.
8. Badjeck, M.C. et al. 2010. Impacts of climate variability and change on fishery-based livelihoods. *Marine Policy* 34: 375 – 383.
9. Bakun, A., Weeks, S. 2008. The marine ecosystem off Peru: What are the secrets of its fishery productivity and what might its future hold?. *Progress in Oceanography* 79 (2008) 290 – 299.
10. Barber, R.T., Chavez, F.P. 1983. *Biological consequences of El Niño*. *Science* 222 (1983) 1203 – 12010.
11. Benetti, D. et al., 1995. The standard metabolic rate of dolphin Fish. *Journal of Fish Biology*, 46(6): 987-996.
12. Berrú, P., Tresierra, Á., García, V., Cervantes, C., Domínguez, N., Vásquez L. y Tenorio, J. 2006. Identificación y delimitación de bancos naturales de invertebrados marinos, zonas de pesca artesanal y áreas propuestas para maricultura en el Litoral de la Región Áncash. *Inf. Inst. Mar Perú* (4), Vol. 33, Octubre – Diciembre 2006.
13. Boldt, J.L., Martone, R., Samhuri, J., et al., 2014. Developing ecosystem indicators for responses to multiple stressors. *Oceanography* 27, 116e133.
14. Brander, K.M. 2007. Global fish production and climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2007; 104 (50): 19709 – 19714.
15. Brooks, N., Adger, W.N. and Kelly, M.P. (2005). The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. *Global Environmental Change* 15, 151–163.
16. Cañada, R. et al. 2008. "Sistemas y análisis de la información geográfica". Alfaomega.

17. Carballo, L.L. 2009. Los Usos de la Bahía de Cienfuegos. Tratamiento Jurídico e Institucional desde la perspectiva del MICZ. Tesis en opción al título académico de Máster en MICZ, Cienfuegos. Pag. 18.
18. Castillo, P. et al. 2001. Distribución de los once recursos pesqueros de mayor abundancia en el mar peruano durante el verano 2000. *Inf. Inst. Mar Perú* (159): 7- 21.
19. Castillo, R. et al. 2009. Principales recursos pelágicos del mar peruano en el verano 2007. *Inf. Inst. Mar Perú* (3-4) Vol. 36.
20. Chirichigno, F.N. & Cornejo, R.M. 2001. Catálogo comentado de los peces marinos del Perú. Instituto del Mar del Perú, IMARPE, Publicación especial. Callao _ Perú. 314 p.
21. Chirichigno, N. & J. Vélez. 1974. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Instituto del Mar del Perú. Publicación Especial, Callao. Pag. 300, 308, 338 y 387.
22. Chirichigno, N. & Vélez, J. 1998. Clase para identificar los peces marinos del Perú. (Segunda edición revisada y actualizada). Publicación especial *Inst. Mar Perú*.
23. Cinner, J.E., McClanahan, T.R., Graham N.A.J., Daw, T.M., Maina, J., Stead, S.M., Wamukota, A., Brown, K., Bodin, Ö. 2012. Vulnerability of coastal communities to key impacts of climate change on coral reef fisheries. *Global Environmental Change* 22(2012) 12 – 20.
24. Collette, B.B. and C.E. Nauen, FAO species 1983, catalogue. Vol. 2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. FAO Fish.Synop. (125) Vol. 2; 137 p.
25. Collette, B.B., 1995. "Coryphaenidae. Dorados". p. 1036-1038. En W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V. Niem (eds.) *Guia FAO para Identificación de Especies para lo Fines de la Pesca. Pacífico Centro-Oriental*. 3 Vols. FAO, Roma.
26. Daily, G. (2000). Management Objectives for the Protection of Ecosystem Services. *Environmental Science & Policy* 3: 333-339.
27. Dall, W. H. 1909. Report on a collection of shells from Perú, with a summary of the littoral marine Mollusca of the Peruvian Zoological Province. *Proc. U. S. N. Mus.*, 37(1704): 147-294.
28. Delgado, C. et al., 1987. Sedimentos superficiales del margen continental peruano: un Mapa Textual. *Boletín*. Vol. 11 (5)
29. Delgado, C. et al., 1995. Atlas sedimentológico de la plataforma continental peruana. *Inf. Inst. Mar Perú*. (110).
30. DeMers, M.N. 2003. *Fundamentals of Geographic Information Systems*. Second Edition. John Wiley and Sons, Inc. New York, NY, USA. 636 pp.
31. Department for Environmental, Food and Rural Affairs. 2008. *The Marine and Coastal Access Bill*. United Kingdom.
32. De Silva, S.S. y Soto, D. 2009. El cambio y la acuicultura: repercusiones potenciales, adaptación y mitigación. En K. Cochrane, C. De Young, D. Soto y T. Bahri (eds). *Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura: visión de conjunto del*

- estado actual de los conocimientos científicos. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura, No 530. Roma, FAO. pp. 169-236.
33. Dioses, T. 1995. Análisis de la distribución y abundancia de los recursos jurel y caballa frente a la costa peruana. *Inf. Pro. Inst. Mar del Perú - Callao N° 03, setiembre 1995.*
 34. Ehler, C. & Douvère, F. 2011. Marine Spatial Planning: a step-by-step approach toward ecosystem-based management, Intergovernmental Oceanographic Commission Manual and Guides No. 53, UNESCO, Paris, 2011.
 35. Ehler, C. & Douvère, F. 2013. Planificación espacial marina: una guía paso a paso hacia la Gestión Eco sistémica. Comisión Oceanográfica Intergubernamental y el Programa del Hombre y la Biosfera. COI manuales y guías n. ° 53. París, UNESCO. 2009 (inglés). 2013 (español)
 36. Elliott, W. & Ramírez, A. 1998. Estudio pesquero del langostino tití (*Xiphopenaeus riveti*), en las áreas de pesca de Huacho y Supe. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú.*
 37. Elliott, W. Ramírez, A. Gonzáles, R. 2012. Bancos Naturales entre punta Herradura y Playa chicha, Huacho. *Inf. Inst. Mar Perú (39).*
 38. Espino, M. 1999. La merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*): Situación actual y perspectivas de explotación. *Informe Ejecutivo. Inf. Prog. Inst. Mar Perú. 1998. Pag. 20.*
 39. ESRI. 2001. The ESRI Press dictionary of SIG terminology. Environmental Systems Research Institute, Inc. Redlands, California, USA (available at: http://www.esri.com/library/glossary/a_d.html).
 40. Estrella, C. et al. 1998. Áreas de pesca de la flota artesanal de la caleta Santa Rosa, Chiclayo, Perú. 1996 – 1998. *Inf. Inst. Mar Perú. 142: Pag. 79.*
 41. Estrella, C. et al. 1999. Áreas de pesca de la flota artesanal de la caleta Santa Rosa, Chiclayo, Perú. Periodo 1996 – 1999. *Inf. Inst. Mar Perú (142). Pag 19 – 29.*
 42. Estrella, C. et al. 1999. Áreas de pesca de la flota artesanal de la zona norte del Perú (3,4°S a 6,5°S) 1996 – 1999. *Inf. Inst. Mar Perú (150), Diciembre 1999.*
 43. FAO Fisheries Department, 1994. "World review of highly migratory species and straddling stocks". *FAO Fish. Tech. Pap.* No. 337. Roma, FAO. 70 p.
 44. Ficke, A.D., Myrick, C.A. & Hansen, L.J. 2007. Potential impacts of global climate change on fresh water fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 17: 581–613.
 45. Fisheries and Aquaculture Department. (2016a). *Trachurus murphyi* (Nichols, 1920). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Sitio web: <http://www.fao.org/fishery/species/2309/en>
 46. Fisheries and Aquaculture Department. (2016b). *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Sitio web: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Mugil_cephalus/es#tcNA008C
 47. Food And Agriculture Organization of the United Nations (2006), Building Adaptive Capacity to Climate Change: Policies to Sustain Livelihoods and Fisheries. New Directions in Fisheries. A Series of Policy Briefs on Development Issues (FAO, Rome), N° 8.

48. Füssel, H-M. 2007. Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for Climate change research. *Global Environmental Change* 17 (2007) 155 – 167
49. Gasparini, J.L. y S.R. Floeter, 2001. "The shore fishes of Trindade Island, western South Atlantic". *J. Nat. Hist.* **35**:1639-1656.
50. Gobierno de Chile. 2001. Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo. Plan Regional de Ordenamiento Territorial: Contenido y Procedimientos.
51. Gonzáles, A. 2001. Contribución al conocimiento pesquero y biológico de cinco peces costeros de importancia comercial en el Perú: cabinza, lisa, Lorna, machete y pejerrey. Periodo 1996 – 2000. *Inf. Inst. Mar Perú* (136).
52. Gotway, C.A. *et al.* 1996. Comparison of Kriging and Inverse Distance Methods for mapping soil parameters. *Soil Science Society of American Journal* 60:1237-1247.
53. Gutiérrez, M. 1996. Distribución y concentración de los principales recursos pelágicos peruano durante el invierno de 1995. Crucero BIC Humboldt 9508-09. *Inf. Pro. Inst. Mar del Perú N° 119*: 43 – 54, agosto 1996.
54. Harrould-Kolieb, E., Savitz, J. 2009. Acidificación: ¿Cómo afecta el CO₂ a los océanos?. Segunda edición Oceana. Pag. 8.
55. Hernández, L. *et al.* (2010). Efecto del blanqueamiento del coral por baja temperatura en los crustáceos decápodos asociados a arrecifes del suroeste del golfo de California. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: S113- S119.
56. Hoegh – Guldberg, O., Bruno, J.F. 2010. The Impact of Climate Change on the World's Marine Ecosystems. *Science* Vol. 328 (2010)
57. Hoegh-Guldberg, O. 1999. Climate change, coral bleaching and the future of the World's coral reefs. *Marine Freshwater Research* 50: 839 – 866.
58. Hoegh-Guldberg, O. 2007. Coral Reefs Under Rapid Climate Change and Ocean Acidification. *Science* 318(5857): 1737 – 1742.
59. Hobday, A.J., Smith, A.D., Stobutzki, I.C., Bulman, C., Daley, R. Ecological risk assessment for the effects of fishing. *Fisheries Research* 108 (2011) 372 – 384.
60. Idjadi, J. A. & Edmunds, P. J. 2006. *Scleractinian corals* as facilitators for other invertebrates on a Caribbean reef. *Marine Ecology Progress Series* 319:117-127.
61. Instituto del Mar del Perú e Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. 1996. Compendio Biológico Tecnológico de las principales especies hidrobiológicas comerciales del Perú. Pag 27 – 89.
62. Instituto del Mar del Perú. (2013a). Principales Especies de Invertebrados Marinos. Laboratorio Costero de Huacho. Sitio web: http://www.imarpe.gob.pe/huacho/Paginas/especies_invertebrados.html
63. Instituto del Mar del Perú. (2013b). Principales Especies Pelágicas. Laboratorio Costero de Huacho. Sitio web: http://www.imarpe.gob.pe/huacho/Paginas/especies_pelagicos.html
64. Instituto del Mar del Perú. (2013c). Principales Especies Demersales y Costeros. Laboratorio Costero de Huacho. Sitio web: http://www.imarpe.gob.pe/huacho/Paginas/especies_demersales.html

65. Instituto Nacional de Estadística e Informática. 1999. Perú: Estimaciones de Población, según Departamentos, Provincias y Distritos, 1995-2000.
66. Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2009. Estimaciones de población por sexo, según departamento, provincia y distrito, 2000 – 2015.
67. Instituto Nacional de Estadística e informática. 2012. Compendio Departamental de Lima y callao.
68. Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2012. I Censo Nacional de la Pesca Artesanal del Ámbito Marítimo, 2012.
69. IOC/UNESCO, IMO, FAO, UNDP. (2011). *A Blueprint for Ocean and Coastal Sustainability*. Paris: IOC/UNESCO
70. IPCC (2001a) Climate Change 2001: Impacts, Adaptation & Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Vol. Cambridge University Press, Cambridge.
71. IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2001. Cambio climático y biodiversidad. Documento técnico V del IPCC. OMM-PNUMA.
72. IPCC. (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2001. Cambio Climático 2001: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad. Informe del Grupo de Trabajo II. Resumen para responsables de Política. OMM-PNUMA. Ginebra, Suiza. 95 p.
73. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. Summary for policy-makers. In: Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis, Averyt KB, Tignor M, Miller HL, editors. Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, UK and New York, NY: Cambridge University Press; 2007.
74. IPCC, 2013. The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge and New York.
75. IPCC, 2014: Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza, 34 págs. (en árabe, chino, español, francés, inglés y ruso).
76. Jacinto, M.R., Songcuan, A. J., Von Yip, G., Santos, M.D. 2015. Development and application of the fisheries vulnerability assessment tool (Fish Vool) to tuna and sardine sectors in the Philippines. Fisheries Research 161 (2015) 174 – 181.
77. Jansen, M. 1990. The role of coastal zone management in sea level rise responses. In *Changing climate and the coast, ibid.*
78. Jones, P.J.S. et al. 2016. Marine spatial planning in reality: Introduction to case studies and discussion of findings, Mar. Policy (2016),

79. Jones, R.J. 2008. Coral bleaching, bleaching – induced mortality, and the adaptive significance of the bleaching response. *Marine Biology* 154: 65 – 80.
80. Jordan, R. & Chirinos de Vildoso, A. 1965. La Anchoveta (*Engraulis ringens J.*) Conocimiento actual sobre su biología ecológica y pesquería. La Punta, Callao, Perú. Informe N° 6.
81. Justafre, Y. 2006. La conformación de una base teórica jurídica para legislar sobre el Manejo Integrado de Zonas Costeras en Cuba: Estudio Bahía de Cienfuegos. Tesis en opción al título de Lic. En Derecho, Universidad de Cienfuegos, 2006. Pag 2.
82. Keen, A. M. 1971. Sea shells of Tropical West America. 2nd. ed. Stanford Univ. Press, California, 1064 pp.
83. Kelle, W. et al. 1982. ABC del Pescador. Introducción a la biología pesquera del mar peruano. Pag 27 – 33.
84. Kravchenko, A. et al. 2003. *A comparative study of interpolation methods for mapping soil properties. Agronomy Journal* 91: 393 – 400.
85. Le Quéré, C., Moriarty, R., Andrew, R., et al., 2014. Global carbon budget 2014. *Earth Syst. Sci. Data Discuss.* 7, 521e610.
86. León, C., Neri, C., Guigue, A.L. y Robles, M. 2009. Adaptación, un debate reciente de países selectos, en Buenfil Friedman (editor). *Adaptación a los Impactos del Cambio Climático en los Humedales Costeros del Golfo de México*, SEMARNAT-INE, México, Volumen 1.
87. Liu, H-L., Willems, P., Bao, A-M., Wang, L., Chen, X. 2016. Effect of climate change on the vulnerability of a socio-ecological system in an arid area. *Global and Planetary Change* 137 (2016) 1 – 9.
88. Macdonald, R.W., Harnerb, T., Fyfe, J., 2005. Recent climate change in the Arctic and its impact on contaminant pathways and interpretation of temporal trend data. *Sci. Total Environ.* 342, 5–86.
89. Mamauag, S.S. et al. 2013. A framework for Vulnerability assessment of coastal fisheries ecosystems to Climate change – Tool for Understanding Resilience of Fisheries (VA - TURF). *Fisheries Research* 147 (2013) 381 – 393.
90. McDaid et al., 2009. Sistemas de información geográfica, sensores remotos y mapeo para el desarrollo y la gestión de la acuicultura marina. Servicio de Gestión y Conservación de la Acuicultura. Departamento de Pesca y Acuicultura FAO, Roma.
91. McIlgorm, A. et al. 2010. How will Climate change alter fishery governance? Insights from seven international case studies. *Marine Policy* 34 (2010), 170 – 177.
92. Mejía, J. & Samamé, M. 1970. Información básica de los principales peces de consumo. *Inf. Inst. Mar Perú* (136).
93. Metzger, M., Leemans, R. and Schröter, D. (2005) A multidisciplinary multi-scale framework for assessing vulnerability to global change. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 7, 253 – 267.

94. Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and human well-being: a framework for assessment*. Washington, D. C., Island Press.
95. Ministerio de la Producción, 2001. Capacitación tallas mínima de captura de los principales peces e invertebrados marinos y vera en el marco normativo del decreto Ley N° 25977 - Ley General de Pesca.
96. Ministerio de la Producción. 2003. Características Operativas de los Puntos de Desembarque. Oficina General de Tecnología de la Información y Estadística. Pag. 106 – 111.
97. Ministerio del Ambiente, 2014. Orientaciones básicas sobre el ordenamiento territorial en el Perú. Dirección General de Ordenamiento Territorial – Lima.
98. Ministerio del Ambiente. 2015. Lineamientos para el manejo integrado de las zonas Marino costeras. RM N° 180-2015
99. Ministerio del Ambiente. 2015. Zonificación Ecológica y Económica. Dirección general de Ordenamiento Territorial. Ministerio del ambiente. Sitio web: <http://www.minam.gob.pe/ordenamientoterritorial/instrumentos-tecnicos-para-el-ordenamiento-territorial/zonificacion-ecologica-economica/>
100. Monterroso, A., Conde, C., Gay, C., Gómez, J., López, J. 2012. Indicadores de vulnerabilidad y cambio climático en la agricultura de México. Centro de Ciencias de la Atmósfera e Instituto de Geografía.
101. Moreno-Casasola, P. et al. 2005. Manejo Integral de la Zona Costera
102. Mumby, P. et al. (2014). *Towards Reef Resilience and Sustainable Livelihoods: A handbook for Caribbean coral reef managers*. University of Exeter, Devon, UK.
103. Municipalidad Provincial de Huaura (MPH). 2009. Plan de Desarrollo Concertado de la Provincia de Huaura 2009 – 2021.
104. Municipalidad Provincial de Huaura (MPH). 2013. Plan de Acondicionamiento Territorial de la Provincia de Huaura 2013 – 2022.
105. Murillo, D et al. 2012. “Comparación de métodos de interpolación para la generación de mapas de ruido en entornos urbanos”. Ing. USBMed, Vol. 3, No. 1, pp. 62-68. ISSN: 2027-5846. Enero-Junio, 2012.
106. Ñiquen, M., Bouchon M. 2004. Impact of El Niño events of pelagic fisheries in Peruvian waters. *Deep-Sea Research II* 51 (2004) 563-574.
107. O’Brien, K., Leichenko, R., Kelkar, U. et al. (2005) Mapping vulnerability to multiple stressors: climate change and globalization in India. *Global Environment Change* 14, 303–313.
108. Okey, T.A., Agbayani, S., Alidina, H.M. 2015. Mapping ecological vulnerability to recent climate change in Canada’s Pacific marine ecosystems. *Ocean & Coastal Management* 106 (2016) 35 – 48.
109. Orduña, F. 2007. Aplicaciones de software SIG: ArcGIS 9.2. Lección 1: Introducción a ArcGIS Desktop. UNIGIS Girona. 9ª ed. España. Universitat de Girona.

110. Osorio, C., J. Atria & Mann, S. 1979. Moluscos Marinos de Importancia Económica en Chile. *Biol. Pesq. Chile* 11: 3-47.
111. Palko, B.J., G.L. Beardsley & W.J. Richards, 1982. "Synopsis of the biological data on dolphin-fishes, *Coryphaena hippurus* Linnaeus and *Coryphaena equiselis* Linnaeus". *FAO Fish. Synop.* (130); *NOAA Tech. Rep. NMFS Circ.*(443).
112. Peña, M. 1971. Zonas de distribución de los bivalvos marinos del Perú. *An. Cient. Univ. Nac. Agraria*, 9 (112):46-55.
113. Philippart, C.J.M. 2011. Impacts of Climate change on European marine ecosystem: Observations, expectations and indicators. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 400 (2011), 52 – 69.
114. Protocolo de Barcelona, 2009
115. Puerta, R., Rengifo, J., Bravo, N. 2011. *ArcGIS Básico* 10. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
116. Ramírez, A., Elliot, W. Gonzáles, R., Berrú, P., Gonzáles, P., Goñy, J.L., Garcia, H., Maldonado, C. 2010. Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en la región Lima entre Punta Litera – Playa Grande (Barranca y Huaura de la Región Lima).
117. Reglamento de Zonificación Ecológica y Económica (ZEE). DS N° 087 – 2004 – PCM, art 1.
118. Rizzi, J., Torresan, S., Critto, A., Zabeo, A. et al. 2015. Climate change impacts on marine water quality: The case study of the Northern Adriatic Sea. *Marine Pollution Bulletin* 12 (2015)
119. Rodríguez, F. et al., 2007. Manual N° 1 – Manual para la zonificación Ecológica y Económica a nivel macro y meso.
120. Rombouts, I., Beaugrand, G., Artigas, L.F., et al., 2013. Evaluating marine ecosystem health: case studies of indicators using direct observations and modelling methods. *Ecol. Indic.* 24, 353e365.
121. Sánchez, A.C., 1997. "Listado taxonómico de las especies marinas identificadas en los océanos Pacífico y Atlántico (Caribe) de Nicaragua". Ministerio de Economía y Desarrollo. MEDE PESCA. Managua. 28 p.
122. Satta, A., Snoussi, M., Puddu, M., Flayou, L., Hout, R.2016. An index-based method to assess risks of climate-related hazards in coastal zones: The case of Tetouan. *Estuarine, Coastal and Shelf Science.* 175 (2016) 93 – 105.
123. Schloeder, C.A. *et al.* 2001 Comparison of methods for interpolating soil properties using limited data. *Soil Science Society of American Journal* 65:470-479.
124. Schweigger, E. 1964. *El litoral peruano*. Segunda Edición auspiciada por la Universidad Nacional "Federico Villareal". Lima 414 p.
125. Segura, M., Salazar, C., Escudero, L., Ganoza, F. y Gutiérrez, M. 1995. Evaluación de la distribución y biomasa de los principales recursos pelágicos. *Inf. Pro. Inst. Mar del Perú – Callao N° 04, setiembre 1995.*

126. Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2016. Sitio web: http://www.sernanp.gob.pe/documents/10181/165150/Lista_Pagina_Web_OFICIAL_2016-07-14.pdf/6d59d6bd-e0f0-4109-bbec-824d554aa0b5).
127. Shepard, F.P. 1954, Nomenclature based on sand-silt-clay ratios: *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 24, p. 151-158.
128. Sibson, R. 1981. "A Brief Description of Natural Neighbor Interpolation", capítulo 2 de *Interpolating Multivariate Data*. New York: John Wiley & Sons, 1981. Pag. 21 – 36.
129. Silva, M. & Stuardo, J. 1985. Alimentación y relaciones tróficas generales entre algunos peces Demersales y el bentos de Bahía Coliumo (Provincia de Concepción, Chile). *Gayana Zoológica (Chile)* 49: 77 – 102.
130. Spotted Eagle Rays, *Aetobatus narinari* ~ MarineBio.org. MarineBio Conservation Society. Web. Accessed Monday. 2016. Sitio web: <http://marinebio.org/species.asp?id=58>
131. Tam, J., Vera, G., Oliveros, R. 2008. Tipos, métodos y estrategias de investigación científica. *Pensamiento y Acción* 5: 145 – 154.
132. Turner, B.L., Kasperson, R.E., Matson, P.A., McCarthy, J.J., Corell, R.W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J.X., Luers, A., Martello, M.L., Polsky, C., Pulsipher, A., Schiller, A., 2003. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100, 8074–8079.
133. UNEP-MAP-RAC/SPA, 2010. Impact of climate change on marine and coastal biodiversity in the Mediterranean Sea: Current state of knowledge. By S. Ben Haj and A. Limam, RAC/SPA Edit., Tunis: 1-28.
134. Van Wesenbeeck, C.F.A., Sonneveld, B., Voortman, R. 2016. Localization and characterization of populations vulnerable to climate change: Two case studies in Sub-Saharan Africa. *Applied Geography* 66 (2016) 81 – 91.
135. Varona-Cordero, F., Gutiérrez, F.J. 2003. Spatiotemporal multivariate analysis of phytoplankton fluctuation in two coastal lagoons of Chiapas. *Hidrobiológica* 2003, 13 (3): 177 – 194.
136. Vegas-Vélez, M. 1968. Revisión taxonómica y zoogeográfica de algunos gasterópodos y lamelibranquios marinos del Perú *An. Cient. Univ. Nac. Agraria*, 6(1/2):1-29.
137. Velazco, F. et al. 2015. Sedimentos superficiales y morfología de la plataforma y talud continental superior, entre 3°30'S y 15°30'S, Perú. *Inf. Inst. Mar Perú* (4) Vol. 42.
138. Vílchez, R., Muck, P. y Gonzáles, A. 1988. Variaciones en la biomasa y en la distribución de los principales recursos pelágicos del Perú entre 1983 y 1987. *COLACMAR – TOMO I*: 255 – 264, 1988.
139. Villatoro et al. 2008. *Agronomía costarricense*. 32 (1): 95 – 105. ISSN: 0377 – 9424.
140. Xu, Y, Chai, F., Rose, K.A., Ñiquen, M., Chavez, F. (2013). *Environmental influences on the interannual variation and spatial distribution of Peruvian anchovy (Engraulis ringens) population dynamics from 1991 to 2007: A three-dimensional modeling study*. *Ecological Modelling*. 264 (2013) 64 – 82.

GLOSARIO DE TERMINOS

Acuicultura: Es la actividad que consiste en el cultivo y producción de especies acuáticas, realizada en un medio seleccionado y controlado, abarcando su ciclo biológico completo o parcial, en ambientes hídricos naturales o artificiales, tanto en las aguas marinas como en las continentales. (**Ley General de Pesca – Ley N° 25977**)

Albufera de medio mundo: Conservar la biodiversidad del ecosistema del humedal por la importante influencia que ejerce sobre otros similares ubicados en la zona costera del Perú y sobre el entorno, promoviendo el uso sostenible y la protección del humedal y sus recursos. (**Ley de Áreas Naturales Protegidas- Ley N° 26834 – Plan Director N° 5**).

Área de conservación Regional (ACR): Áreas destinadas a conservar la diversidad biológica de interés regional y local, y mantener la continuidad de los procesos ecológicos esenciales y la prestación de los servicios ambientales que de ellos deriven. Además estos espacios pueden conservar valores asociados de interés cultural, paisajístico y científico, contribuyendo a fortalecer la identidad cultural del poblador en relación a su entorno, proteger zonas de agrobiodiversidad, promover actividades compatibles con los objetivos de conservación como la educación ambiental, la investigación aplicada y el turismo sostenible, entre otras (**Ley de Áreas Naturales Protegidas- Ley N° 26834 – Plan Director N° 5**).

Área natural protegida: Son espacios continentales y/o marinos del territorio nacional reconocidos, establecidos y protegidos legalmente por el Estado como tales, debido a su importancia para la conservación de la diversidad biológica y demás valores asociados de interés cultural, paisajístico y científico, así como por su contribución al desarrollo sostenible del país. (**Ley de Áreas Naturales Protegidas- Ley N° 26834**)

Área de reserva nacional (ARN): Áreas destinadas a la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de los recursos de flora y fauna silvestre, acuática o terrestre. En ellas se permite el aprovechamiento comercial de los recursos naturales bajo planes de manejo, aprobados, supervisados y controlados por la autoridad nacional competente.

Bancos naturales: Es el conjunto de organismos constituidos por una población de ejemplares bentónicos con predominio de un determinado taxón, que habitan un área geográfica específica. Los bancos naturales no pueden ser demarcados geográficamente en forma rígida, ya que los organismos que lo conforman realizan pequeñas migraciones relacionadas con procesos biológicos y ambientales (**Reglamento de la Ley de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura, D.S. N° 030-2001-PE**).

Cambios en la composición de captura a través del tiempo: Variabilidad de las especies en un lapso de tiempo influenciados por factores internos (alimentos, predadores, nutrientes, etc.) o por factores externos (actividades antropogénicas).

Clasificación de usos: Agupación y distribución de organismos, actividades o zonas en función de su orden o de su importancia. Un aspecto importante de las clasificaciones es su valor de predicción.

Clasificación no supervisada: Son aquellas en las que el algoritmo clasificador no necesita de más información que la escena a clasificar y algunos parámetros que limiten el número de clases. Estos mecanismo de clasificación basan su efecto en la búsqueda de clases con suficiente separabilidad espectral como para conseguir diferenciar unos elementos de otros.

Clasificación no supervisada en ArcGIS: No determina ninguna prioridad para obtener las clases, se realiza en base a probabilidades, el resultado es una imagen ráster reclasificada y opcionalmente genera un archivo con su respectiva firma, para efectuar este procedimiento se usa la herramienta *Iso Cluster Unsupervised Classification*.

Clasificación supervisada en ArcGIS: Permite clasificar el raster por medio de cada píxel de una celda, es necesario tener conocimiento previo de las clases del área de estudio (uso actual del suelo). Se debe marcar puntos y asignar un valor numérico para cada clase.

Densidad poblacional: Denominada población relativa, se refiere al número promedio de habitantes de un área urbana o rural en relación a una unidad de superficie dada.

Desembarque: Peso de los productos pesqueros liberados en un punto especialmente asignado en los puertos pesqueros.

Ingreso acumulativo anual de otras fuentes: Cantidad de peso (expresado en toneladas) de otros recursos hidrobiológicos que ingresan a puerto.

Ingresos de pesca: Cantidad de peso (expresado en toneladas) de peces que ingresan a puerto, estos datos son registrados diariamente.

Número de pescadores: Cantidad de pobladores en toda la provincia de Huaura dedidas a la extracción de recursos hidrobiológicos.

Reserva nacional de Lachay: Espacio protegido del Perú, situado en la provincia de Huaura cerca de los distritos de Chancay y Huaral, en el departamento costero de Lima,

creada el 21 de junio de 1977, el área son lomas destinadas al refugio para la variada fauna de la costa y presenta una muestra representativa de la vegetación de las lomas costeras

Sistemas de islas, islotes y puntas guaneras (RNSIIPG): Está integrada por un conjunto de 22 islas, islotes y grupos de islas y 11 puntas a lo largo de la costa peruana que van en forma discontinua desde las costas frente a Piura hasta llegar a casi la frontera con Tacna. Conservan una muestra representativa de la diversidad biológica de los ecosistemas marino costeros del mar frío de la corriente de Humboldt, así como asegurar su aprovechamiento sostenible de los recursos.

Tamaño y cantidad de captura de especies: El tamaño de captura es la medida de los organismos pesqueros establecidos y normados según ley, rango de extracción permisible, siendo este rango variable cuando hay o no Niño. La cantidad de captura algunas veces es controlada mediante el empleo de vedas.

Usos de conservación y protección: Actividades desarrolladas en zonas de protección en donde su uso es controlado y medido, evitando generar alteraciones a los habitats circundantes.

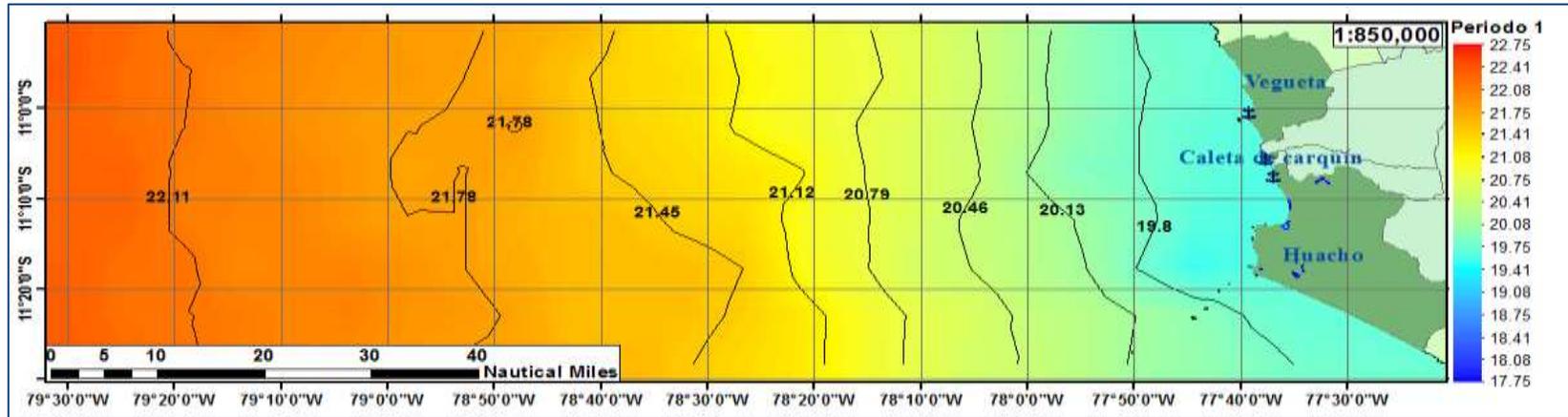
Usos pesqueros: Actividades pesqueras que se realizarán en una zona determinada dedicada a la captura y extracción. El uso de un área determinada esta muchas veces en función de la normativa vigente.

Usos socio-económicos: Actividades realizadas en un área, con el fin de satisfacer las necesidades de la población.

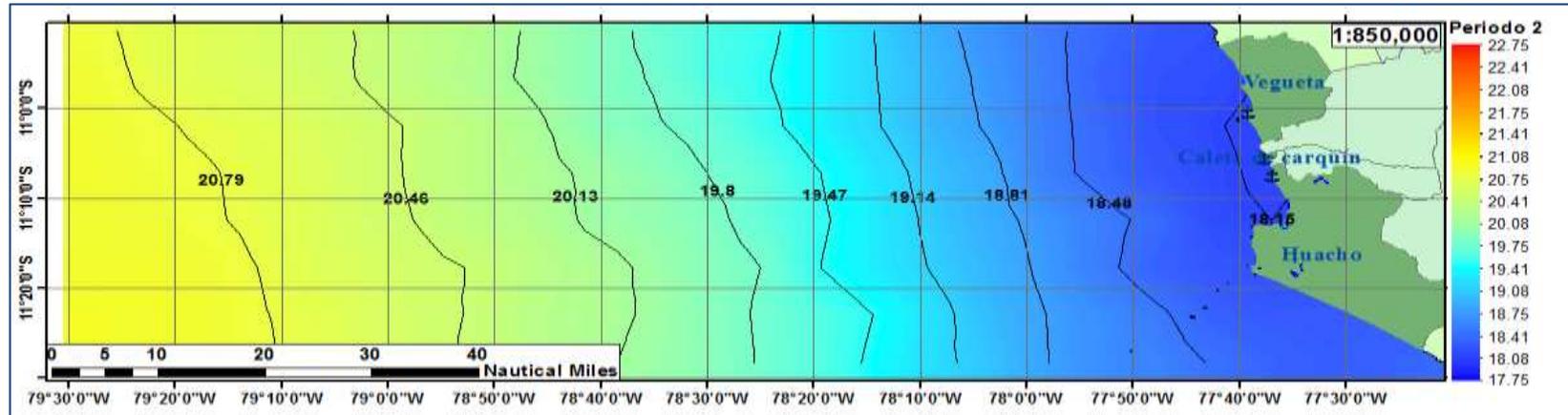
Zona de pesca: Zonas marinas destinadas a los actos de extracción, cultivo o capturas, por cualquier procedimiento autorizados los cuales tengan por finalidad directa la pesca de especies biológicas cuyo medio de vida total, parcial o temporal sea el agua.

Zonas turísticas: Espacio que por sus atractivos, seduce a una gran cantidad de visitantes, por su belleza natural, su infraestructura de ocio, edificios históricos o su oferta de eventos.

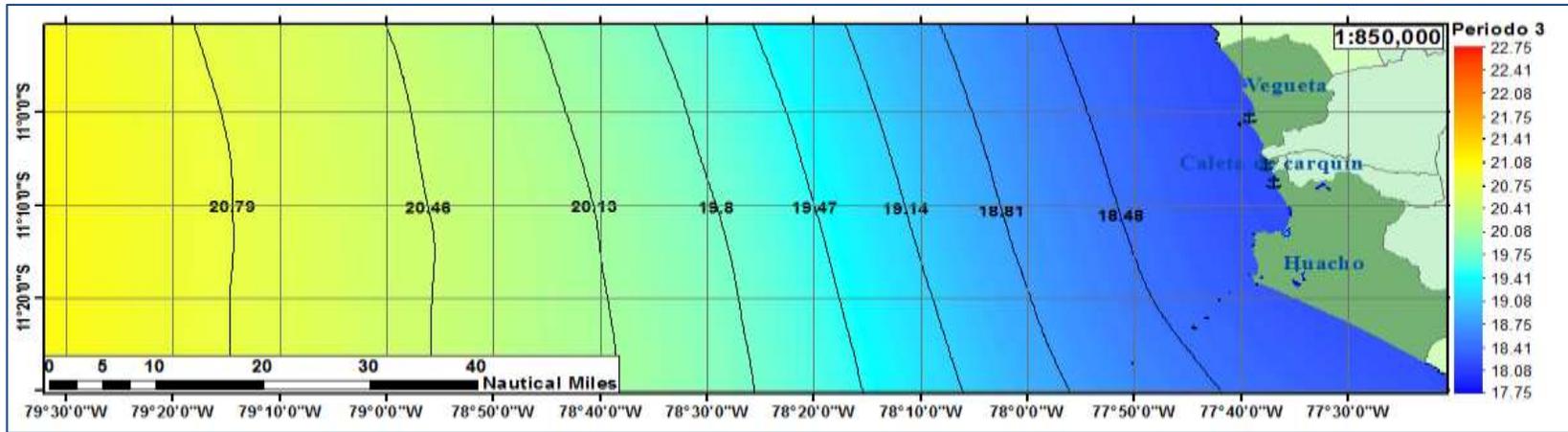
ANEXOS



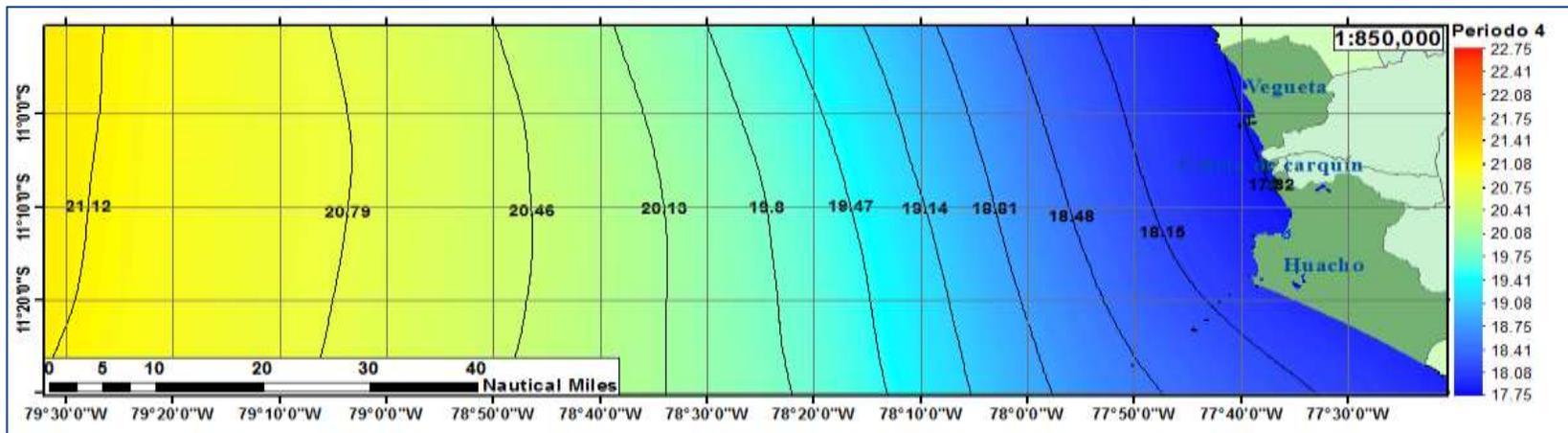
Anexo 1. Mapa de temperatura superficial frente a la provincia de Huaura, empleando el Pathfinder, Periodo 1 (1997 – 1999)



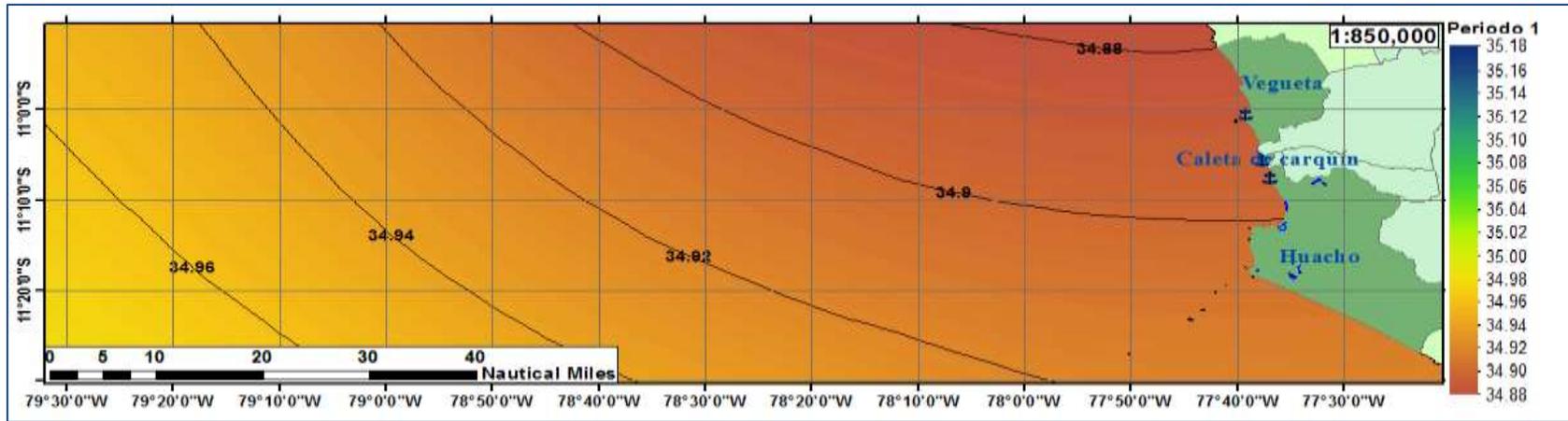
Anexo 2. Mapa de temperatura superficial frente a la provincia de Huaura, empleando el Pathfinder, Periodo 2 (2000 – 2004)



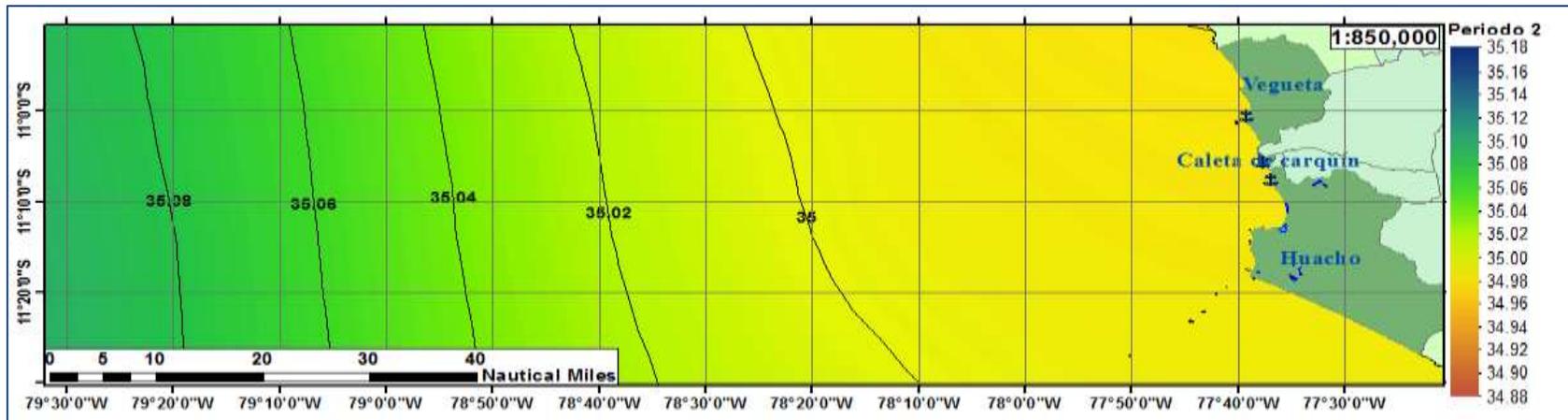
Anexo 3. Mapa de temperatura superficial frente a la provincia de Huaura, empleando el MUR, Periodo 3 (2005 – 2009)



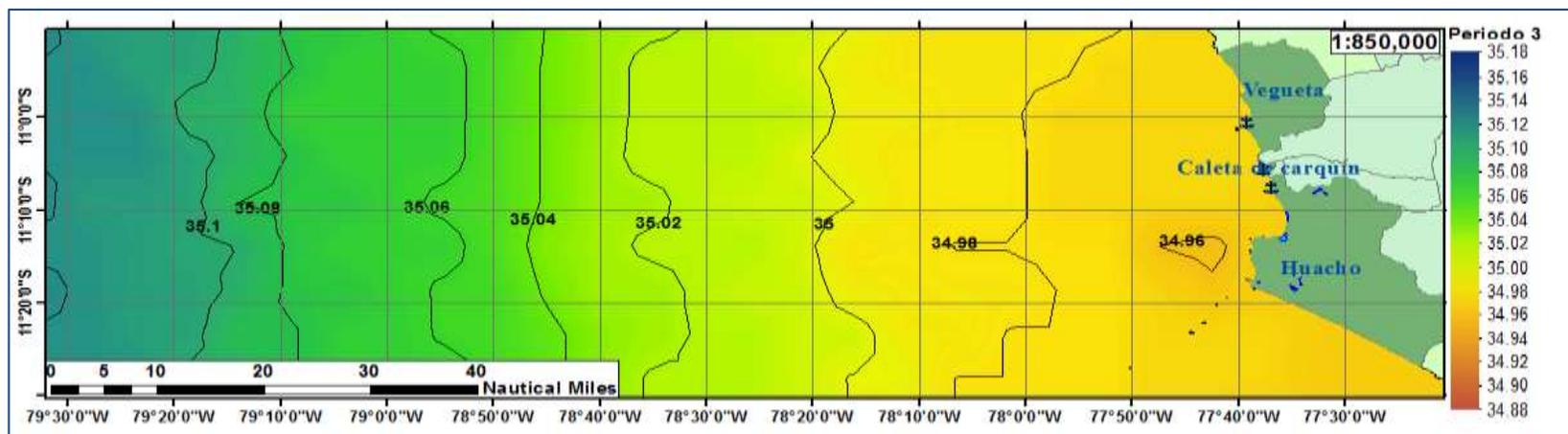
Anexo 4. Mapa de temperatura superficial frente a la provincia de Huaura, empleando el MUR, Periodo 4 (2010 – 2014)



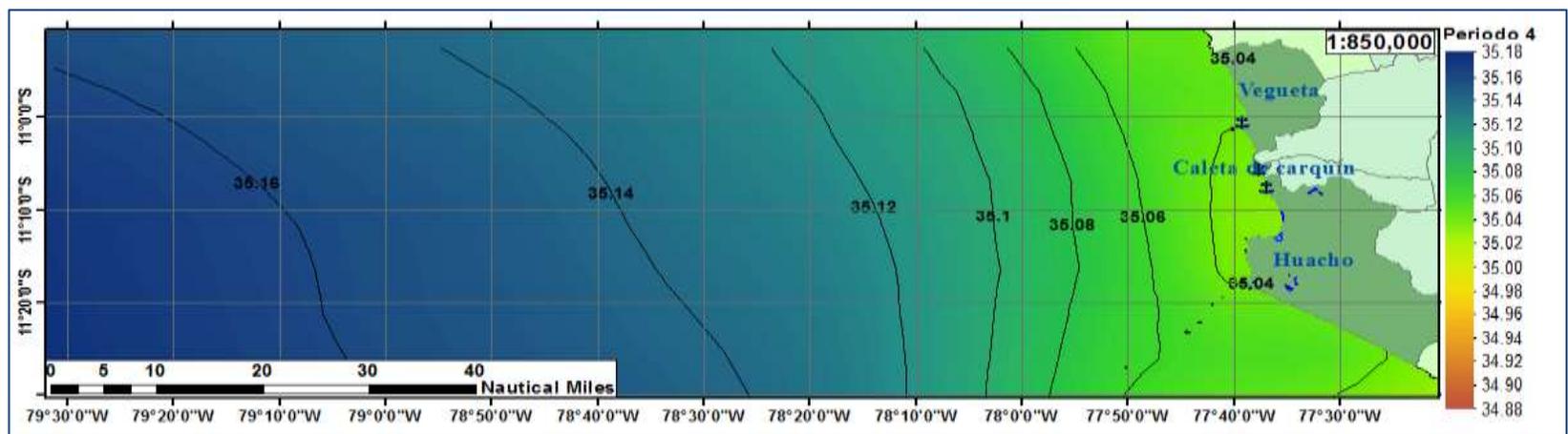
Anexo 5. Mapa de salinidad superficial frente a la provincia de Huaura, empleando SODA, Periodo 1 (1997 – 1999)



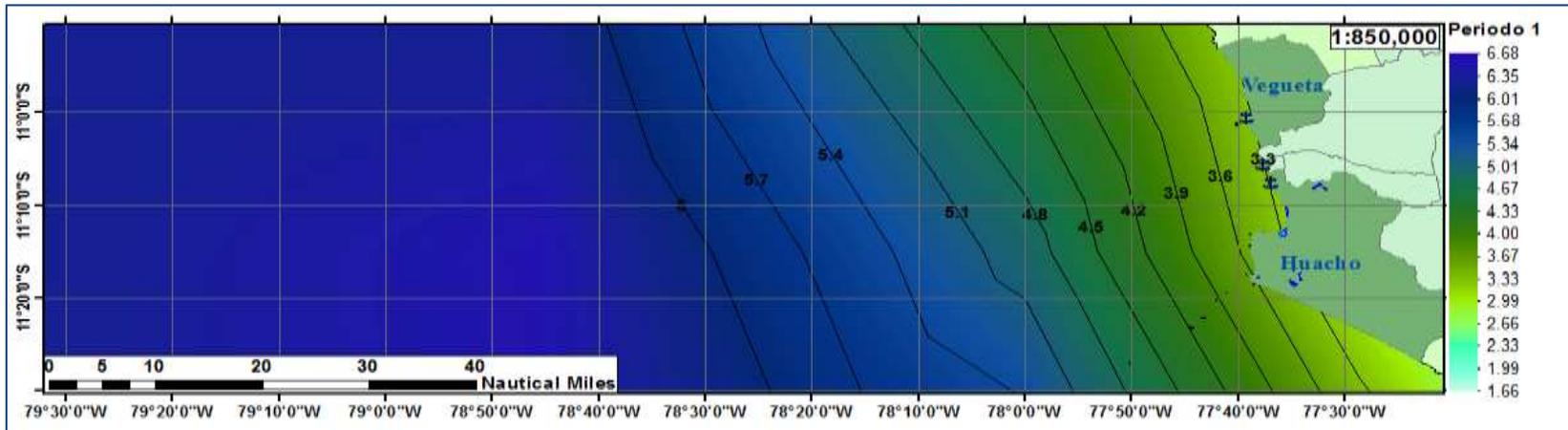
Anexo 6. Mapa de salinidad superficial frente a la provincia de Huaura, empleando SODA, Periodo 2 (2000 – 2004)



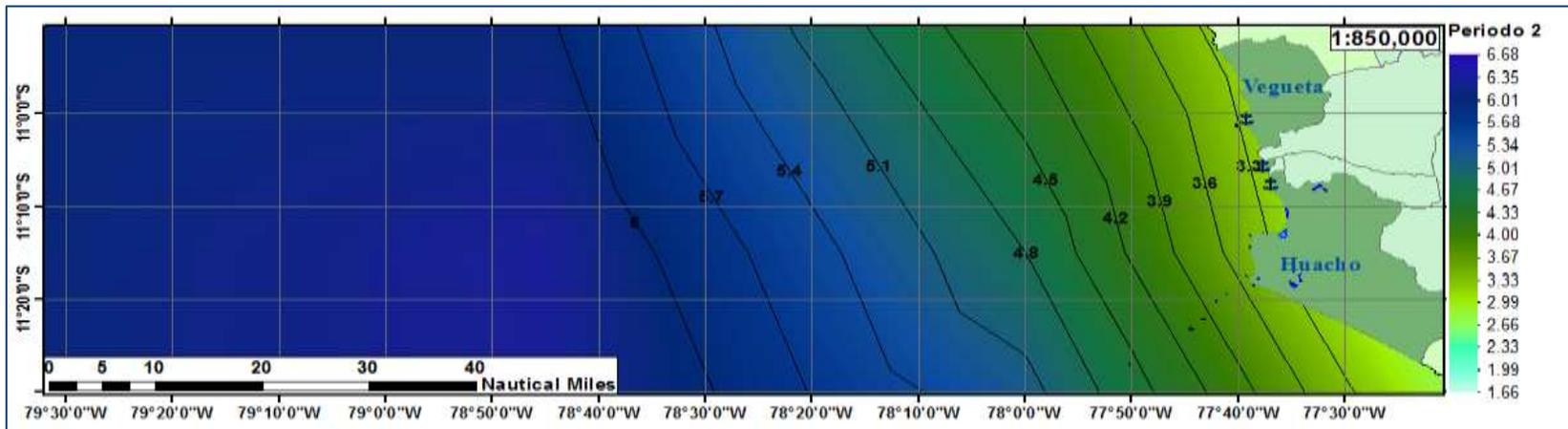
Anexo 7. Mapa de salinidad superficial frente a la provincia de Huaura, empleando SODA, Periodo 3 (2005 – 2009)



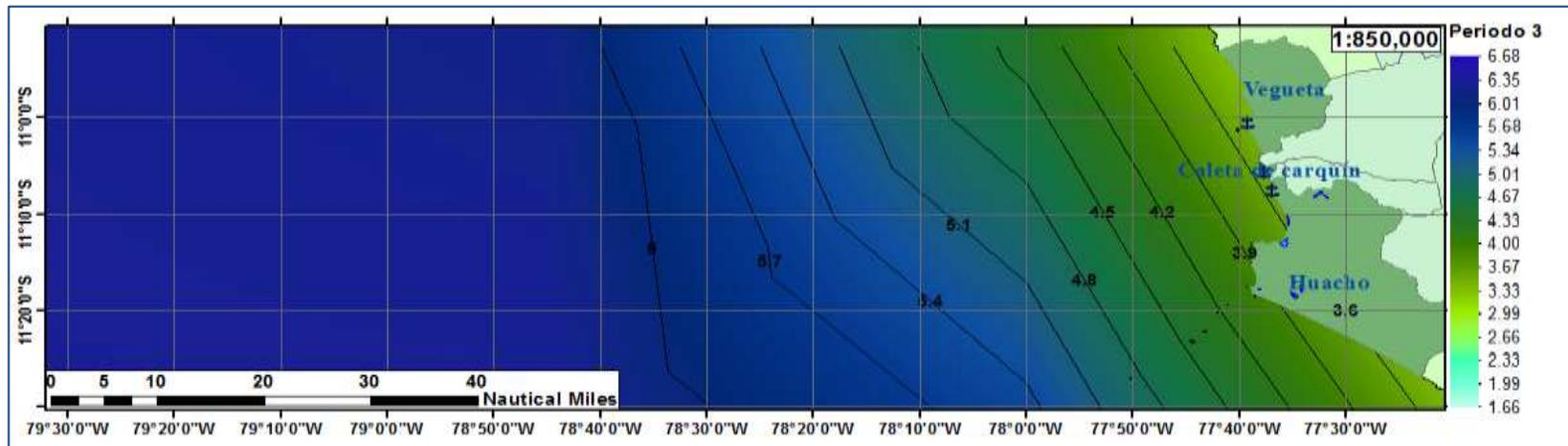
Anexo 8. Mapa de salinidad superficial frente a la provincia de Huaura, empleando HyCOM, periodo 4 (2010 – 2014).



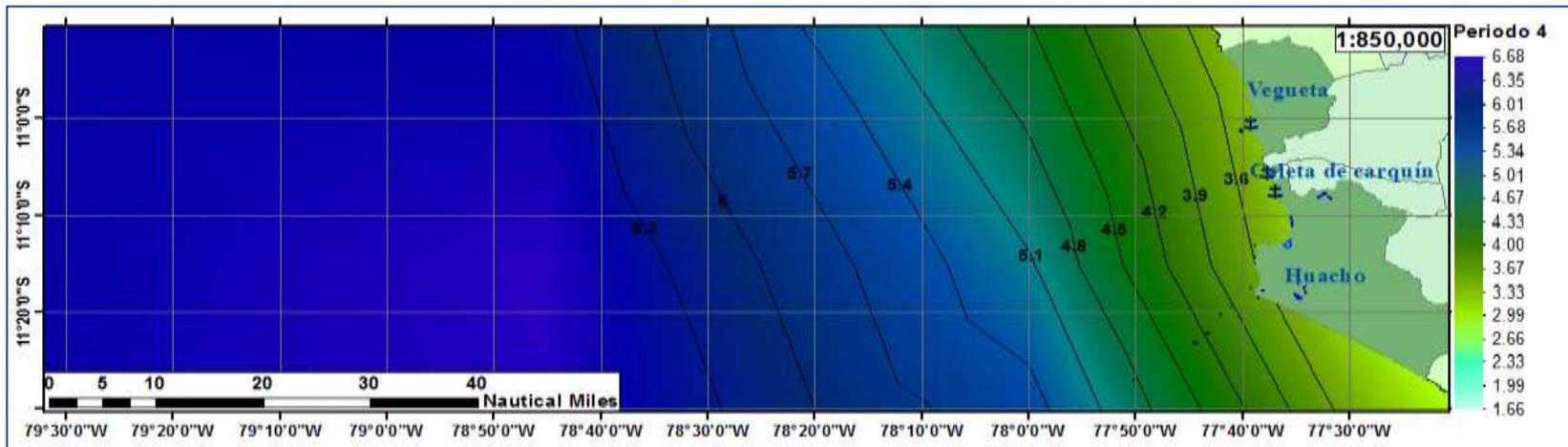
Anexo 9. Mapa de intensidad de la velocidad de vientos frente a la provincia de Huaura, empleando ERA Interim, Periodo 1 (1997 – 1999)



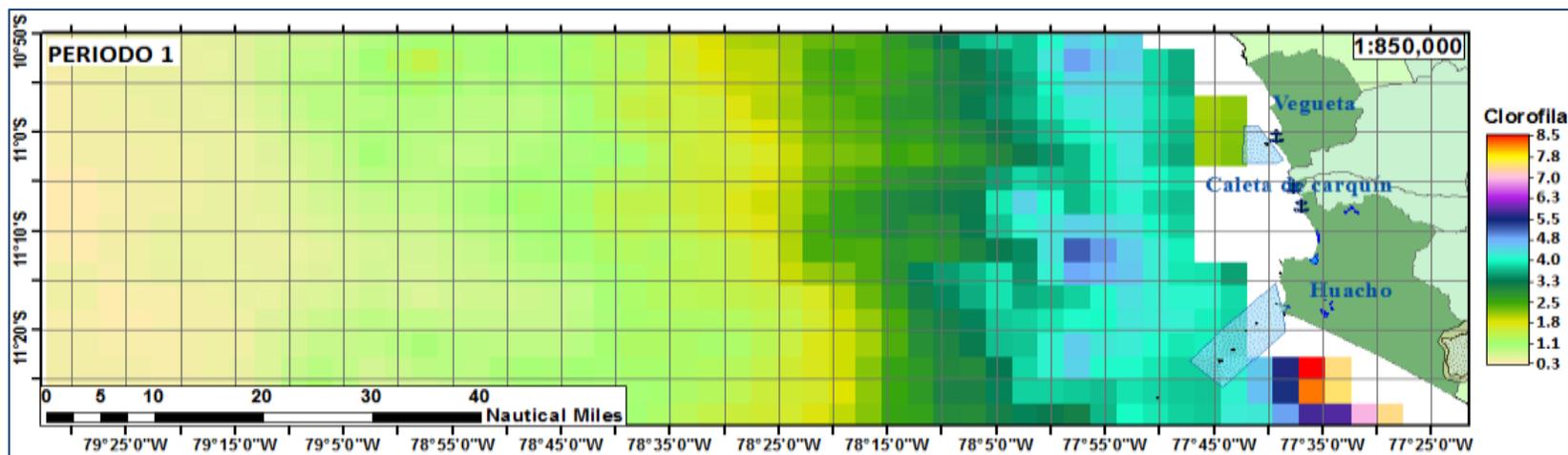
Anexo 10. Mapa de intensidad de la velocidad de vientos frente a la provincia de Huaura, empleando ERA Interim, Periodo 2 (2000 – 2004)



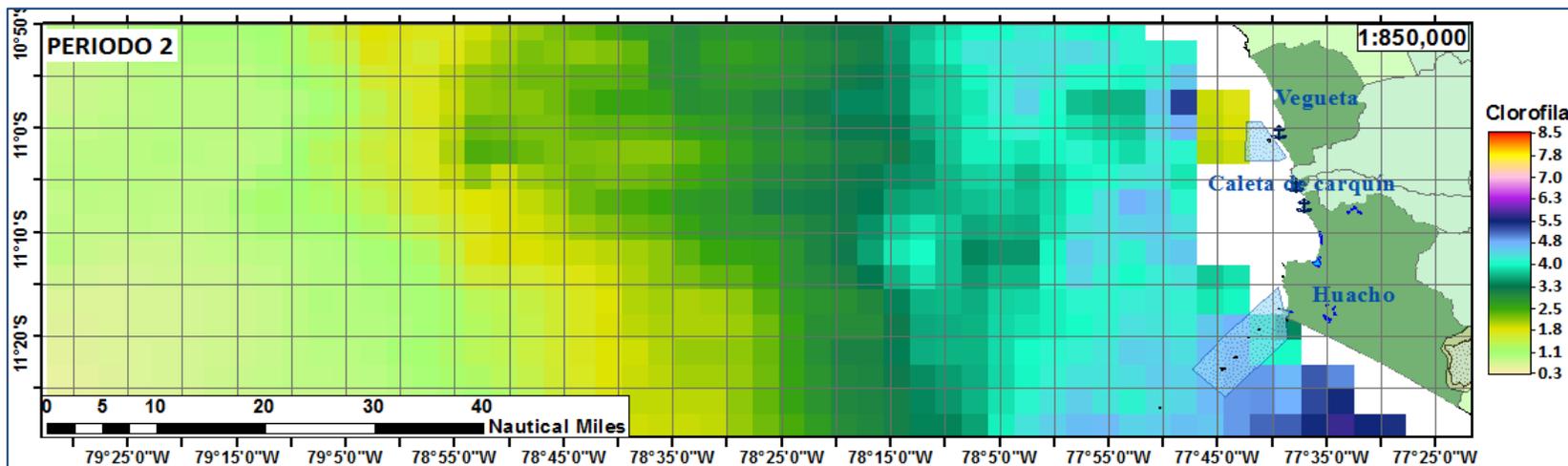
Anexo 11. Mapa de intensidad de la velocidad de vientos frente a la provincia de Huaura, empleando ERA Interim, Periodo 3 (2005 – 2009)



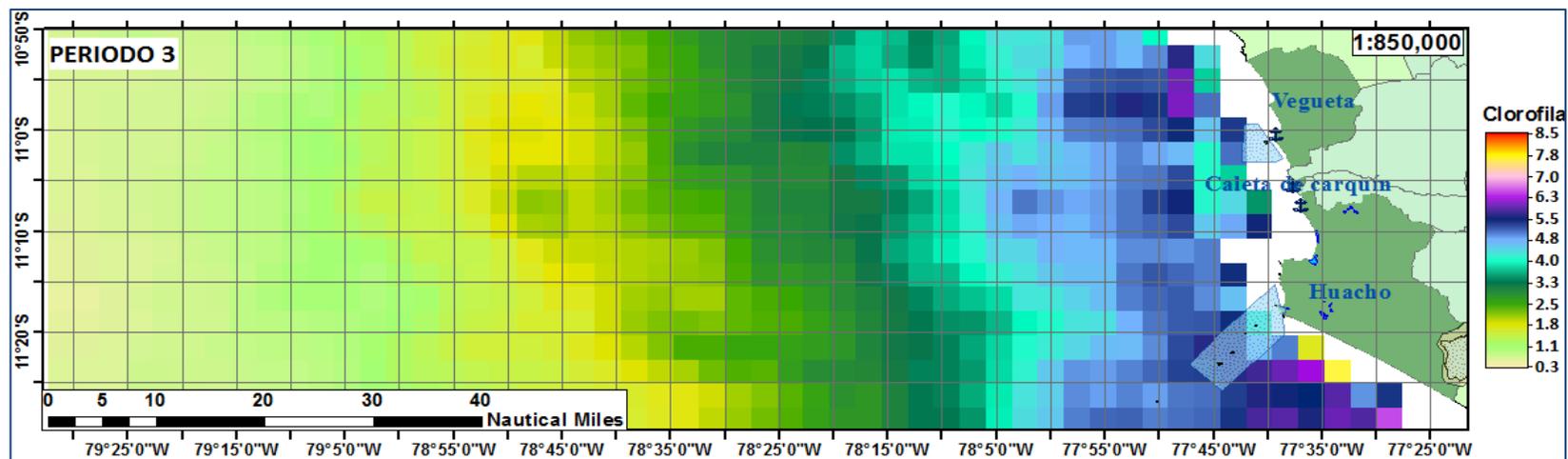
Anexo 12. Mapa de intensidad de la velocidad de vientos frente a la provincia de Huaura, empleando ERA Interim, Periodo 4 (2010 – 2014)



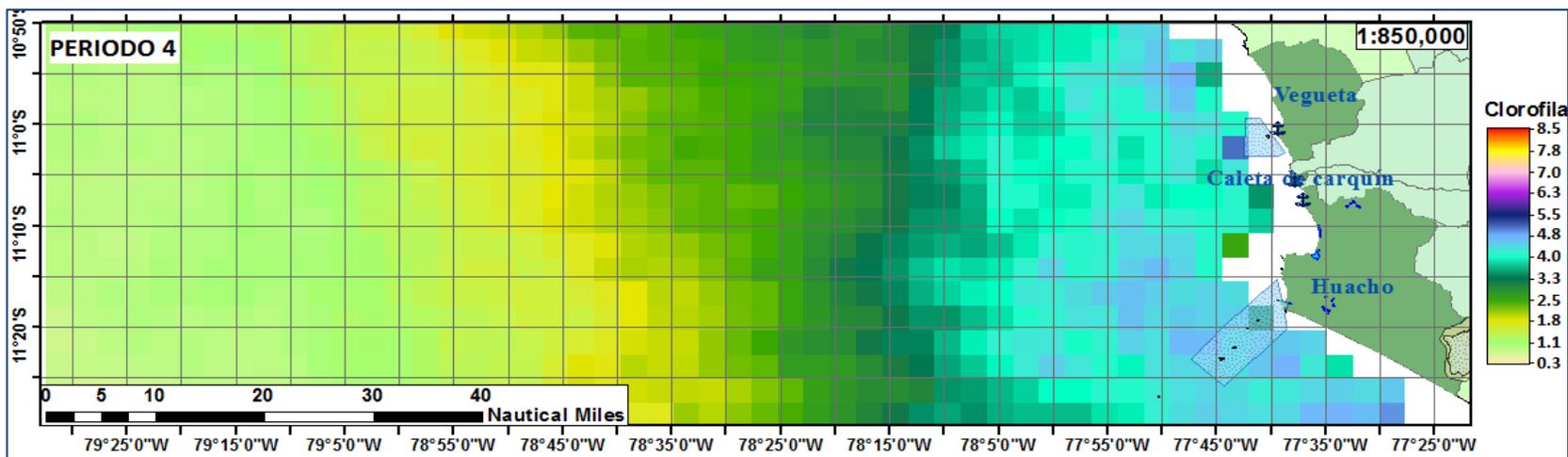
Anexo 13. Mapa de Concentración de Clorofila frente a la provincia de Huaura, empleando SeaWIFS - MODIS, Periodo 1 (1997 – 1999)



Anexo 14. Mapa de Concentración de Clorofila frente a la provincia de Huaura, empleando SeaWIFS - MODIS, Periodo 2 (2000 – 2004)



Anexo 15. Mapa de Concentración de Clorofila frente a la provincia de Huaura, empleando SeaWIFS - MODIS, Periodo 3 (2005 – 2009)



Anexo 16. Mapa de Concentración de Clorofila frente a la provincia de Huaura, empleando SeaWIFS - MODIS, Periodo 4 (2010 – 2014)

Anexo 17. Datos generales de las zonas acuícolas presentes en el periodo 1

PERIODO 1 (1997 – 1999)				
RECURSO	UBICACIÓN	ZONA	LONGITUD	LATITUD
Camarón gigante	Huaura	Fundo Juana Tifonia	-77.42414066	-11.101619
Camarón gigante	Vegueta	Chavido	-77.661598	-10.970123
Camarón nativo	Vegueta	Chavido	-77.661598	-10.970123
Goldfish	Vegueta	Chavido	-77.661598	-10.970123
Lisa Marina	Vegueta	Chavido	-77.661598	-10.970123

Anexo 18. Datos generales de las zonas acuícolas presentes en el periodo 2

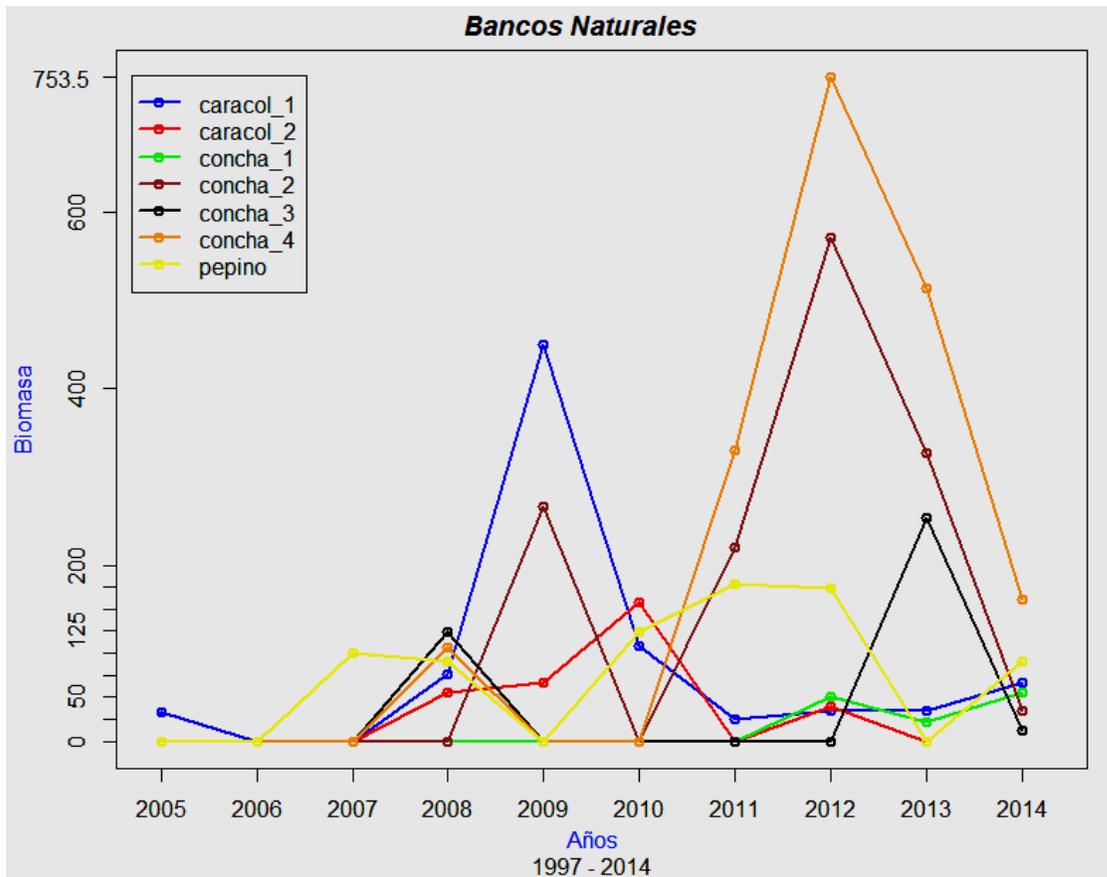
PERIODO 2 (2000 – 2004)				
RECURSO	UBICACIÓN	ZONA	LONGITUD	LATITUD
Camarón gigante	Huaura	Fundo Juana Tifonia	-77.42414066	-11.101619
Camarón gigante	Vegueta	Chavido	-77.661598	-10.970123
Camarón nativo	Vegueta	Chavido	-77.661598	-10.970123
Goldfish	Vegueta	Chavido	-77.661598	-10.970123
Lisa Marina	Vegueta	Chavido	-77.661598	-10.970123
Tilapia	Santa María	Quebrada animas	-77.552836	-11.133180
Camarón gigante	Santa María	San Martin	-77.533279	-11.098941
Ostra del Pacífico	Huacho	Bahía salinas	-77.5644462	-11.297453

Anexo 19. Datos generales de las zonas acuícolas presentes en el periodo 3

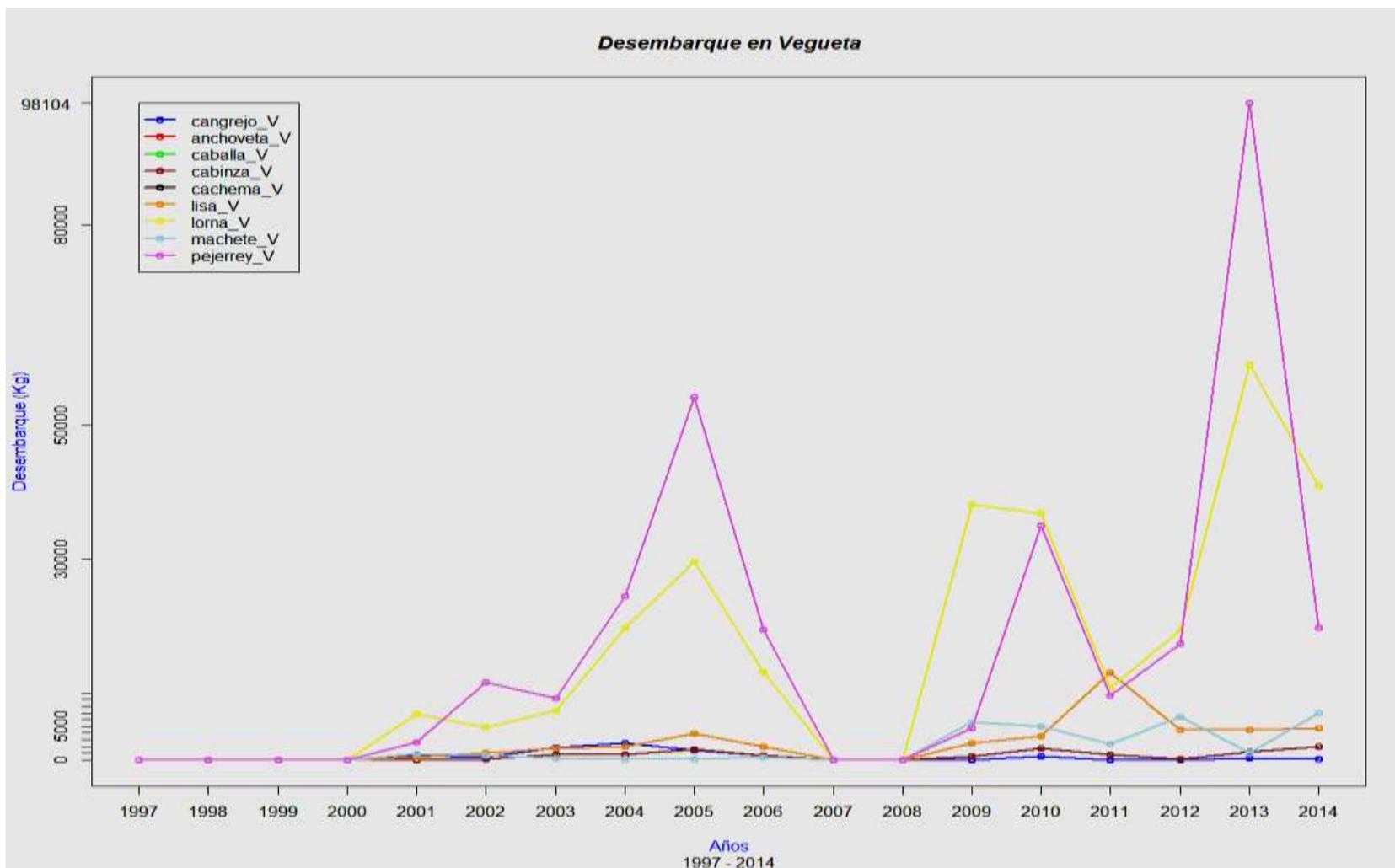
PERIODO 3 (2005 – 2009)				
RECURSO	UBICACIÓN	ZONA	LONGITUD	LATITUD
Camarón gigante	Huaura	Fundo Juana Tifonia	-77.42414066	-11.101619
Camarón gigante	Vegueta	Chavido	-77.661598	-10.970123
Camarón nativo	Vegueta	Chavido	-77.661598	-10.970123
Goldfish	Vegueta	Chavido	-77.661598	-10.970123
Lisa Marina	Vegueta	Chavido	-77.661598	-10.970123
Tilapia	Vegueta	Sector Santa Cruz	-77.651794	-10.945386
Tilapia	Santa María	Tablada	-77.497442	-11.163202
Tilapia	Santa María	Quebrada animas	-77.552836	-11.133180
Camarón gigante	Santa María	Unidad catastral N° 15059	-77.533279	-11.096941
Camarón gigante	Santa María	San Martin	-77.533279	-11.098941
Ostra del Pacífico	Huacho	Bahía salinas	-77.5644462	-11.297453

Anexo 20. Datos generales de las zonas acuícolas presentes en el periodo 4

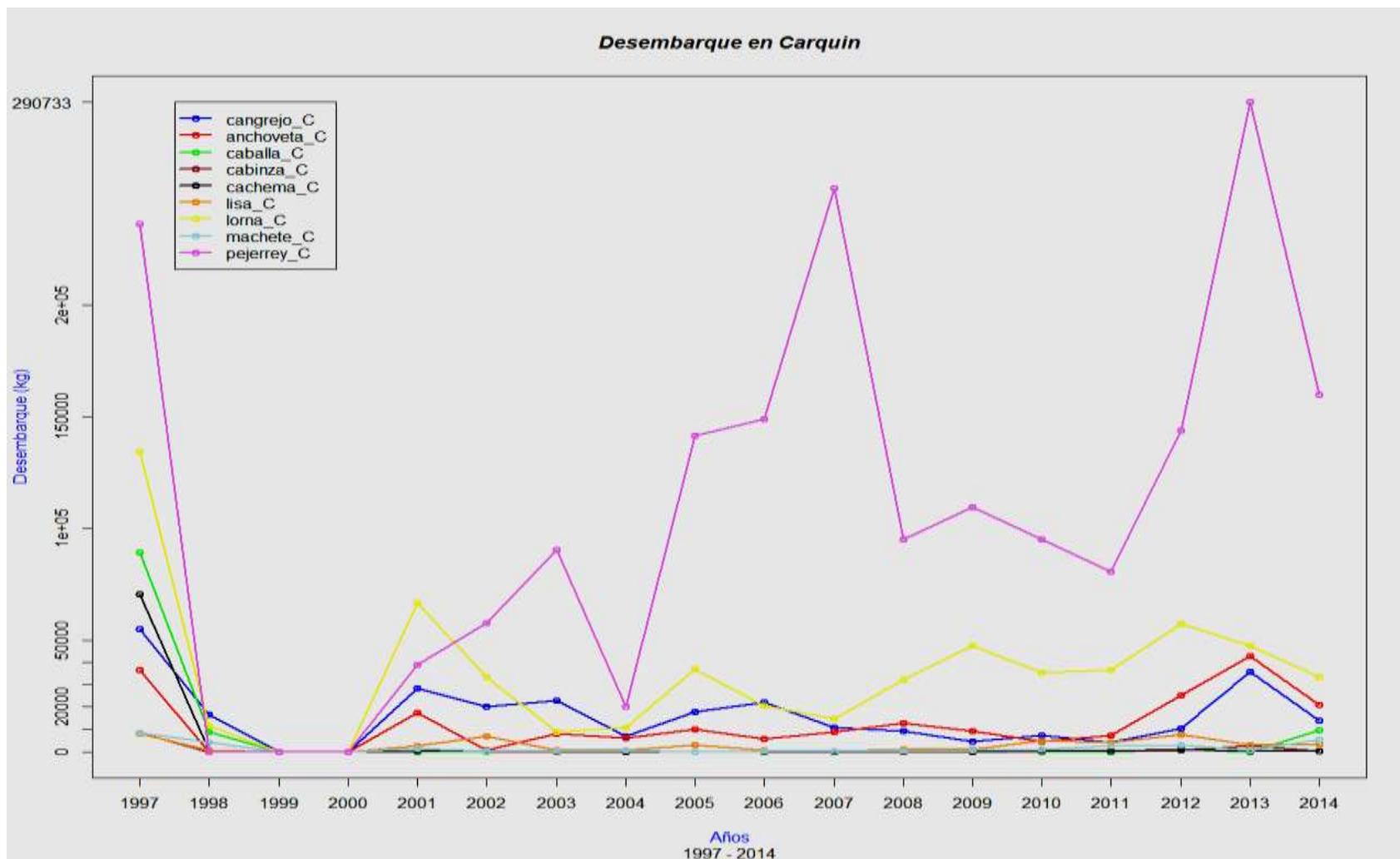
PERIODO 4 (2010 - 2014)				
RECURSO	UBICACIÓN	ZONA	LONGITUD	LATITUD
Camarón gigante	Vegueta	Chavido	-77.661598	-10.970123
Camarón nativo	Vegueta	Chavido	-77.661598	-10.970123
Goldfish	Vegueta	Chavido	-77.661598	-10.970123
Lisa Marina	Vegueta	Chavido	-77.661598	-10.970123
Tilapia	Vegueta	Sector Santa Cruz	-77.651794	-10.945386
Tilapia	Santa María	Tablada	-77.497442	-11.163202
Tilapia	Santa María	Quebrada animas	-77.552836	-11.133180
Camarón gigante	Santa María	Unidad catastral N° 15059	-77.533279	-11.096941
Ostra del Pacífico	Huacho	Bahía salinas	-77.5644462	-11.297453



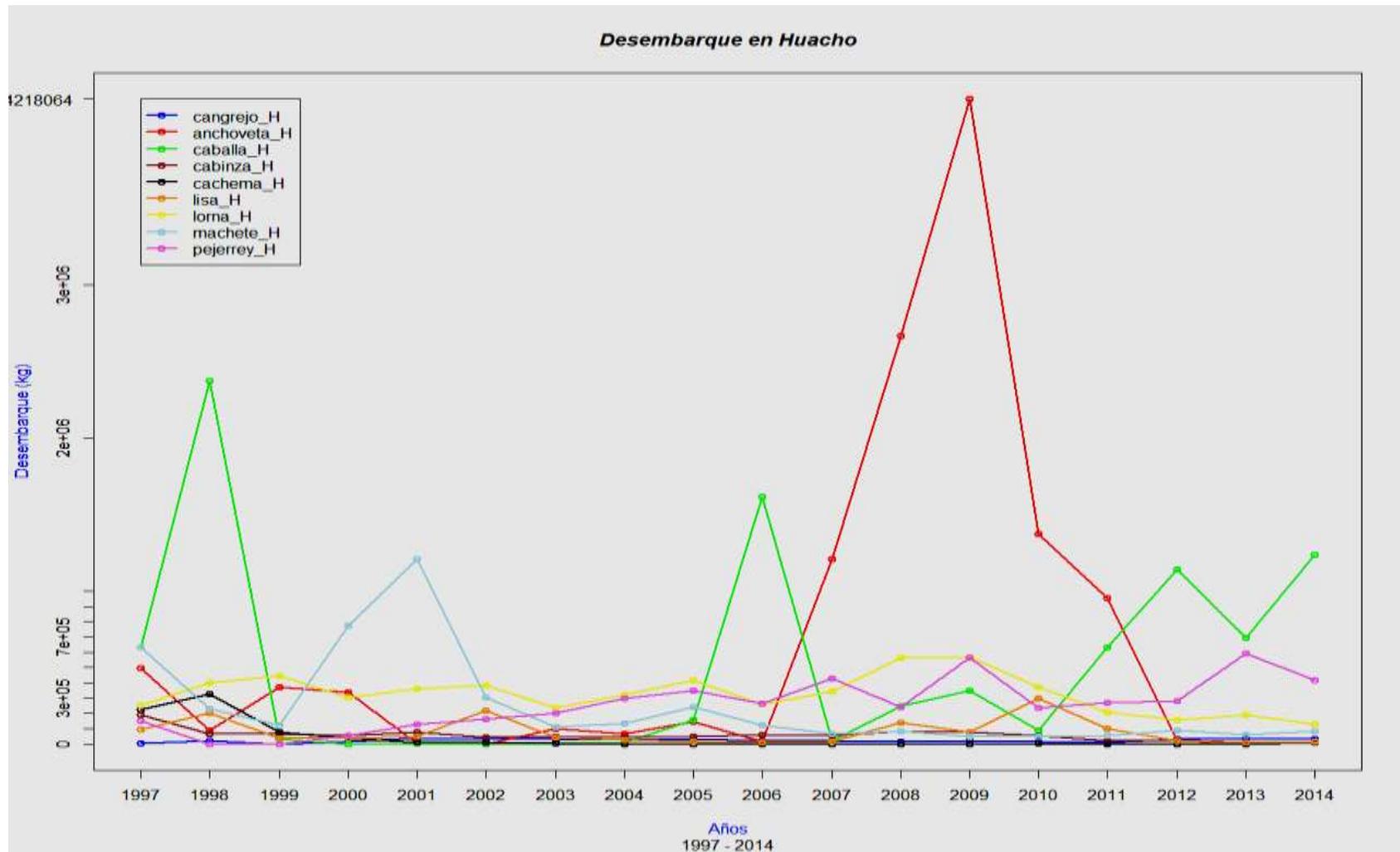
Anexo 21. Variación de las especies de invertebrados presentes en los Bancos Naturales frente a las costas de la provincia de Huaura.



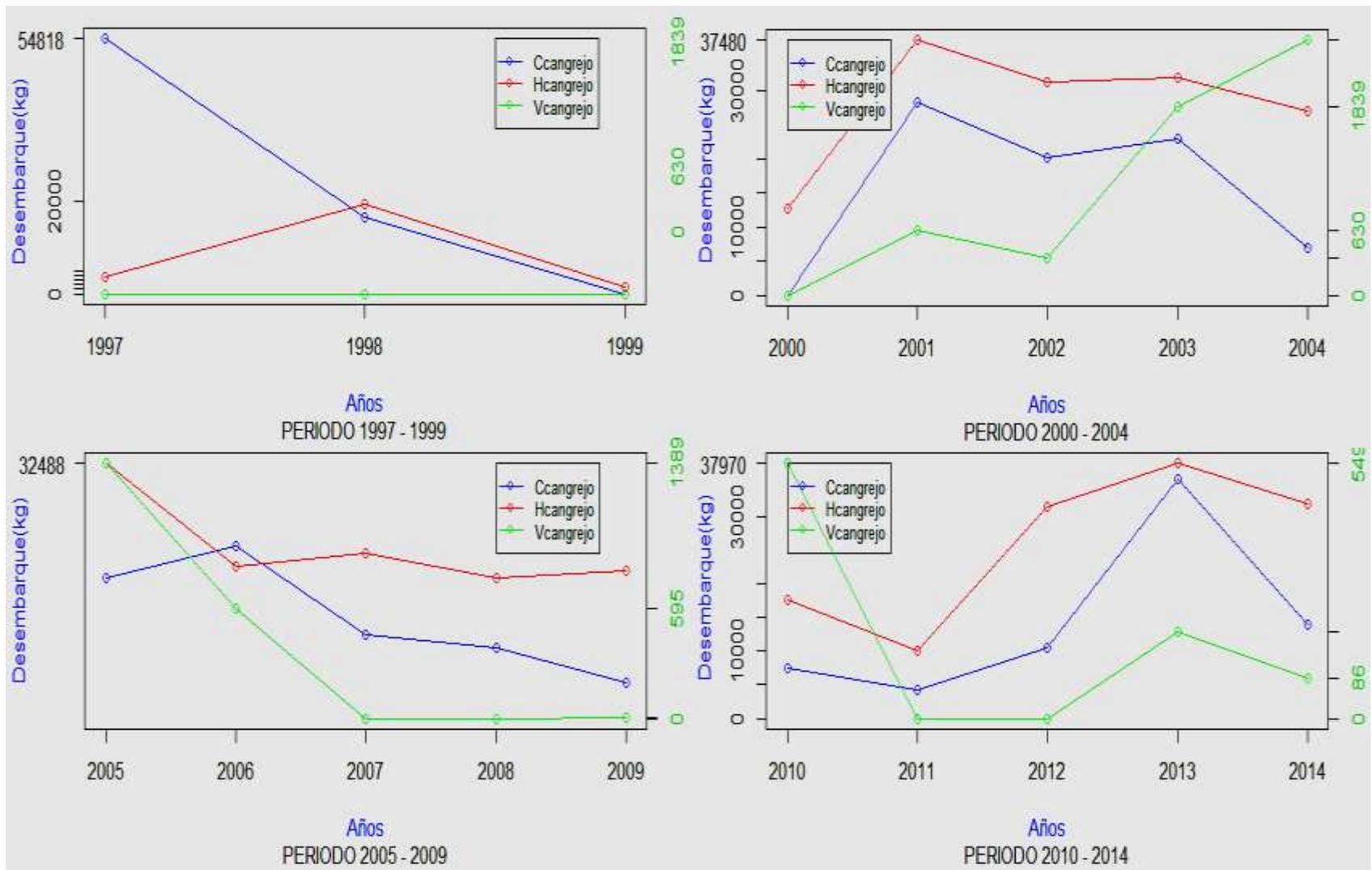
Anexo 22. Variación de la distribución de biomasa del Desembarque frente a las costas del distrito de Vegueta



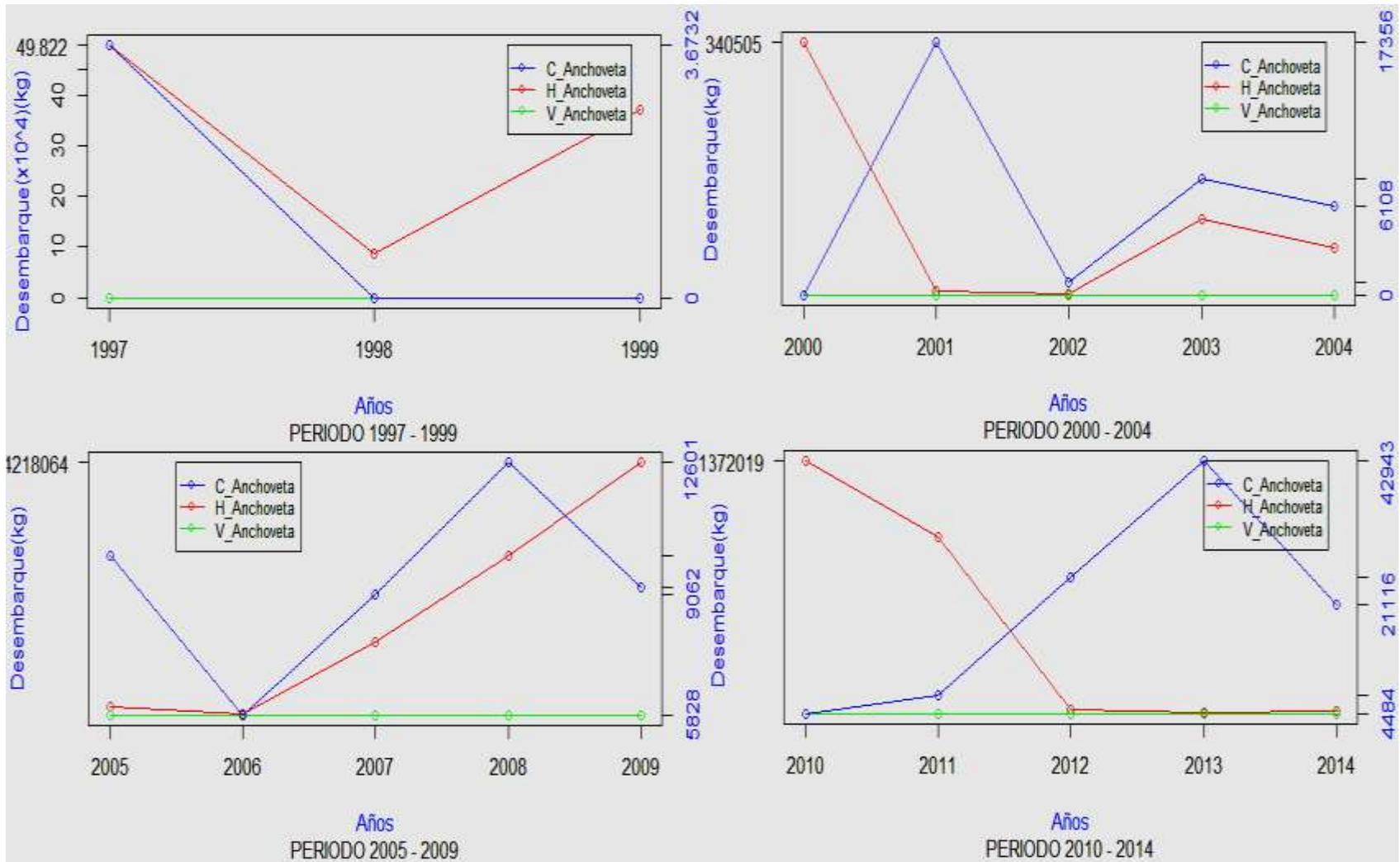
Anexo 23. Variación de la distribución de biomasa del Desembarque frente a las costas del distrito de Carquin



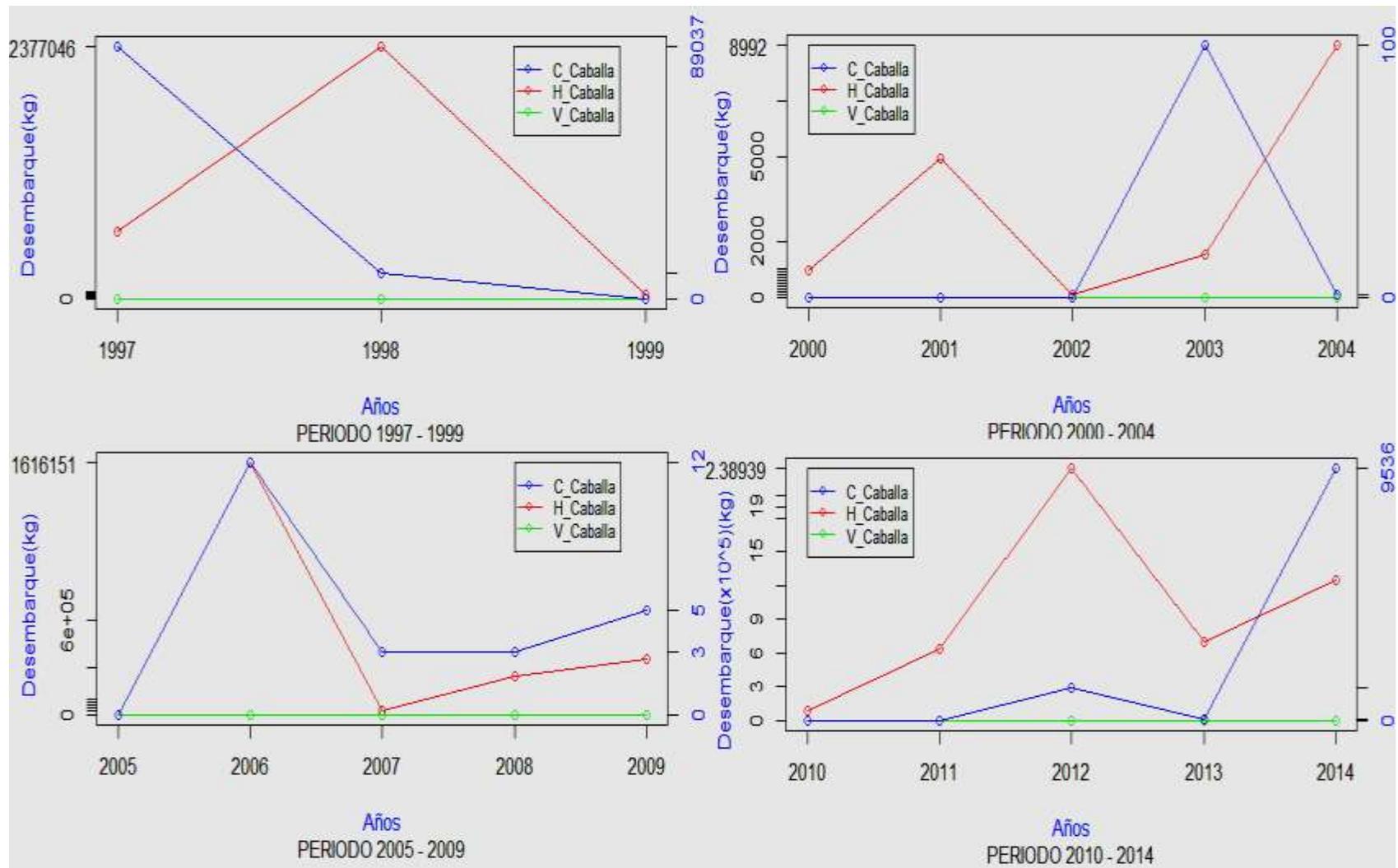
Anexo 24. Variación de la distribución de biomasa del Desembarque frente a las costas del distrito de Huacho



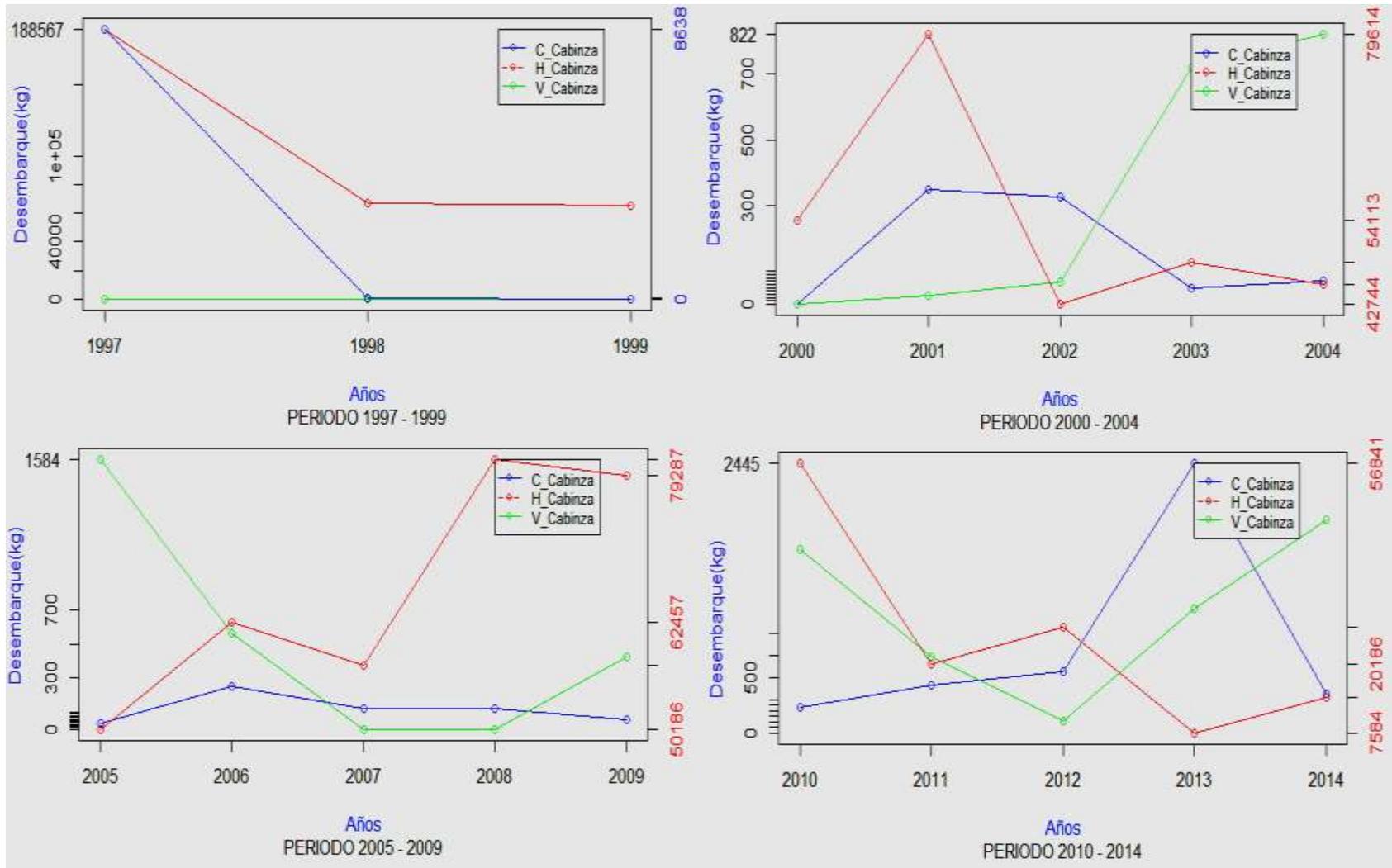
Anexo 25. Análisis de variabilidad de los desembarques de Cangrejo Violáceo “*Platyxanthus orbigny*” en los 18 años de estudio



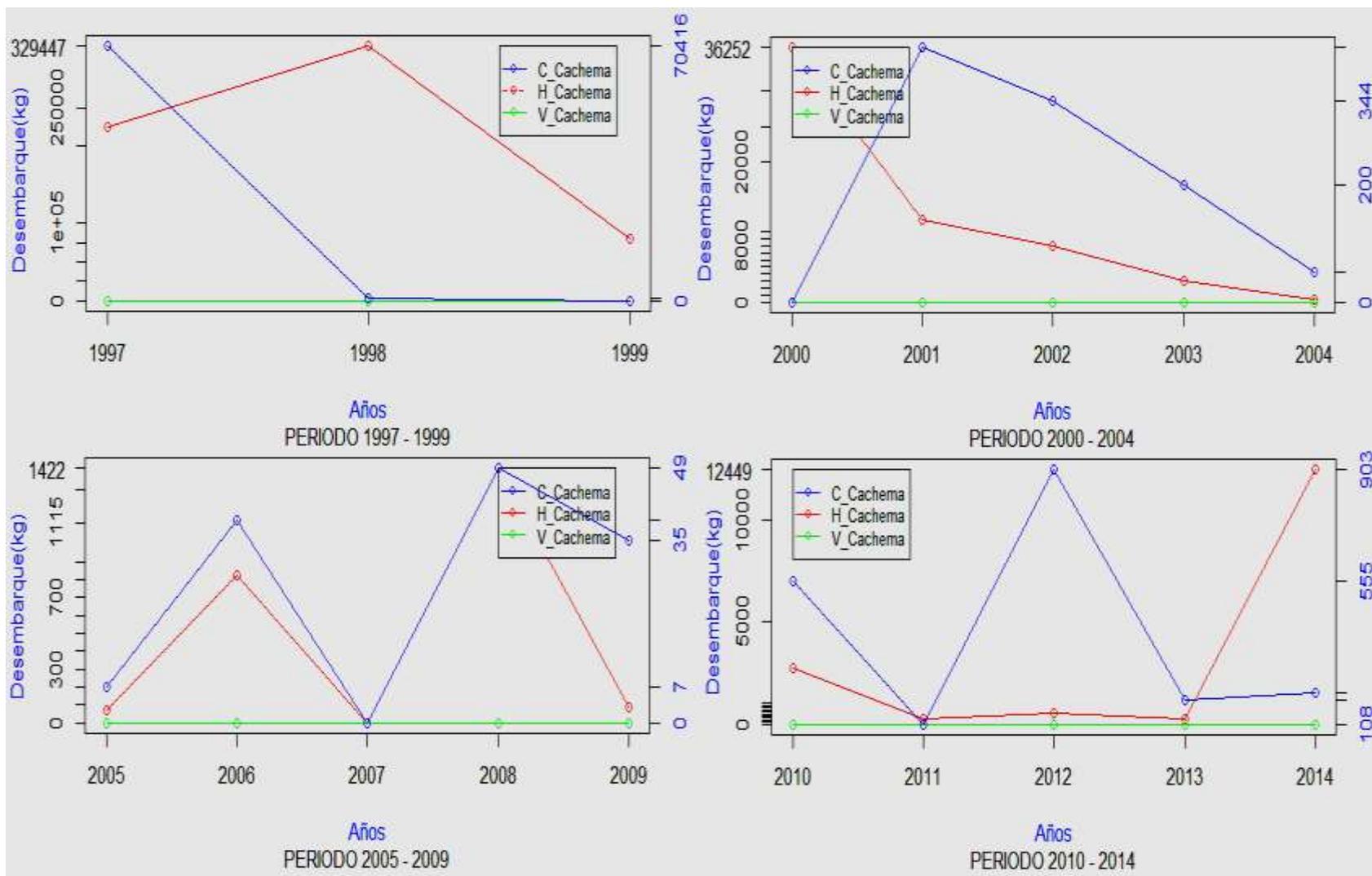
Anexo 26 Análisis de variabilidad de los desembarques de Anchoqueta “*Engraulis ringens*” en los 18 años de estudio



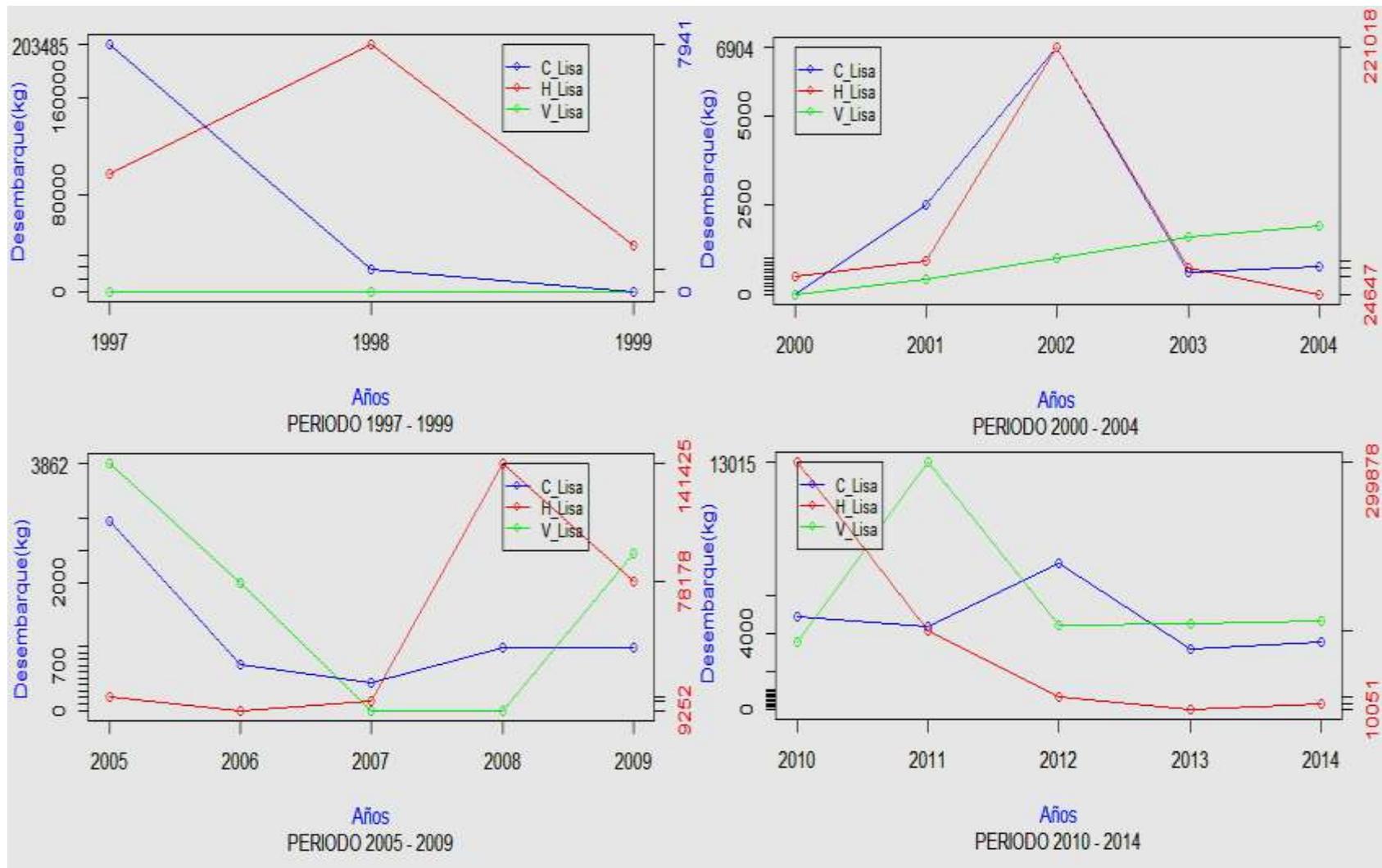
Anexo 27. Análisis de variabilidad de los desembarques de Caballa “*Scomber japonicus*” en los 18 años de estudio



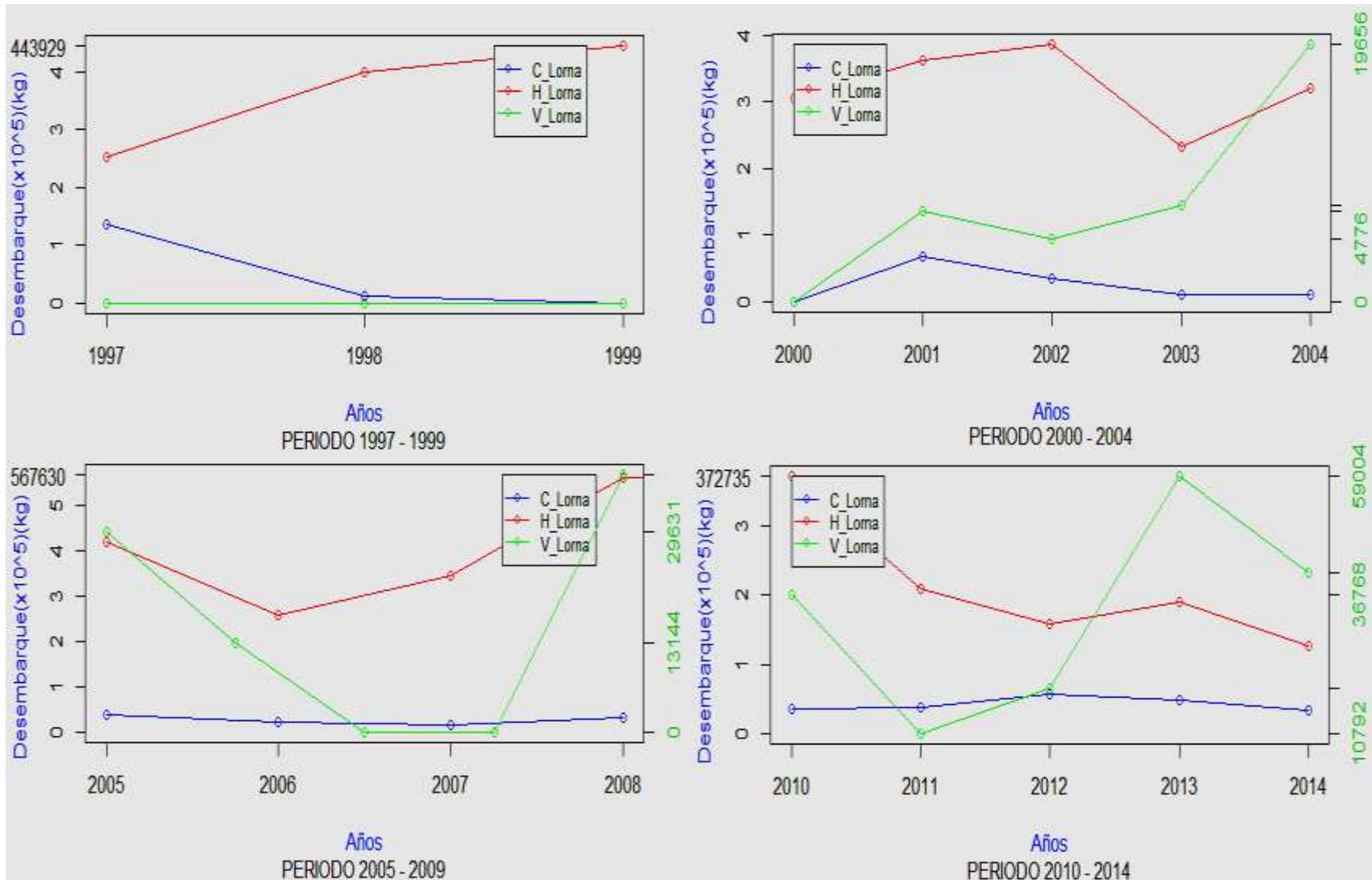
Anexo 28. Análisis de variabilidad de los desembarques de Cabinza “*Isacia conceptionis*” en los 18 años de estudio



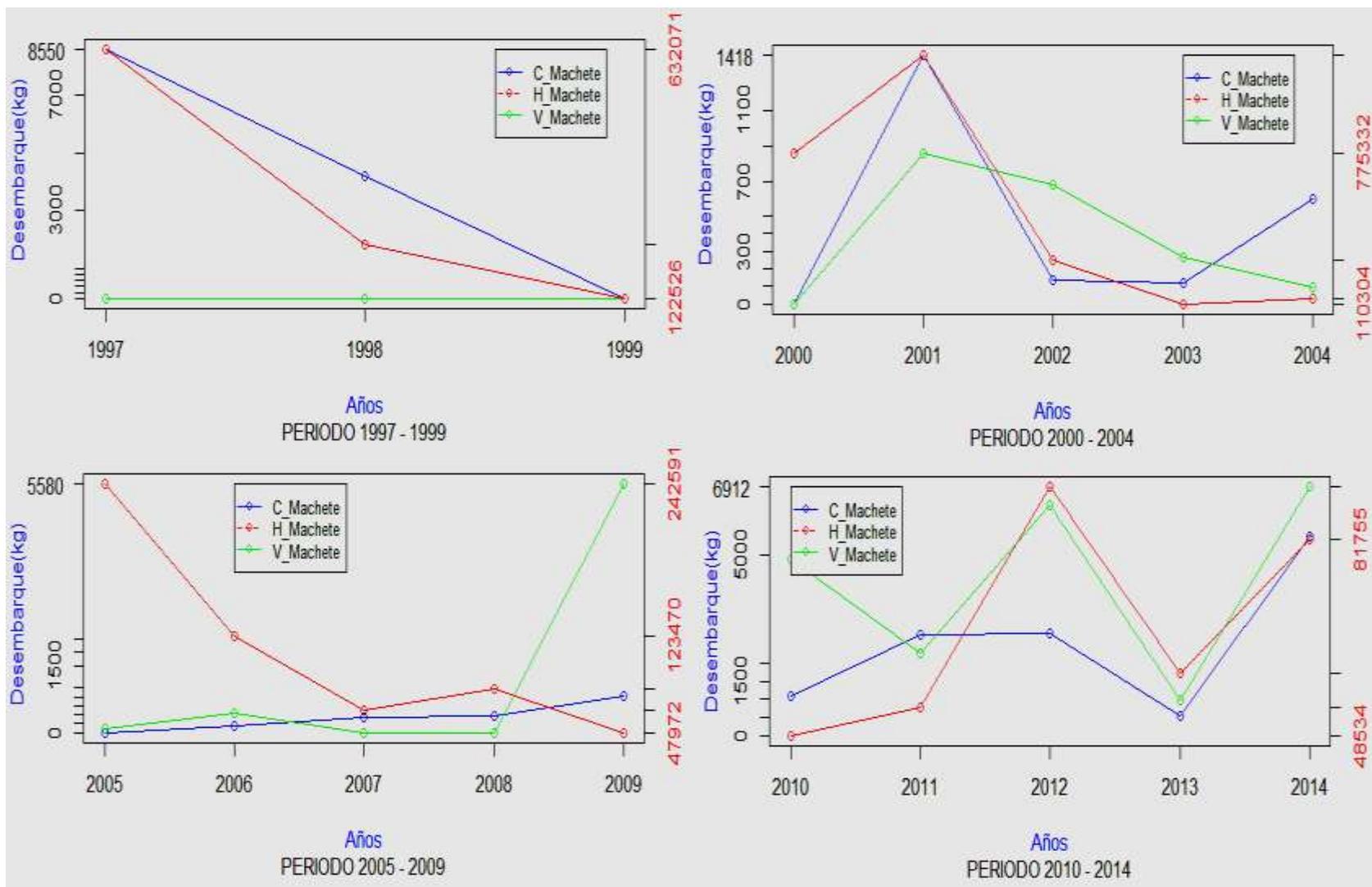
Anexo 29. Análisis de variabilidad de los desembarques de Cachema “*Cynoscion analis*” en los 18 años de estudio



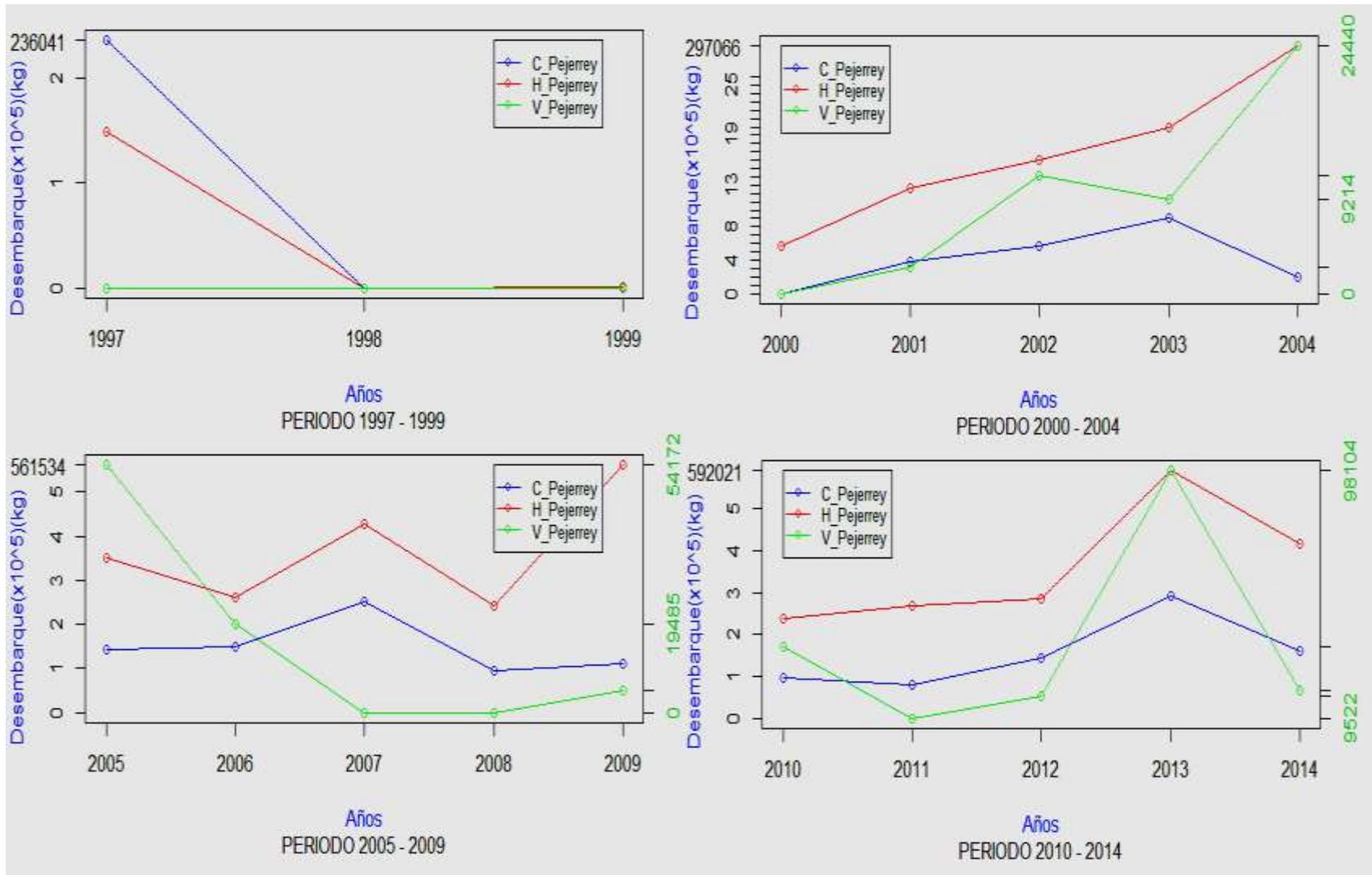
Anexo 30. Análisis de variabilidad de los desembarques de Lisa "*Mugil cephalus*" en los 18 años de estudio



Anexo 31. Análisis de variabilidad de los desembarques de Lorna "*Sciaena deliciosa*" en los 18 años de estudio

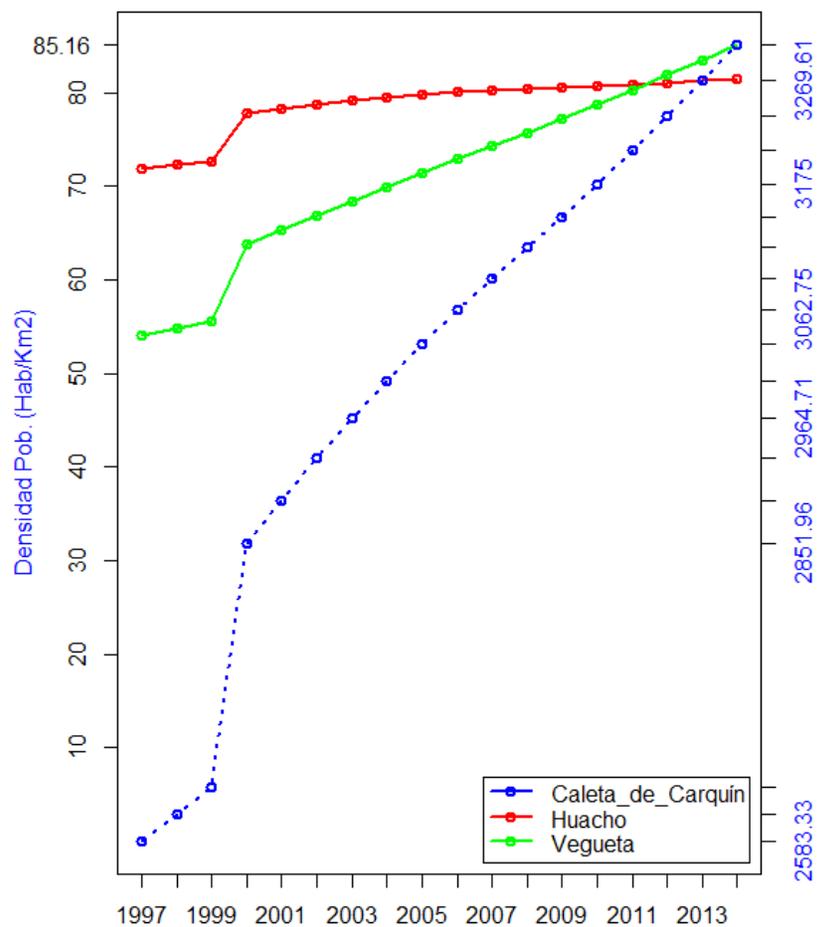


Anexo 32. Análisis de variabilidad de los desembarques de Machete "*Ethmidium maculatum*" en los 18 años de estudio



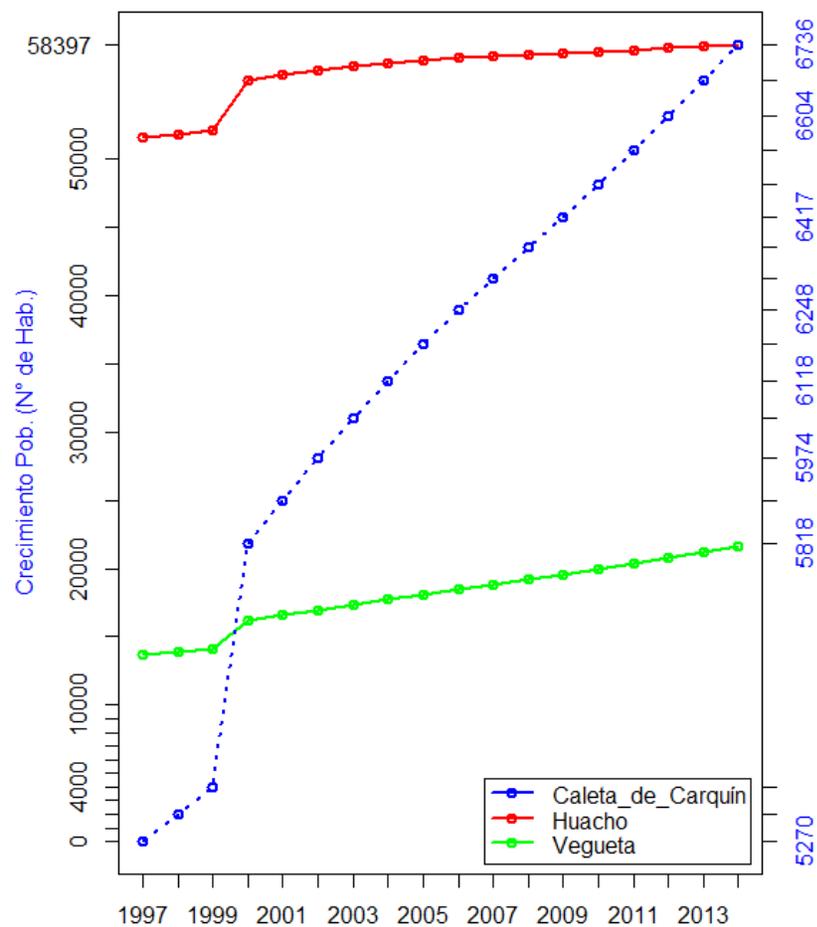
Anexo 33. Análisis de variabilidad de los desembarques de Pejerrey “*Odontesthes regia regia*” en los 18 años de estudio

DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE HUAURA



Evolución de la Densidad Poblacional
1997 - 2014

DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE HUAURA



Evolución del Crecimiento Poblacional
1997 - 2014

Anexo 34. a) Análisis de crecimiento poblacional en los distritos de Huacho, Caleta de Carquín y Vegueta. **b)** Análisis del crecimiento de densidad poblacional en los distritos de Huacho, Caleta de Carquín y Vegueta. **FUENTE:** Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI

Anexo 35. Scripts para el cálculo del Análisis de Varianza

```
> areas1<-c(40.35,76.28,87.32,86.93,0,0,87.32,223.79,5099.51,5099.51,22772.15,26096.7
0,515624.22,368631.88,374841.46,398878.74)
> usos1<-c(rep(1,4),rep(2,4),rep(3,4),rep(4,4))
> datos1<-data.frame(usos1=factor(usos1,labels = c("A","B","C","D")),areas1)
> datos1
  usos1  areas1
1     A   40.35
2     A   76.28
3     A   87.32
4     A   86.93
5     B    0.00
6     B    0.00
7     B   87.32
8     B  223.79
9     C 5099.51
10    C 5099.51
11    C 22772.15
12    C 26096.70
13    D 515624.22
14    D 368631.88
15    D 374841.46
16    D 398878.74
> res1<-aov(areas1~usos1,data=datos1)
> summary(res1)
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
usos1   3 5.037e+11 1.679e+11  138.7 1.41e-09 ***
Residuals 12 1.453e+10 1.211e+09
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Anexo 36. Scripts para el cálculo de la prueba Tukey

```
> TukeyHSD(res1)
Tukey multiple comparisons of means
 95% family-wise confidence level
Fit: aov(formula = areas1 ~ usos1, data = datos1)
$usos1
      diff      lwr      upr    p adj
B-A    5.0575 -73035.88  73046.00 1.0000000
C-A 14694.2475 -58346.69  87735.19 0.9309522
D-A 414421.3550 341380.41 487462.30 0.0000000
C-B 14689.1900 -58351.75  87730.13 0.9310160
D-B 414416.2975 341375.36 487457.24 0.0000000
D-C 399727.1075 326686.17 472768.05 0.0000000
```