



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**ESCUELA DE POSGRADO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**UNIDAD DE POSGRADO**



VARIACIÓN EN LOS PATRONES DE DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE  
MERLUZA (*Merluccius gayi peruanus* Ginsburg, 1954) FRENTE A LA  
COSTA NORTE DE PERÚ (2004- 2014)

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN RECURSOS  
ACUÁTICOS CON MENCIÓN EN EVALUACIÓN Y  
MANEJO DE RECURSOS PESQUEROS

Bach. EDWARD BARRIGA RIVERA

LIMA - PERÚ

2017



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

VICEDECANATO DE INVESTIGACION Y POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO

Exped. N° 139-UPG-FCB-2016

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO  
DE MAGÍSTER EN RECURSOS ACUÁTICOS

Siendo las...17:35... horas del día 07/09/2017 en el Salón de Grados de la  
Facultad de Ciencias Biológicas, el Jurado Examinador presidido por:

Dr. Mauro Gilber Mariano Astocondor	e integrado por
Dra. Gladys Sara Cárdenas Quintana	(Miembro)
Dr. German Vergaray Uffe	(Miembro)
Dr. Niels Marciano Valencia Chacón	(Miembro)
Dr. Marco Antonio Espino Sánchez	(Asesor)

Se reunió para la sustentación oral y pública de la Tesis para optar al Grado Académico de Magister en Recursos Acuáticos con mención en Evaluación y Manejo de Recursos Pesqueros, que solicitara el Bachiller Don **EDWARD BARRIGA RIVERA**.

Después de darse lectura al Expediente N° 139-UPG-FCB-16, en el que consta haberse cumplido con todas las disposiciones reglamentarias, los señores miembros del Jurado, recepcionaron la exposición de la Tesis Titulada:

**“VARIACIÓN EN LOS PATRONES DE DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE MERLUZA (*Merluccius gayi peruanus* Ginsburg, 1954) FRENTE A LA COSTA NORTE DE PERÚ, 2004 - 2014”**

y formuladas las preguntas, éstas fueron absueltas por el graduando.



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)



**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**VICEDECANATO DE INVESTIGACION Y POSGRADO**

**UNIDAD DE POSGRADO**

Acto seguido el Jurado procedió a la votación la que dio como resultado el calificativo de: Muy buena (10)

A continuación la Presidente del Jurado Examinador recomienda que la Facultad proponga que la Universidad le otorgue el grado académico de Magister en Recursos Acuáticos con mención en Evaluación y Manejo de Recursos Pesqueros al Bachiller Edward Barriga Rivera

Siendo las 20:10 se levantó la Sesión, recibiendo el graduando las felicitaciones de los señores miembros del Jurado y público asistente.


Se extiende la presente Acta en Lima, a los 7 días del mes de septiembre del año 2017.

  
.....  
**Dr. Mauro G. Mariano Astocondor**  
Profesor Principal a D. E.  
PRESIDENTE

  
.....  
**Dr. Marco Antonio Espino Sánchez**  
Profesor Principal a T.P.  
ASESOR

  
.....  
**Dra. Gladys S. Cárdenas Quintana**  
Profesora Invitada UNAC  
MIEMBRO

  
.....  
**Dr. Niels M. Valencia Chacón**  
Profesor Principal a D.E.  
MIEMBRO

  
.....  
**Dr. German Vergaray Uiffe**  
Profesor Principal a T.C.  
MIEMBRO

## **AGRADECIMIENTOS:**

La conclusión y presentación de este trabajo de tesis marca el final de un largo camino iniciado en las aulas de la UNMSM, que se materializa gracias al apoyo y compromiso inagotable de mi familia, compañeros, colegas y amigos a quienes quiero manifestar mi profundo agradecimiento:

En especial al Dr. Marco Antonio Espino Sánchez, reconocido docente, investigador y científico de nuestro país, quien con sus sabias enseñanzas, asesoría, confianza, soporte y motivación permanente ha permitido la consecución de esta meta.

Al Jurado Revisor y Calificador presidido por el Dr. Mauro Mariano Astocondor e integrado por la Dra. Gladys Sara Cárdenas Quintana, Dr. German Vergaray Ulffe y Dr. Niels Valencia Chacón, por su impecable actuación e invaluable aportes.

Al Instituto del Mar del Perú (IMARPE), en la persona del Director Ejecutivo Científico, por brindarme la oportunidad de ser parte de esta prestigiosa institución y alentar permanentemente mi desarrollo personal y profesional.

A la Dirección General de Investigaciones en Recursos Demersales, Bentónicos y Litorales (DGIRDBL) de IMARPE, bajo cuya conducción se desarrollan las investigaciones de la biología, ecología y pesquería de la merluza peruana, por haberme permitido desarrollar esta investigación.

A los investigadores del Área Funcional de Investigaciones en Peces Demersales y Litorales (AFIPDL) así como del Laboratorio Costero de Paita, compañeros y amigos, con quienes compartimos innumerables experiencias profesionales y personales, quienes no dudaron en brindarme su apoyo en cada una de las etapas de la realización de esta tesis.

Al Ing. Marco Antonio Quiroz Ruiz, Coordinador del Laboratorio Costero de Camaná (IMARPE), gran profesional y amigo, bajo cuyo liderazgo y soporte fue posible culminar esta tarea.

A la Blga. Frida Cecilia Rodríguez Pacheco, por su invaluable apoyo personal y profesional.

A Jacqueline Palacios León. Gracias por todo Jacquisita (DL27A11).

Finalmente la más grande expresión de mi gratitud y cariño para mis padres, hermanos e hijos quienes han sido, son y serán el motor que impulsa todos mis esfuerzos, principio y fin de todos mis anhelos.

*Edward Barriga, Septiembre de 2017*

## DEDICATORIA:

*A don Julio Félix Barriga Valdivia,  
mi padre. Dios te bendiga hoy y  
siempre. Gracias Papá.*

*A mi mamá Zoraida y a mis hermanos  
Deibby y Angela María, con todo mi cariño*



*A mis preciosos hijos Karen y Eduardo,  
la más grande dicha de mi existir. Por  
ustedes y para ustedes.*

## CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS: .....	vii
LISTA DE TABLAS:.....	xi
RESUMEN:.....	xii
1. INTRODUCCIÓN:.....	1
2. ANTECEDENTES: .....	3
2.1. LA PESQUERIA DE MERLUZA EN EL MUNDO:.....	3
2.2. LA PESQUERIA DE MERLUZA EN PERÚ:.....	7
2.3. TASA DE CAPTURA COMO INDICE DE ABUNDANCIA:.....	11
2.4. RELACIÓN RECURSO - AMBIENTE: .....	14
3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS:.....	18
3.1. HIPÓTESIS: .....	18
3.2. OBJETIVOS: .....	18
3.2.1. OBJETIVO GENERAL:.....	18
3.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:.....	18
4. MATERIALES Y MÉTODOS:.....	19
4.1. ÁREA DE ESTUDIO:.....	19
4.2. ORIGEN Y TRATAMIENTO DE LOS DATOS: .....	20
4.3. IDENTIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE PESCA:.....	24
4.4. CARACTERIZACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DE LA FLOTA: .....	24
4.5. DESCRIPCIÓN Y ANALISIS DE CAPTURA Y ESFUERZO PESQUERO:.....	26
4.6. ESTANDARIZACIÓN DE LA TASA DE CAPTURA (CPUE):.....	28
4.7. VARIACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA ABUNDANCIA RELATIVA: .....	31
5. RESULTADOS: .....	32
5.1. IDENTIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE PESCA:.....	32
5.2. CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA FLOTA:.....	34
5.3. CAPTURA y ESFUERZO PESQUERO: .....	40
5.4. ESTANDARIZACIÓN DE LA TASA DE CAPTURA (CPUE t/h):.....	48
5.5. VARIACION ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA ABUNDANCIA RELATIVA: .....	55
6. DISCUSIÓN:.....	60
7. CONCLUSIONES:.....	69
8. RECOMENDACIONES: .....	71
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....	72
10. GLOSARIO DE SIGLAS Y TÉRMINOS: .....	83
11. ANEXOS:.....	88

## LISTA DE FIGURAS:

- Figura 1: Ubicación geográfica del área de estudio: Plataforma y borde superior del talud continental entre los 3°24'S y los 07°00'S, delimitado en 3 estratos de profundidad (EI, EII y EIII).
- Figura 2: Distribución geográfica de los lances de pesca de la flota industrial de arrastre que operó frente a la costa norte de Perú entre 2004 y 2014. Cada punto rojo representa un lance de pesca.
- Figura 3: Variación Latitudinal de la frecuencia de uso (lances ejecutados) de la flota industrial arrastrera entre 2004 y 2014 frente a la costa norte de Perú. Las líneas punteadas demarcan los tres sectores identificados.
- Figura 4: Diagrama de dispersión múltiple mostrando líneas de tendencia (línea punteada) entre variables estructurales y CPUE media de la flota industrial de arrastre de fondo que operó frente a la costa norte de Perú. 2004 a 2014.
- Figura 5: Dendrograma resultante del análisis clúster realizado a las variables estructurales de la flota industrial arrastrera. Se identificaron 03 tipos de flota (F1, F2 y F3).
- Figura 6: Diagramas de caja (boxplot) mostrando la distribución de las variables estructurales (eslora, capacidad de bodega (CB) y potencia de motor (HP)) y la CPUE media por Tipo de Flota (F1, F2 y F3) identificada.
- Figura 7: Distribución batimétrica (m) de los lances ejecutados por la flota industrial arrastrera entre 2004 y 2014. Global (arriba) y por Sector (abajo). Separados por estratos de profundidad (EI, EII y EIII).
- Figura 8: Variación anual de la velocidad promedio de arrastre (nudos) por tipo de flota (F1, F2 y F-) de arrastre que operó frente a la costa norte del mar peruano entre 2004 y 2014.

- Figura 9: Desembarque anual de merluza (t) capturada por la flota industrial de arrastre de fondo que operó frente a la costa norte del Perú entre 2004 y 2014.
- Figura 10: Captura (t) anual de merluza por Tipo de Flota Industrial arrastrera. 2004 y 2014.
- Figura 11: Distribución latitudinal y por estratos (EI, EII y EIII) de la captura total de merluza (t). Flota industrial arrastrera que operó frente a la costa norte de Perú entre 2004 y 2014.
- Figura 12: Variación mensual de la talla media de merluza (cm) capturada por la flota industrial arrastrera entre 2004 y 2014. La línea punteada muestra la tendencia de la talla media para cada uno de los escenarios identificados.
- Figura 13: Variación mensual de la talla media de merluza (cm) capturada por la flota industrial arrastrera entre 2004 y 2014, por Sector (S1, S2 y S3). La línea punteada muestra la tendencia de la talla media para cada uno de los escenarios identificados.
- Figura 14: Variación anual de la talla media de merluza (cm) capturada por Tipo de Flota (F1, F2 y F3) industrial de arrastre de fondo que operó frente a las costas de Perú entre 2004 y 2014.
- Figura 15: Variación anual del despliegue del esfuerzo pequeño (horas de arrastre efectivo - TAE) por Tipo de Flota de arrastre fondo (F1, F2 y F3) que operó frente a la costa norte de Perú entre 2004 y 2014.
- Figura 16: Variación anual del tiempo (h) de arrastre efectivo promedio de la flota (F1, F2 y F3) de arrastre de fondo que operó frente a la costa norte de Perú entre 2004 y 2014.
- Figura 17: Histograma y Diagrama de caja de la tasa de captura de merluza (t/h). Arriba: CPUE simple; Abajo: CPUE transformada a Incpue. Flota industrial arrastrera. 2004-2014.



- Figura 18: Gráfico normal de probabilidad y resultados del test no paramétrico de normalidad de Kolmogórov-Smirnov a las tasas de captura transformada (*Incpue*). Flota industrial arrastrera, 2004-2014.
- Figura 19: Representación de las variaciones de la *Incpue* en relación a las variables categóricas. Panel superior izquierdo: Relación de las variables explicativas y la media de la CPUE. Panel superior derecho: Relación de las variables explicativas y la mediana de *Incpue*. Segunda a cuarta fila: Diagrama de caja de la distribución de *Incpue* en relación a cada una de las variables categóricas identificadas en este estudio.
- Figura 20: Gráficos de diagnóstico del Modelo GLM resultante. Panel superior izquierdo: residuos deviance frente a valores ajustados. Panel superior derecho: Raíz cuadrada del valor absoluto de los residuos deviance frente a valores predichos. Panel inferior izquierdo: Variable respuesta frente a valores ajustados. Panel inferior derecho: Gráfico de normalidad de los residuos Pearson.
- Figura 21: Residuos Parciales de GLM. Relación entre la variable respuesta (*Incpue*).
- Figura 22: Variación anual de la tasas de captura nominal (cuadrado y línea punteada) y de la tasa de captura estandarizada (circulo y línea continua) de merluza. Flota industrial de arrastre de fondo, 2004-2014.
- Figura 23: Variación mensual de la tasa de captura estandarizada (t/h) de merluza (círculos), la línea discontinua expresa la tendencia media por periodo. Flota industrial de arrastre de fondo que operó frente a la costa norte de Perú entre 2004 y 2014.
- Figura 24: Diagrama Hovmöller de la variación latitudinal y temporal del índice de abundancia relativa (t/h) de merluza frente a la costa norte de Perú, a partir de datos obtenidos de la Flota 2 (2004 a 2014).

- Figura 25: Diagrama Hovmöller de la variación latitudinal y temporal de la talla media de merluza (cm) capturada por la flota industrial arrastrera frente a la costa norte de Perú entre 2004 y 2014.
- Figura 26: Variación mensual de la tasa de captura estandarizada (ln) de merluza (círculos y línea discontinua), en relación a la variación mensual del Índice de Oscilación El Niño (ONI) (las barras rojas indican valores de ONI positivas y las barras azules valores de ONI negativas). 2004 a 2014.
- Figura 27: Diagrama de dispersión de los índices mensuales de abundancia relativa (Incpue estandarizada) de merluza en el Sector 2, en relación al indicador ambiental Oceanic Niño Index (ONI). 2004-2014. La línea discontinua representa la tendencia lineal negativa.
- Figura 28: Densidades medias anuales (t/mn<sup>2</sup>) de merluza, obtenida en cruceros de evaluación de merluza y otros demersales, a bordo de buques de investigación con la aplicación del método de área barrida. 2004-2014. Izquierda: densidades medias anuales de toda el área evaluada (en promedio hasta los 08°S). Derecha: densidades medias entre el límite norte del dominio marítimo peruano y los 06°S.

## LISTA DE TABLAS:

- Tabla 1: Tabla de correlaciones de Pearson entre las variables estructurales y la CPUE de la flota industrial de arrastre que operó frente a la costa peruana entre 2004 y 2014. Nivel de significancia 95 %.
- Tabla 2: Estadísticos descriptivos de las variables estructurales por Tipo de Flota (F1, F2 y F3) industrial de arrastre de fondo que operó frente a la costa norte de Perú entre 2004 y 2014.
- Tabla 3: Captura (t) de las principales especies de peces, crustáceos y moluscos reportados en la pesquería industrial de arrastre de fondo que operó frente a la costa norte de Perú entre 2004 y 2014.
- Tabla 4: Captura (t) de merluza (*Merluccius gayi peruanus*) por Sector (S1, S2 y S3) y Estrato (E1, E2 y E3), proveniente de la flota industrial de arrastre de fondo que operó frente a la costa norte de Perú entre 2004 y 2014.
- Tabla 5: Tabla 5: Análisis de varianza (ANOVA) resultante del modelo GLM *lognormal*.
- Tabla 6: Valores de la tasa de captura estandarizada (t/h) promedio por Flota (F1, F2 y F3), Sector (S1, S2 y S3) y Estrato (E1, E2 y E3).
- Tabla 7: Valores anuales de los principales indicadores biológicos, pesqueros y poblacionales de la pesquería industrial de merluza frente a la costa norte de Perú. 2004-2014.

## RESUMEN:

La merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*) es el principal recurso objetivo de la pesquería industrial de arrastre de fondo frente a la costa norte de Perú. Se analizaron los cambios en los patrones de distribución y abundancia de merluza, a partir de la estandarización de la tasas de captura de una serie temporal de 2004 a 2014, utilizando un modelo lineal generalizado cuyas variables explicativas fueron *año, mes, flota, sector, estrato y la variable ambiental ONI* (Oscillation El Niño Index). La varianza total explicada por el modelo fue de 31 %, los efectos *flota y año* son los que mejor explicaron la variabilidad de la tasa de captura (83 %). Las variaciones espaciales y temporales de la tasa de captura estandarizada, como indicador de abundancia relativa, indican que el stock disponible de merluza experimentó cambios en su distribución y abundancia entre 2004 y 2014, mostrando tres escenarios: el primero entre 2004 y 2006 con tendencia descendente de los niveles de abundancia y distribución, integrado por merluzas con talla media que decayó de 31 a 26 cm, un segundo escenario entre 2007 y 2011 con niveles de abundancia casi constantes y notorias fluctuaciones estacionales en su abundancia, distribución y talla media, influenciados por la variabilidad estacional de la ESCC, y un tercer escenario entre marzo de 2012 y mitad de 2014 con niveles de abundancia superiores a los escenarios anteriores, los más altos del periodo analizado, integrado por ejemplares con talla media de 35 cm. En general, a partir de 2007 la población de merluza frente a la costa norte del Perú, mostró tendencias positivas en su distribución, abundancia y estructura poblacional, atribuibles a la presencia de condiciones favorables del medio marino y a las medidas de ordenamiento pesquero implementadas en este periodo.

Palabras clave: *Merluccius gayi peruanus*, tasa de captura estandarizada, modelo lineal generalizado, patrones de distribución y abundancia, arrastre de fondo, Perú.

## ABSTRACT:

Peruvian hake (*Merluccius gayi peruanus*) is target resource of deep trawl fishery off northern Peruvian coast. Changes in distribution and abundance patterns were analyzed using catch rate standardization of temporal series from 2004 to 2014. A generalized linear model (GLM) was applied, explicatory variables were *year, month, fleet, sector, stratum and environment variable ONI* (Oscillation El Niño Index). Model explained 31 % of total deviance, the effects fleet and year explained together 83 % of the total variance explained by the model. Spatial and temporal variations of catch rates standardized, as relative abundance indicator, showed than hake's stock off Peruvian coast experimented changes in distribution and abundance between 2004 and 2014, summarized in three scenarios: First, between 2004 and 2006, with negative trends in abundances and decline of mean size of hakes descending from 31 to 26 cm. Second, between 2007 and 2011, the abundance level and mean size remain almost constant, showing seasonal changes influenced by ESCC. Finally, the third scenario from March 2012 to first middle 2014, high level of abundance and distribution were observed, the mean size of hakes was 35 cm of mean size, highest values of all the period analyzed in this study. In summary, from 2007 hake population, off Peruvian north coast, presented positive trends in abundance, distribution and population structure, attributable to favorable conditions of the marine environment and the management measured adopted in this period.

Key words: *Merluccius gayi peruanus*, catch rate standardized, generalized linear model, distribution and abundance patterns, bottom trawl.

## 1. INTRODUCCIÓN:

La merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus* Ginsburg, 1954) es un pez bentodemersal que se distribuye latitudinalmente entre los 00°30'S (Ecuador) hasta los 10°00'S (Perú) (Chirichigno y Velez, 1998; Chirichigno y Cornejo, 2001). Su principal área de distribución se registra entre los 03°S y los 10°S, con mayores concentraciones entre los 100 m y 200 m de profundidad (Guevara-Carrasco y J Leonard, 2008). Su distribución está fuertemente influenciada por la intensidad y periodicidad de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC) (Castillo et al., 2001; Wosnitza-Mendo et al., 2007), mostrando variaciones de acuerdo a las estaciones del año y altamente influenciada por eventos cálidos El Niño, provocando una alta dispersión del recurso hacia latitudes mayores y por eventos fríos La Niña con reducción de su área de distribución a latitudes menores (Espino, et al., 1985; Wosnitza-Mendo y Guevara-Carrasco, 2000).

Su estructura poblacional muestra una clara gradiente latitudinal, con núcleos de agregación de grupos de talla más pequeños situados en la parte sur del área de distribución y reclutamiento de sur a norte (Armstrong, 1981). Este no es un patrón estático, pues dada la condición de frontera ecológica de su hábitat, está sujeto a la gran variabilidad oceanográfica, cuyas manifestaciones más notables son los eventos El Niño y La Niña (Guevara-Carrasco, 2004).

La merluza peruana es especie objetivo de la principal pesquería de arrastre de fondo en el norte de Perú, sostiene una importante actividad pesquera, generadora de divisas, puestos de trabajo y juega rol clave en la cadena productiva del sector pesquero nacional. Esta actividad se inició a mediados de los 1960s, orientada al procesamiento y exportación de productos congelados (Guevara-Carrasco y Leonard, 2008), cuyo centro de actividad pesquera se localiza en Paita – 05°S (Wosnitza-Mendo et al., 2004). Asimismo, sostiene una pesquería artesanal, al norte de la región Piura, con uso de palangres de profundidad y cortina de fondo, a bordo de pequeñas embarcaciones, cuya producción está principalmente destinada al mercado interno.

Desde el inicio de la pesquería industrial de arrastre de merluza en Perú, la dinámica poblacional, biología y pesquería de este recurso, en relación con los

variables ambientales y pesqueras, han sido objeto de investigación, como herramienta fundamental para sustentar medidas de ordenamiento pesquero. Investigaciones que han permitido ahondar en el conocimiento de los efectos de la pesquería y la variabilidad ambiental sobre el comportamiento biológico y poblacional de *Merluccius gayi peruanus* frente a la costa norte de Perú (Wosnitza-Mendo et al., 2004; Tam et al., 2006; Wosnitza-Mendo et al., 2007; Ballón et al., 2008; Guevara-Carrasco y Leonart, 2008; Guevara-Carrasco y Wosnitza-Mendo, 2009; Wosnitza-Mendo et al., 2009; Goicochea et al., 2010, entre otros); así como de los efectos de la actividad pesquera de la flota arrastrera en el entorno de la comunidad bentodemersal donde habita la merluza (Ballón, 2005).

Para obtener estimados del stock, desde la década de los 80, el Instituto del Mar del Perú desarrolla cruceros de área barrida y modelos analíticos, cuyos resultados han sido la base que ha sustentado las principales recomendaciones de manejo pesquero (Espino y Wosnitza-Mendo, 1984; Espino et al., 1986; Guevara-Carrasco et al., 1996; Guevara-Carrasco y Wosnitza-Mendo, 1997; Espino, 1999; IMARPE, 2004a; IMARPE 2004b; Wosnitza-Mendo et al., 2007; Benites y Barriga, 2011). Sin embargo, los datos dependientes de la pesquería (CPUE), han sido muy poco usados como índice de abundancia relativa de merluza en modelos de producción, debido a la escasez de medidas del esfuerzo nominal adecuadas que dieran resultados confiables (Espino et al., 1984; Wosnitza-Mendo et al., 2007).

En esta investigación se describen las fluctuaciones espaciales y temporales de algunos indicadores poblacionales del stock disponible de merluza frente a la costa norte de Perú entre 2004 y 2014, a partir del análisis de las fluctuaciones de la tasa de captura (CPUE) estandarizada de la flota industrial y de la estructura por tallas de las capturas.

Se espera que los resultados de este estudio contribuyan con herramientas adicionales útiles y válidas, para incrementar el conocimiento de la dinámica poblacional del recurso merluza, así como coadyuvar a fortalecer las bases técnicas que permitan adoptar, de manera efectiva y oportuna, medidas de ordenamiento pesquero orientadas al desarrollo sostenible de la pesquería de merluza en el Perú y los subyacentes beneficios a la comunidad pesquera nacional.

## 2. ANTECEDENTES:

### 2.1. LA PESQUERIA DE MERLUZA EN EL MUNDO:

En el mundo, las merluzas constituyen uno de los grupos de peces demersales más intensamente explotados, se capturan especialmente con artes de arrastre de fondo, aunque también con redes de enmalle y palangres (Lloris et al., 2003). Las especies de merluzas (género *Merluccius*) son recursos pesqueros de alta demanda para el consumo humano directo (principalmente productos frescos y congelados) en países costeros y en mercados en el Hemisferio Norte como Estados Unidos, Japón, España y otros (Arancibia, 2015).

La familia Merluccidae, incluye 13 especies reconocidas del género *Merluccius* (Murua, 2010). Habitan sobre las plataformas continentales y zona superior de los taludes de sectores altamente productivos de los océanos donde hay grandes corrientes marinas con fuerte afloramiento, tales como la corriente de Humboldt en el Sudeste del Océano Pacífico en Chile y Perú (*Merluccius gayi*), la corriente de California en el noreste del Océano Pacífico en Estados Unidos y Canadá (*Merluccius productus*), la corriente de las Islas Canarias en el noreste del Océano Atlántico entre España, Portugal y Marruecos (*M. merluccius*), la corriente de Benguela en el sudeste del Océano Atlántico en Sudáfrica, Namibia y Angola (*Merluccius capensis* y *M. paradoxus*), así como en sistemas de corrientes de los mares del sur tales como la corriente Sub-Antártica del sur del Océano Pacífico en Chile (*Merluccius australis* y *Macruronus magellanicus*), en aguas de Nueva Zelanda (*Merluccius australis* y *Macruronus novazelandiae*), en la corriente de las Islas Falkland/Malvinas en Argentina (*Merluccius australis* y *Merluccius magellanicus*). La merluza europea (*M. Merluccius*) también se encuentra en aguas interiores como el Mar Mediterraneo y el Mar del Norte (Arancibia, 2015).

La pesquería a gran escala de merluza en el mundo se inicia durante la primera mitad del siglo veinte, debido al mayor desarrollo tecnológico de las flotas pesqueras y el colapso de los stocks de bacalao del norte (Murua, 2010). Las máximas capturas de merluzas ocurrieron en la mitad de los 1990s, con más de 2



millones de toneladas en 1996, de allí las capturas decrecieron, alcanzando las 500 mil toneladas 15 años después, al inicio de los 2010s (Arancibia, 2015). A finales del siglo XX, las capturas de *Merluccius* declaradas a la FAO, se sitúan alrededor de 1.200.000 t cuyas dos terceras partes proceden del Océano Atlántico y el resto del Océano Pacífico (Lloris et al., 2003).

En Sudamérica se distribuyen tres importantes especies de interés pesquero del género *Merlucciidae*, que son *Merluccius hubbsi* - Marini 1933, *Merluccius australis* - Hutton 1872 y *Merluccius gayi* - Guichenot 1848, esta última dividida en dos subespecies *Merluccius gayi gayi* - Guichenot 1848 y *Merluccius gayi peruanus* - Ginsburg 1954, todas ellas capturadas mayoritariamente por flotas arrastreras (Queirolo, 2011).

La merluza argentina *Merluccius hubbsi* Marini, 1933 es una especie demersal y pelágica que se distribuye en el sudoeste Atlántico frente a las costas de Brasil, Uruguay y Argentina desde los 22°S a los 55°S, principalmente entre los 50 y 500 m de profundidad. Es más abundante entre 35°S (Frente a Río de la Plata, Uruguay) y 45°S (Frente a Patagonia, Argentina). Presenta migraciones estacionales relacionadas al comportamiento trófico, reproducción y cambios en las condiciones oceanográficas, muestra una migración cíclica norte-sur y movimientos de zonas más profundas a más someras. *M. hubbsi* sostiene una de las más importantes pesquerías de arrastre de fondo en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya - ZCPAU (34°30'S–39°30'S) donde el recurso es compartido por ambos países y en la plataforma Patagónica donde es objetivo de la flota Argentina. Dentro de la ZCPAU el desembarque total de merluza hecha por ambos países decreció desde un promedio de 110.000 t en 1980-1990 a 46.000 t durante la primera década del siglo XXI (Lorenzo y Defeo, 2015).

La merluza austral *Merluccius australis* Hutton 1872 se encuentra comúnmente en profundidades entre 300 a 1.000 metros, ampliamente distribuida alrededor de Nueva Zelanda al sur de los 40°S y frente a las costas de Chile y Argentina. Soporta una importante pesquería de arrastre comercial en aguas del sur de Nueva Zelanda y son capturadas por embarcaciones de arrastre tanto como recurso objetivo o como pesca incidental (Horn, 2015). Se acepta cauteladamente la existencia de dos

poblaciones, una en Nueva Zelanda (*M. australis australis*) y otra en el extremo austral del cono sur americano entre Chile y Argentina (*Merluccius australis polylepis*). La distribución geográfica de la merluza austral (*Merluccius australis*) se solapa en el Atlántico con la de la merluza argentina (*Merluccius hubbsi*), por lo cual se puede producir también un solapamiento de sus pesquerías. En Argentina es objeto de pesca dirigida desde 1980, también capturada accesoriamente en pesquerías dirigidas a otras especies y por flotas que faenan en las islas Malvinas en busca de merluza argentina (*Merluccius hubbsi*). En Chile la pesquería fue iniciada por un arrastrero factoría japonés en 1976, aunque con posterioridad ha sido la flota chilena la que ha explotado el recurso. Las capturas correspondientes a las poblaciones de Sudamérica, explotadas exclusivamente por las flotas de Chile y Argentina, con la excepción de algunas capturas realizadas por la República de Corea en el período 1987-1992, alcanzaron un máximo en 1987 con 110.993 t, desde entonces las capturas disminuyeron para estabilizarse entre 3.000 y 4.000 t en el Atlántico y en niveles próximos a las 25.000 t en el Pacífico. En Nueva Zelanda, la pesquería fue iniciada por arrastreros japoneses en 1975, en 1978 se implantó un sistema de TACs y la pesquería se fue reservando para las flotas de Nueva Zelanda o de empresas mixtas, la captura total se acerca a las 20.000 t anuales (Lloris et al., 2003).

*Merluccius gayi gayi* (Guichenot, 1848) conocida como merluza chilena habita en el ecosistema de afloramiento de Chile central (32°30'-37°30'S), se distribuye sobre la plataforma continental y talud desde 50 a 400 m de profundidad y sostiene una importante pesquería compuesta por dos flotas, la flota industrial de arrastre de fondo (embarcaciones grandes) y la flota artesanal (botes) que opera con palangres y redes de enmalle. La pesquería de *M. gayi gayi* opera en un rango de 80 a 350 m de profundidad, principalmente entre 120 and 250 m. La pesquería se inició en los 1940s, siempre dirigida al consumo humano directo. Los botes artesanales palangreros suplen la demanda interna de merluza fresca, mientras que la pesca de arrastre industrial está dirigida a la exportación (principalmente filetes congelados) con baja participación en el mercado interno. Los indicadores pesqueros por flota sugieren tendencias negativas en el stock durante la última década (Gatica et al., 2015)

*Merluccius gayi peruanus* Ginsburg, 1954 es un pez bentodemersal que se distribuye latitudinalmente entre los 00°30'S (Ecuador) hasta los 10°00'S (Perú) (Chirichigno y Velez, 1998; Chirichigno y Cornejo, 2001). Su principal área de distribución se registra entre los 03°S y los 10°S, con mayores concentraciones entre los 100 m y 200 m de profundidad (Guevara-Carrasco y J Leonard, 2008). Su distribución está fuertemente influenciada por la intensidad y periodicidad de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC) (Castillo et al., 2001; Wosnitza-Mendo et al., 2007), mostrando variaciones de acuerdo a las estaciones del año y altamente influenciada por eventos cálidos El Niño, provocando una alta dispersión del recurso hacia latitudes mayores y por eventos fríos La Niña con reducción de su área de distribución a latitudes menores (Espino, et al., 1985; Wosnitza-Mendo y Guevara-Carrasco, 2000).

En Ecuador *Merluccius gayi peruanus* Ginsburg, 1954 fue registrada por primera en marzo de 1965 y cuenta con registros de exportación desde 1999 procedentes de la pesca artesanal. En 2013, el gobierno ecuatoriano, como parte del plan de contingencia para mitigar la eliminación de la flota arrastrera camaronera, oficializó la apertura de la pesquería de arrastre del recurso merluza para 30 embarcaciones con una cuota de pesca anual de 850 TM por embarcación, equivalente a 25.500 toneladas anuales. El área de pesca de la flota de arrastre durante el 2013 comprendió la plataforma y talud continental del Ecuador frente a las costas de las provincias de Manabí, Santa Elena, el Golfo de Guayaquil y el Oro, registrando un total de 13.034,60 t de merluza para ese año cuyas tallas fluctuaron entre 17 y 81 cm con talla promedio de 34 cm (García et al., 2014).

## 2.2. LA PESQUERIA DE MERLUZA EN PERÚ:

En el Perú, la pesquería de merluza (*Merluccius gayi peruanus*) comenzó en los años 50 como una pequeña pesquería costera de arrastre de fondo y fue totalmente artesanal. Los caladeros más importantes se situaron al norte de la latitud 07°S y el principal puerto de desembarque fue Paita, ubicado a los 05°S. Hasta 1966 los desembarques no sobrepasaron las 1.500 toneladas y la merluza no se consideró una especie atractiva para la pesquería peruana. A partir de los años 60, la Sociedad Nacional de Pesquería se interesó en la pesquería de arrastre debido a la gran importancia de la merluza en la pesquería chilena, y financió la ejecución de tres cruceros de exploración para conocer más sobre la distribución y densidad de la merluza peruana, en tanto se desarrolló una pesquería de arrastre limitada a las 30 mn. (Wosnitza-Mendo et al. 2007).

De acuerdo a los diferentes niveles de explotación, desde su inicio hasta el 2001, la pesquería industrial de merluza en Perú ha sido resumida en seis fases: fase de pesquería incipiente (1959-1966), fase de desarrollo inicial (1967-1972), fase de plena explotación (1973-1977), fase de sobreexplotación y colapso (1978-1981), fase de recuperación (1982-1987) y fase de plena explotación II (1988-2001) (Espino, 1999; Espino et al., 2001).

Wosnitza-Mendo y Guevara-Carrasco (2000), describen la evolución de la flota dedicada a la pesca de merluza en Perú hasta 1998, indicando que este recurso ha sido capturado a nivel comercial desde los años 60, inicialmente por una flota local de pequeñas arrastreras con menos de 100 toneladas de registro bruto y desembarques anuales menores a 20.000 toneladas. Desde los 1970s, flotas foráneas con grandes arrastreras con más de 2.000 t de registro bruto ingresaron a la pesquería, incrementando los desembarques anuales a más de 100.000 toneladas, con un desembarque record de 300.000 toneladas en 1978. A inicios de los 1980s, la merluza peruana estuvo bajo presión de pesca intensiva. La ocurrencia de El Niño - Oscilación Sur (ENSO) en 1982 y 1983, produjo un cambio en la distribución y concentración de la población y restringió la acción normal de la flota. Solo la flota local continuó pescando hasta el fin de la década, consiguiendo

desembarques anuales de alrededor de 20.000 t. Durante un corto tiempo, entre fines de los 1980s e inicios de los 1990s, la merluza fue capturada por una flota de arrastre de media agua como captura incidental en la pesquería de jurel (*Trachurus picturatus*). Los desembarques incrementaron alrededor de 130.000 toneladas, generado por alta presión de pesca. Esta nueva fase de altos desembarques fue interrumpida por un nuevo ENSO en 1991-1993. En 1994 los desembarques se incrementaron, alcanzando las 200.000 toneladas en 1996. El esfuerzo pesquero se incrementó significativamente con el ingreso de arrastreras de mediana escala, con avanzada tecnología. Nuevamente el ENSO de 1997-1998 causó cambios en la distribución y concentración de la población y redujo las actividades pesqueras. Los desembarques fueron solo de 75.500 toneladas en 1998. En 1999 se capturaron solo 31.192 t, las que se incrementaron a 88.096 el año 2000 y a 131.381 el 2001.

En lo que va del desarrollo de esta pesquería, dos episodios de sobrepesca han sido reportados: el primero en 1980 (Espino et al., 1995) y el segundo en 2002 (IMARPE, 2004 a, b), este último ocurrido después de un remarcable cambio en el patrón de distribución espacial de merluza desde los inicios de los 90s (Guevara-Carrasco y Leonard, 2008).

Las observaciones de los cruceros de evaluación de merluza de los años 2001 y 2002 mostraron que el efectivo de la biomasa disponible de merluza en la plataforma continental del mar peruano estaba principalmente compuesto por individuos juveniles (Castillo, 2004; Guevara-Carrasco et al., 2004). Asimismo, las capturas se sostenían por ejemplares de 2 años de edad con una creciente presencia de merluza de un año y escasez de merluzas adultas reproductoras. Situación que evidenciaba un grave riesgo para la sostenibilidad del recurso y su pesquería, por lo que el IMARPE recomendó el cierre de toda la pesquería de la merluza en noviembre de 2002 (Guevara-Carrasco, 2004). Acción que marcó el inicio de una prohibición completa de toda actividad de extracción y procesamiento sobre este recurso en el mar peruano.

Entre el 2002 y el 2004, el Ministerio de la Producción, mediante Resoluciones Ministeriales, constituyó la “Comisión Técnica de Trabajo para la Recuperación del

Recurso Merluza” integrada por representantes de IMARPE, PRODUCE, Sociedad Nacional de Pesquería y gremios de pescadores, para tratar temas relacionados a la aplicación del sistema de cuotas individuales, la implementación de sistemas complementarios de control, mejoras en la selectividad de las redes y niveles de referencia para la recuperación de la biomasa (Wosnitza-Mendo et al., 2007), comisión que tuvo vigencia hasta el año 2011.

En mayo de 2003 se aprueba el Reglamento de Ordenamiento Pesquero (ROP) del Recurso Merluza (Decreto Supremo 016-2003-PRODUCE), cuya entrada en vigencia marcó un hito trascendental en el manejo pesquero de este recurso. El ROP establece como principal objetivo la recuperación del recurso merluza en el mediano plazo, armonizando la participación de los agentes involucrados en esta pesquería y optimizando la eficiencia operativa de la flota. Designa a IMARPE las investigaciones sobre biología, pesquería y dinámica de poblaciones de la merluza y su fauna acompañante, con enfoque ecosistémico. Dispone el manejo pesquero en función a la asignación de cuotas individuales de pesca no transferibles, la reducción del tamaño de flota a niveles acorde con los rendimientos sostenibles del recurso y no autoriza el incremento de flota. Aprueba medidas que limitan la zona de pesca, establece el tamaño mínimo de malla, la talla mínima de captura y vedas reproductivas. Fortalece las medidas de control y fiscalización de las actividades pesqueras de la flota y regula el establecimiento de regímenes provisionales de pesca, mediante los cuales se autoriza temporalmente capturas de merluza y tamaño de malla diferentes a los establecidos en el ROP (PRODUCE, 2003).

Dos paneles de expertos internacionales fueron llevados a cabo en 2003 y 2004. El primero, desarrollado en marzo de 2003 en la sede de IMARPE, cuyo objetivo fue evaluar el stock de la merluza peruana, proveer proyecciones de rendimiento del stock y comentar medidas administrativas apropiadas de corto y mediano plazo; como resultado de este panel se establecieron algunos puntos de referencia biológicos y recomendaciones para el manejo pesquero (IMARPE, 2004a). El segundo, se desarrolló en marzo de 2004 en la sede de IMARPE, tuvo como principal objetivo actualizar la evaluación del stock de merluza y proveer recomendaciones de manejo bajo esquemas apropiados (IMARPE, 2004b). Dos objetivos para la recuperación del stock fueron definidos: (i) la reconstrucción de la

biomasa desovante del stock a niveles de 100 a 200 mil toneladas y (ii) el fortalecimiento de la estructura poblacional por edades que permita el ingreso de tantas cohortes como fuera posible bajo la prevalencia de las nuevas condiciones ambientales (Guevara-Carrasco y J. Leonard, 2008).

A partir de los resultados obtenidos en el crucero de evaluación de verano de 2004, las evaluaciones poblacionales analíticas desarrolladas en el segundo panel de expertos y los resultados de la Operación Merluza IV, el 15 de mayo de ese año se reinicia la actividad pesquera (Benites y Barriga, 2011), luego de 20 meses de suspensión consecutiva (de septiembre de 2012 a abril de 2014), con una cuota de 30.000 t, sujeta a reducción si los indicadores poblacionales se hacían negativos. Durante este año las tasas de captura fueron altas y la talla de captura recuperó a casi 30 cm de LT. En 2005, la cuota total permisible fue incrementada a 40.000 t y la estación pesquera inició con altas tasas de captura. Sin embargo, algunos eventos climáticos durante este año disminuyeron la disponibilidad del recurso, las tasas de captura disminuyeron muy rápido y para fin de ese año solo el 50% de la cuota fue capturada. Los cruceros de junio 2005 y enero 2006 confirmaron que la biomasa de merluza no había incrementado y que la estructura poblacional no se había reconstruido. Solo merluzas jóvenes de 1 y 2 años de edad fueron detectadas (Guevara-Carrasco y J. Leonard, 2008).

En 2012, atendiendo a los notables cambios ambientales y su influencia sobre los patrones de distribución, respuesta biológica y poblacional del stock de merluza, IMARPE recomendó, entre otras medidas, la variación de año calendario a año biológico (tomando el 1 de julio como fecha de inicio) como criterio para las recomendaciones de manejo pesquero. Criterio que fuera aplicado para la recomendación de una cuota para el primer semestre de 2013 y posteriormente una cuota anual para el año biológico Julio 2013 – junio 2014 (IMARPE, 2012).

Desde la puesta en vigencia del ROP de la merluza (2003), la pesquería de este recurso ha sido autorizada a través de Regímenes Provisionales de Pesca (RPP), los que a la vez de fijar el Límite Máximo de Captura Total Permisible (LMCTP), dispusieron la presencia permanente de Técnicos Científicos de Investigación (TCI) de IMARPE en todas las faenas de pesca de la flota industrial, responsables de

consignar y reportar los desembarques de merluza y las ocurrencias que se presentaron durante las faenas de pesca. Medida que permitió al IMARPE implementar un sistema de monitoreo exhaustivo de la actividad, obteniendo permanentemente información de un importante número de variables pesqueras, biológicas y poblacionales. Información que contribuye a fortalecer el conocimiento de la dinámica poblacional de la merluza peruana, de los componentes del subsistema bentodemersal donde habita y de la actividad pesquera. Convirtiéndose en una de las pesquerías mejor monitoreadas del Perú, brindando información permanente, fiable y oportuna para generar recomendaciones de ordenamiento pesquero, que han contribuido a la evolución favorable de esta pesquería.

Entre 2004 y 2014, la principal fuente de información sobre el estado del stock disponible de merluza en Perú provino de cruceros de investigación, a bordo de buques científicos (BIC José Olaya y BIC Humboldt), los que mediante el método de área barrida, complementada con métodos hidroacústicos, brindaron información sobre la distribución, abundancia, biomasa, estructura poblacional y biología de la merluza, en relación a las variables ambientales, latitudinales y batimétricas de su entorno. Estos resultados, junto a información dependiente de la pesquería y Operaciones Merluza, integrados en modelos de evaluación y proyección, sustentaron las recomendaciones de manejo pesquero de la merluza peruana, dentro de un enfoque precautorio y participativo.

### **2.3. TASA DE CAPTURA COMO INDICE DE ABUNDANCIA:**

La recomendación científica para el manejo pesquero es generalmente el resultado de la aplicación de alguna forma de evaluación de stocks (Hilborn y Walters, 1992). La evaluación de stocks usualmente involucra la estimación de parámetros, a partir de alguna forma de modelo de dinámica poblacional para ajustar los datos de investigación y monitoreo, usando los resultados del proceso de ajuste para estimar cantidades (tal como la abundancia actual) que son de interés para los tomadores de decisiones (Maunder & Punt, 2004).



Los índices de abundancia juegan rol importante en el monitoreo de las fluctuaciones de un stock a través del tiempo. Son frecuentemente usados para calibrar algunos modelos de producción y Análisis de Población Virtual (APV), pero son útiles por sí mismos como estimadores del cambio en el tamaño de la población año a año. Estos índices pueden ser subdivididos en dos principales categorías: Independientes de la pesquería (obtenidos de cruceros diseñados científicamente) y dependientes de la pesquería (González y Restrepo, 2001). La más común y fácilmente colectada fuente de datos dependientes de la pesquería, es la información de captura y esfuerzo de las pesquerías comerciales o recreacionales, usualmente resumidas en la forma de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) o Tasa de Captura (Maunder y Punt, 2004).

El uso de la tasa de captura como índice de abundancia relativa asume que, en pequeñas escalas espaciales, la captura es proporcional al producto del esfuerzo pesquero y la densidad  $C = qEN$ , donde  $E$  es el esfuerzo pesquero desplegado,  $N$  es la densidad y  $q$  la fracción de la abundancia que es capturada por una unidad de esfuerzo (frecuentemente referida como coeficiente de capturabilidad), lo que lleva a la relación fundamental entre la tasa de captura y la densidad  $\frac{C}{E} = qN$ , que puede ser generalizado a un pequeño cardumen pescado por un pescador o a la población entera por una gran flota pesquera (en tal caso  $N$  es la población) en tanto que  $q$  es una constante (independiente del tiempo, espacio y embarcación pesquera). Sin embargo,  $q$  no puede ser constante, puede variar espacial y temporalmente, debido a cambios en la composición de la flota pesquera, donde y cuando tiene lugar la pesca (Maunder y Punt, 2004).

La habilidad de usar las tasas de captura como índice de abundancia depende de la habilidad de ajustar (remover) el impacto sobre las tasas de captura de cambios, a través del tiempo, de los factores diferentes a la abundancia (Maunder y Punt, 2004). El proceso de reducir la influencia de estos factores sobre la CPUE es comúnmente referido como la estandarización de la CPUE. Hay varios métodos desarrollados para estandarizar la CPUE, sin embargo, lo más común es la aplicación de Modelos Lineales Generalizados (Hinton y Maunder, 2003).

Los Modelos Lineales Generalizados (GLM, por siglas en inglés) son los métodos más comúnmente usados para estandarizar la CPUE, la que es predicha como una combinación lineal de las variables explicativas, las que pueden ser categóricas o continuas (Hinton y Maunder, 2003). El principal objetivo del análisis es estimar un efecto año, usado para representar los niveles de abundancia relativa y es usado para incluirlo en la evaluación del stock. El efecto año es incluido en el GLM como una variable categórica. Las interacciones con el efecto año podrían invalidar el efecto año como un índice de abundancia, por esta razón, la mayoría de análisis no consideran interacciones para el efecto año (Hinton y Maunder, 2003).

Las técnicas GLM proveen un método poderoso y consistente para examinar los efectos de diferentes embarcaciones y de diferentes áreas para determinar tendencias temporales en la CPUE (Hilborn y Walters, 1992). Hay muchas razones por las que GLM se mantiene como el método más comúnmente aplicado para la estandarización de datos de cpue, incluye la disponibilidad de softwares bien probados y amigables para realizar los cálculos (Maunder y Punt, 2004).

En el proceso de ajuste del GLM, se debe decidir si incluir o no algunas variables explicativas. Si muy pocas variables son incluidas, entonces la variación de los factores que influyen en la CPUE, que no son incluidas en el modelo, podrían ser atribuidas al efecto año y por tanto atribuidas a cambios en abundancia. Si muchas variables explicativas son incluidas en el modelo (modelo sobre ajustado), entonces algunas de las variaciones en la CPUE que podrían ser atribuidas a cambios en la abundancia serían atribuidas a factores extraños incluidos en el modelo. En tal caso, la CPUE estandarizada y por tanto el índice de abundancia relativo estaría sesgado (Hinton y Maunder, 2003).

Para aplicar GLM es necesario: (a) Seleccionar las variables respuesta, (b) seleccionar la distribución para la variable respuesta de la familia exponencial (Normal, exponencial, Poisson, binomial, gamma), (c) Seleccionar una función link apropiada a la distribución y (d) seleccionar un set de variables explicativas. El año debe ser una de las variables explicativas debido a que el objetivo primario de estandarización de los datos de captura y esfuerzo es detectar tendencias temporales en la abundancia (Maunder y Punt, 2004).

Esta técnica es ampliamente usada en la estandarización de las tasas de captura o CPUE de diversas pesquerías en el mundo, tomando cada vez mayor notoriedad, no obstante la existencia de otras técnicas. Empleado como índices de abundancia en pesquerías demersales, pelágicas, bentónicas y otras (Cubillos et al., 1998; Cramer y Ortiz, 2001; Gatica y Cubillos, 2002; Gatica y Hernández, 2003; Campbell, 2004; Brooks et al., 2005; Costas y Punzón, 2006; Chang y Yeh, 2008; Wiff et al., 2008; Andrade, 2009; Bernasconi, 2015, entre otros).

En Perú esta técnica ha sido usada para estandarizar la CPUE de la flota anchovetera, como alternativa para monitorear la biomasa relativa del stock del stock norte-centro de la anchoveta peruana (Espinoza-Morriberón et al., 2010). No obstante la notoria importancia del uso de tasas de captura estandarizadas como indicador de abundancia relativa de recursos pesqueros, esta técnica no es comúnmente usada en la evaluación de las principales pesquerías en Perú.

Soto (2003), en el manual denominado “Estandarización de series de cpue con S-Plus”, desarrolla una rutina para la estandarización de tasas de captura de pesquerías mediante la aplicación de modelos lineales generalizados con el uso del software S-Plus, cuyos procedimientos han sido utilizados como guía para el proceso de estandarización de la tasa de captura de merluza en este estudio.

#### **2.4. RELACIÓN RECURSO - AMBIENTE:**

En el Pacífico Suroriental la variabilidad ambiental es la normalidad expresada en patrones de corto, mediano, largo y muy largo plazo, como la estacionalidad (verano-invierno), interanualidad (El Niño-La Niña), periodicidad (frío-cálido) y secularidad (alta-baja variabilidad) con clara diferenciación a través de la temperatura superficial del mar (TSM) y sus anomalías para la estacionalidad. Estas manifestaciones de los patrones de variabilidad ambiental producen cambios severos en los stocks y sus pesquerías. Cambios al que no es ajena la merluza peruana, que muestra variaciones en su distribución y abundancia en relación con la variación ambiental (Espino y Yamashiro, 2012).

La distribución latitudinal de la merluza, comprende el área de encuentro entre dos grandes regiones biogeográficas: A) Provincia Panameña, es de muy alta biodiversidad, y se extiende desde la zona ecuatorial tropical, hasta el norte del Perú, con condiciones ambientales más cálidas; y B) Provincia Peruano-Chilena que es influenciada por la gran corriente de Humboldt y el sistema asociado de afloramiento costero, y que determina la existencia de condiciones templadas a frías (Guevara-Carrasco, 2004, Guevara-Carrasco y Leonart, 2008).

El Puerto de Paita se encuentra en una región ecológica interesante debido a que se sitúa en una zona de afloramiento que corresponde al encuentro del extremo sur de la contracorriente ecuatorial y de la corriente peruano chilena (Humboldt). Esto hace que anualmente sus condiciones cambien en el verano debido a la intromisión de aguas ecuatoriales, lo que cambia la estructura térmica del subsistema demersal y las densidades de las especies componentes del mismo, haciendo que unas sean más vulnerables que otras, lo que se refleja en las capturas (Espino et al., 1984)

La dinámica poblacional de la merluza peruana está estrechamente vinculada a la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC), la que es crucial para su distribución (Wosnitza-Mendo et al., 2007; Morón et al., 2001), estructura poblacional (Vargas, 2008; Vargas y Mendo, 2010) y por tanto para su pesquería. Bajo condiciones normales en invierno y primavera, la ESCC, se ubica entre 03°S y 07°S y durante el verano y otoño se desplaza hasta los 12°S o 14°S (Espino y Wosnitza-Mendo, 1989). La Extensión Sur de la Corriente de Cromwell es el principal factor exógeno que modula la distribución de la merluza peruana, por tanto los procesos de intensificación y debilitamiento de la corriente subsuperficial y los subsecuentes cambios en las características del medio marino (oxigenación, cambios en la estructura comunitaria bentodemersal, disponibilidad de alimento, etc.) delimitan los patrones de distribución, concentración y estructura de la población de merluza sobre la plataforma continental del mar peruano (Flores et al., 2009).

Considerar la influencia de la variabilidad ambiental sobre los recursos, sus ecosistemas y sus interacciones espacio temporales en el corto, mediano y largo plazo, que determina cambios significativos en los volúmenes de producción,

basados en la menor o mayor disponibilidad de los recursos pesqueros y las implicancias socioeconómicas, es factor fundamental en el aprovechamiento eficaz de los recursos pesqueros y los factores socioeconómicos a los que están fuertemente ligados en Perú (Espino y Yamashiro, 2012).

En este contexto, resulta contraproducente analizar la dinámica poblacional de la merluza peruana sin considerar algún indicador de la variable ambiental que esté directamente relacionado con la dinámica del subsistema bentodemersal del norte del mar peruano donde habita. Actualmente, la observación de los indicadores de la ESCC está basada principalmente en la información oceanográfica que se registra durante la ejecución de cruceros de evaluación que realiza el IMARPE, dos a cinco veces por año, por lo que no se cuenta con datos continuos que permitan asociar la dinámica espacial de merluza con un indicador de la ESCC (Vargas y Mendo, 2010). Vargas, 2008 propone un indicador ambiental de la intensidad de la ESCC (ESCCi), de fácil estimación, en tiempo real y bajo costo, calculados solo para el periodo 1995-2006.

Siendo que, para los fines de este estudio, se requieren series continuas (mes a mes) de algún indicador relacionado a la variabilidad ambiental subsuperficial del norte del Perú y a la variación mensual de la tasa de captura de la flota de arrastre para el periodo 2004-2014, se ha estimado conveniente explorar los siguientes índices: Oscilación Decadal del Pacífico OPD (PDO por sus siglas en inglés), Índice de Oscilación Sur IOS (SOI por sus siglas en inglés), Índice Costero El Niño (ICEN), Ocean Niño Index (ONI por sus siglas en inglés), Peruvian Index Oscillation (POI) y Anomalía de la Temperatura Superficial del Mar en Paita (ATSM Paita). Todos ellos disponibles en la web.

Los análisis preliminares de este estudio determinaron que la variación mensual de la CPUE está mejor relacionada con el Índice Oceánico del Niño (Oceanic Niño Index -ONI).

El Índice Oceánico del Niño (ONI) se calcula como la media de 3 meses consecutivos de las anomalías de la temperatura superficial del mar medidas por el sensor ERSST.v3 en la región 3.4 del Niño (5°N - 5°S, 120° - 170°W), tomando como referencia el periodo de 1971 - 2000. Es una medida principal para el

monitoreo, evaluación y predicción del ENSO. Se consideran episodios cálidos y fríos cuando las anomalías superan el umbral de  $+ / - 0.5$  °C. Cuando dicho umbral es cubierto durante un mínimo de 5 meses consecutivos se definen como episodios del Niño (+) o de la Niña (-). La data mensual de este índice está disponible en:

([http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml))



### **3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS:**

#### **3.1. HIPÓTESIS:**

La variación espacial y temporal de la tasa de captura estandarizada de la flota industrial de arrastre de fondo es indicador de las variaciones de la distribución espacial y la abundancia relativa del stock disponible de merluza frente a la costa norte de Perú.

#### **3.2. OBJETIVOS:**

##### **3.2.1. OBJETIVO GENERAL:**

Determinar la dinámica espacio temporal de las tasas de captura estándar de merluza de la flota industrial de arrastre de fondo, como indicador de los patrones de distribución y abundancia del stock de *Merluccius gayi peruanus* en el norte de Perú entre los años 2004 y 2014.

##### **3.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Determinar, identificar y zonificar las principales áreas de pesca de la flota industrial arrastrera de fondo en el norte de Perú entre 2004 y 2014.
- Caracterizar y categorizar la flota industrial arrastrera de fondo destinada a la pesca de merluza.
- Describir y analizar las variaciones espaciales y temporales de la captura, y el esfuerzo pesquero de la pesquería industrial de merluza, 2004-2014.
- Estandarizar la tasa de captura (CPUE) de merluza obtenida por la flota industrial entre 2004 y 2014, usando un modelo lineal generalizado.
- Determinar la variación de los patrones de distribución y abundancia de la merluza peruana a partir del análisis de la variación espacial y temporal de la tasa de captura estandarizada de la flota industrial de arrastre de fondo en el periodo 2004-2014.

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS:

### 4.1. ÁREA DE ESTUDIO:

El área geográfica de este estudio comprende la plataforma continental y el borde superior del talud continental, frente a la costa norte del Perú, entre los 3°24'S a los 07°00'S, área marítima donde la flota industrial de arrastre de fondo ha desarrollado faenas de pesca entre 2004 y 2014. (Figura 1).

Considerando la estratificación usada por IMARPE para los estudios y evaluación poblacional del recurso merluza, el área se ha dividido en tres estratos de profundidad: Estrato I (<50 bz), Estrato II (entre 50 y 100 bz) y Estrato III (>100 bz). Estratificación que será incluida como variable explicativa dentro del proceso de estandarización de la tasa de captura en este estudio.



Figura 1: Ubicación geográfica del área de estudio: Plataforma y borde superior del talud continental entre los 3°24'S y los 07°00'S, delimitado en 3 estratos de profundidad (EI, EII y EIII)



#### 4.2. ORIGEN Y TRATAMIENTO DE LOS DATOS:

Los datos utilizados en este estudio proceden de la información obtenida por el programa de Técnicos Científicos de Investigación (TCI) del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), recopilada en todas las operaciones de pesca de merluza realizadas por la flota industrial de arrastre que operó frente a la costa norte del Perú, en el marco de los Regímenes Provisionales de Pesca (RPP) anuales autorizados por el Ministerio de la Producción entre 2004 y 2014.

Todos los datos obtenidos por los TCI, en cada operación de pesca, fueron reportados en formularios estándar preestablecidos y procesados en el área de monitoreo de la pesquería de merluza del Laboratorio Costero de Paita – IMARPE (Anexos 2 y 3), conteniendo la siguiente información:

a. De la Embarcación:

Nombre de la Embarcación, matrícula y armador

Nombre del Patrón

b. Del viaje de pesca:

Régimen Provisional, Pesca Exploratoria, Operación Merluza, etc.

Muelle/Bahía y hora de Zarpe

Muelle/Bahía y hora de Arribo

c. Del lance de pesca:

Arte de pesca (tipo, tamaño de malla)

Fecha (dd/mm/aaaa)

Hora de inicio de arrastre efectivo (hh:mm - 24 h)

Posición geográfica del inicio del arrastre efectivo (Latitud, Longitud)

Profundidad (bz) del inicio del arrastre efectivo

Hora de fin de arrastre efectivo (hh:mm - 24 h)

Posición geográfica del fin del arrastre efectivo (Latitud, Longitud)

Profundidad (bz) del fin del arrastre efectivo

Longitud del cable (bz)

Rumbo (°)

- d. De la captura:
- Composición por especies de la captura (Kg)
  - Captura total de merluza (Kg)
  - Estructura por tallas por sexo de merluza (n)
  - Estructura por tallas de otras especies (n)
- e. Del desembarque:
- Puerto, fecha y hora de desembarque
  - Desembarque total de merluza (t)
  - Desembarque total otros recursos (t)
  - Destino del desembarque (Planta, mercado, etc.)
- f. Del observador y otros:
- Nombre e identificación del Observador a Bordo
  - Observaciones adicionales (rupturas de red, fallas mecánicas, eventos climáticos anómalos, etc.)

Para los fines de este estudio, la información extraída de los formularios fue sometida a procesos de validación, edición, construcción de bases de datos, revisión de las bases de datos, creación de variables categóricas, tabulación y análisis:

- *Validación:* Proceso de explorar la certeza y correcto llenado de los datos suministrados en los formularios reportados por los Técnicos Científicos de Investigación (TCI). Se confirma que todos los casilleros hayan sido rellenados, que las unidades sean las correctas y que no haya ausencia de información.
- *Edición:* Revisión de la calidad de la información, detectando inconsistencias o incongruencias en los datos, ausencia de información y la correspondencia entre el dato reportado y la naturaleza de la variable. En la validación y edición se pretende calificar los datos y detectar errores provenientes del TCI, que pudieran tener su origen en la toma de información a bordo, en la transcripción de los datos a los formularios y otros. Esta acción permitió corregir o complementar oportunamente la información, recurriendo a las fuentes directas (TCIs o investigadores del Laboratorio Costero de Paita – IMARPE) y/o libretas de apuntes (bitácoras). Ante la duda de la procedencia de algunos datos, fue

necesario comparar los datos con los obtenidos por otras unidades de pesca que faenaron en los mismos caladeros al mismo tiempo. Los formularios ya revisados fueron ordenados, codificados y almacenados.

- *Construcción de base de datos digital:* Proceso de ordenar y traspasar la data disponible desde los formularios físicos a un repositorio digital debidamente organizado y adecuado, de manera que faciliten su tratamiento y análisis. Para este estudio se crearon hojas de cálculo de EXCEL con formato de base de datos, cuyas columnas representan las variables y las filas los casos (lances).
- *Revisión de las bases de datos:* Proceso destinado a examinar la consistencia de los datos ordenados en las bases respectivas, confirmar el tipo de dato (número, categoría, código, etc.), unidades de medida (m, kg, t, grados, hora, etc.), detectar ausencia de datos, errores en transcripción, etc. Realizar submuestreos al interior de las bases para constatar el correcto ordenamiento de los datos. Se utilizaron rutinas de EXCEL para este fin, entre ellas: filtros, validaciones, formulas lógicas, etc. Los datos inconsistentes fueron detectados para evaluar la pertinencia de incluirlos en los análisis respectivos. En este proceso se pretende ubicar y corregir errores surgidos durante la digitalización de información y la compatibilidad de los mismos con los formatos propios del software (comas, puntos, etc.). Este fue el último proceso para detectar errores o inconsistencias en los datos en cada una de sus bases.
- *Creación de Variables Categóricas:* Dentro de las base de datos se crearon nuevas columnas (variables) con símbolos, códigos o números que sirvan para agrupar datos en categorías con características comunes (por ejemplo: estrato, tipo de flota, sector, etc.), que ayuden al tratamiento y análisis de la información. La categorización debe ser apropiada, exhaustiva, mutuamente exclusiva y coherente con los objetivos del estudio. Asimismo, se crearon variables compuestas que combinan y/o transforman las variables iniciales para obtener valores biológicos y/o pesqueros de interés (por ejemplo: tiempo de arrastre efectivo, CPUE, frecuencias ponderadas, etc.).
- *Tabulación y análisis gráfico:* Haciendo uso de las herramientas de EXCEL o algún software de análisis estadístico se crearon tablas de una sola vía, tablas dinámicas, tablas de contingencia y gráficos, útiles para realizar el análisis exploratorio de los datos, obteniendo resúmenes de las variables y sus

respectivos estadísticos descriptivos. Durante este proceso fue posible detectar la presencia de datos que, no obstante estar correctamente reportados y digitalizados, no guardan congruencia con las tendencias generales de las variables analizadas.

Como resultado de este proceso se obtuvieron tres bases de datos debidamente ordenadas y validadas, en formato digital compatible con software de tratamiento estadístico, geográfico u otros, las que han sido denominadas:

- *Bitácora*: base de datos conteniendo información de las variables operativas y descriptivas de cada lance de pesca y la respectiva captura de merluza (t).

Para el uso de estos datos en los procesos posteriores fue necesaria una depuración, separando de la base de datos aquellas operaciones de pesca (filas) que inserten elementos generadores de sesgos en las estimaciones del esfuerzo pesquero y la CPUE.

Así, de la base “raíz”, inicialmente constituida por 94.477 lances (filas), se depuraron 2.021 filas correspondientes a lances de pesca realizados durante la ejecución de Operaciones Merluza y/o Pesca Exploratorias (lances dirigidos con fines científicos); 359 lances en los que se reportaron problemas durante la operación de pesca (trabas, ruptura de red, cruce de puertas, etc.); 7 lances realizados por dos embarcaciones que no reportaron más actividad pesquera en todo el periodo de estudio y 2.509 lances sin captura de merluza.

La data final quedó conformada por 89.581 lances de pesca (filas), la que fue posteriormente utilizada para los análisis de las variaciones de la tasa de captura y su estandarización.

- *Composición Por Especies*: Base de datos conteniendo datos del peso (kg) de todas las especies capturadas en cada operación de pesca. La información de esta base permitió analizar la captura total de merluza y de la fauna asociada por lance.
- *Tallas*: Base de datos conteniendo información de la estructura por tallas de merluza, resultado de las mediciones realizadas a bordo de la flota industrial por los TCI de IMARPE en cada lance de pesca. El tratamiento de esta base permitió

analizar las variaciones espaciales y temporales de la talla media de la merluza capturada por la flota industrial arrastrera en el período de estudio.

#### **4.3. IDENTIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE PESCA:**

A partir del análisis de la información contenida en las bases de datos confeccionadas con los procedimientos explicados en el ítem anterior, se establecieron los límites latitudinales y batimétricos del área marítima sobre la que operó la flota industrial de arrastre de fondo entre 2004 y 2014.

Asimismo, considerando las características ecológicas y pesqueras del área total en la que operó la flota, así como el análisis de la distribución latitudinal de la frecuencia de lances de la flota, se estableció una zonificación preliminar del área total de pesca, dividiéndola en sectores con características pesqueras y ecológicas homogéneas dentro de cada sector y heterogéneas entre sí.



#### **4.4. CARACTERIZACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DE LA FLOTA:**

Con la finalidad de conocer el tamaño total y las características de la flota de arrastre de fondo que operó en la pesca de merluza entre 2004 y 2014 se extrajo de las bases de datos (ítem 4.2) un listado de las embarcaciones que registraron operaciones de pesca dirigidas a la merluza peruana en este periodo.

A cada una de las embarcaciones que conformaron el listado de la flota se le asignaron sus medidas (variables estructurales) de: Eslora, Manga, Puntal, Capacidad de Bodega (CB) y Potencia de Motor (HP). Información obtenida de página web del Ministerio de la Producción y de los datos existentes en el Instituto del Mar del Perú. Esta información fue ordenada en una hoja de cálculo, en formato de base de datos, cuyas columnas representaron las características (variables) y las filas a las embarcaciones (casos), compatible con software de tratamiento

estadístico. Adicionalmente, a cada embarcación se le incorporó el valor promedio de captura por unidad de esfuerzo (t/h) obtenido entre 2004 y 2014.

Con el objetivo de medir el grado de asociación lineal entre las variables estructurales y la CPUE promedio de cada embarcación, se realizó un análisis de correlación de Pearson (R) siguiendo la rutina sugerida por Castañeda et al. (2010). Los resultados fueron representados en una tabla y un gráfico de dispersión múltiple.

Por otro lado, con el fin de agrupar las embarcaciones que componen la flota de acuerdo a sus características estructurales y el valor medio de la cpue, se aplicó un análisis de conglomerados Cluster. El Análisis Cluster es una técnica multivariante cuyo principal propósito es agrupar objetos basándose en las características que poseen, de tal forma que cada objeto es muy parecido a los que hay en el conglomerado con respecto a algún criterio de selección predeterminado, los conglomerados resultantes deberán mostrar un alto grado de homogeneidad interna dentro del conglomerado y un alto grado de heterogeneidad entre conglomerados (Pedroza y Dicovskyi, 2007).

Se realizó el análisis Cluster jerárquico (Hierarchical Cluster) con vinculación promedio (Linkage Average), utilizando la distancia euclídea como criterio de aglomeración, tal que cada grupo formado sea homogéneo respecto de ciertas características y diferentes a otros grupos respecto a las mismas características. Se seleccionaron las variables eslora, manga, puntal, capacidad de bodega (TM), potencia de motor (HP) y la CPUE (t/h) media multianual 2004-2014 como datos de entrada. El proceso se realizó en el software SPSS, siguiendo los criterios sugeridos por Pedroza y Dicovskyi, 2007.

Los estadísticos descriptivos de cada uno de los grupos o conglomerados resultantes fueron analizados a fin de validar y aceptar el proceso. Se realizaron diagramas de caja (boxplots) para evidenciar la heterogeneidad entre los grupos.

Los conglomerados resultantes fueron tratados como *tipos de flota*, considerados como criterio discriminante en los demás procesos de este estudio.

#### **4.5. DESCRIPCIÓN Y ANALISIS DE CAPTURA Y ESFUERZO PESQUERO:**

##### **CAPTURA:**

A partir de la información contenida en las bases de datos tratadas en el ítem 4.2, se calculó y analizó la captura anual de merluza (t) de la flota industrial de arrastre de fondo entre 2004 y 2014 y sus tendencias. Además, se describieron y analizaron las variaciones anuales de las capturas discriminadas por estratos, sectores y tipos de flota.

Adicionalmente, se revisó la variación latitudinal de la captura total de merluza, a una escala de 10 mn de norte a sur, a fin de determinar diferencias significativas entre los niveles de captura de los sectores o zonas de pesca resultantes del proceso descrito en el ítem 4.1.

Asimismo, se estimó, describió y analizó la variación mensual y anual de las talla media (cm) de merluza procedente de las capturas de la flota industrial entre 2004 y 2014, discriminada por tipo de flota y sector, identificando tendencias espaciales y temporales.

##### **ESFUERZO PESQUERO:**

El esfuerzo pesquero, entendido como el conjunto de medios utilizados por una unidad de pesca, aplicados sobre un recurso pesquero determinado, durante un periodo de tiempo definido (Cubillos, 2005), es analizado considerando las siguientes variables:

- *Viaje de pesca*, considerado así al conjunto de actividades que realiza una unidad de pesca (embarcación arrastrera de fondo), entre un zarpe y un arribo; consistente en el recorrido entre el puerto de origen, búsqueda de la zona de pesca, los lances de pesca, el recorrido hacia el puerto de desembarque y el

término de la faena que se define como el arribo al puerto de destino en el que se inicia el desembarque de la captura obtenida.

- *Lance de pesca*, incluye todas las actividades realizadas por la unidad de pesca, desde el momento que ha identificado el caladero o zona de pesca e inicia la operación destinada a la captura del recurso, incluye el lanzamiento del arte de pesca (desplazamiento de cables, puertas y red de arrastre desde la cubierta de la embarcación hacia el fondo), tiempo de arrastre efectivo, recojo del arte de pesca (izamiento de cables, puertas y red de arrastre, desde el fondo hacia cubierta del barco). Esta operación culmina cuando todo el arte, incluida la captura (de haberla) se posiciona sobre la cubierta de la unidad de pesca.
- *Arrastre efectivo*, unidad de esfuerzo pesquero en el que se incluyen las actividades que realiza la unidad de pesca para la captura efectiva del recurso, su inicio se considera desde el momento en el que todo el arte (puertas y red de arrastre) han tocado el fondo y la red está debidamente posicionada, el tiempo en el que la red está desplazándose sobre el fondo capturando el recurso y finaliza cuando el patrón de pesca inicia el proceso de izamiento del arte. El tiempo transcurrido en esta unidad de esfuerzo, expresado en horas, fue analizado como **Tiempo de Arrastre Efectivo (TAE)** y como la principal unidad de esfuerzo pesquero sobre el que se hicieron los cálculos de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) o Tasa de Captura, en este estudio.

Para efectos de los análisis, en la base de datos denominada bitácoras (ítem 4.2) se creó una variable compuesta (nueva columna) denominada **TAE**, resultado de la diferencia entre la hora del fin del arrastre efectivo ( $H_f$ ) y la hora del inicio de arrastre efectivo ( $H_i$ ), en cada lance de pesca  $i$ , de acuerdo a la siguiente expresión:

$$TAE_i = H_f - H_i$$

En adelante, el esfuerzo pesquero será expresado como horas (h), que se interpretará como tiempo de arrastre efectivo (TAE).

A través de tablas, gráficas y análisis estadísticos exploratorios se revisó la variación espacial (latitudinal y batimétrica) y temporal (mensual, estacional o anual) de esta variable, por tipo de flota.



#### 4.6. ESTANDARIZACIÓN DE LA TASA DE CAPTURA (CPUE):

Los datos de captura de merluza ( $t$ ) y esfuerzo pesquero ( $h$  = Tiempo de arrastre efectivo – TAE) contenidos en las bases de datos previamente tratadas, fueron combinados para conformar la variable compuesta denominada  $CPUE_i$  (t/h) por lance de pesca, resultado del cociente entre la captura total de merluza en el lance  $i$  ( $C_i$ ) y el esfuerzo desplegado en el mismo lance ( $E_i$ ).

$$CPUE_i = \frac{C_i}{E_i}$$

A través de rutinas estadísticas se hizo un análisis exploratorio de la variable  $CPUE$  y se construyeron histogramas de frecuencia y diagramas de caja.

Se espera que las gráficas de histogramas de frecuencia y diagramas de caja, evidencien una fuerte asimetría en su distribución y una importante presencia de datos atípicos, que corresponden a valores anormalmente altos de  $cpue$ . Esta característica crearía dificultades para suponer alguna distribución de probabilidad conocida, además que los datos extremos pudieran influir en la estimación de coeficientes. Por esta razón, se realizó una transformación a la variable  $CPUE$  que corrija estas desviaciones y aproxime la distribución de los datos a una Normal.

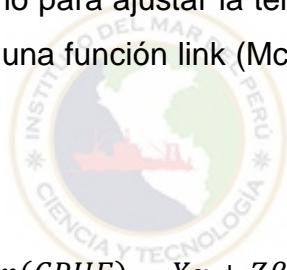
A la variable  $cpue$  se le aplicó una transformación logarítmica (la más frecuentemente usada en estos casos), creando una variable numérica denominada  $\ln(cpue)$ . Dado que la base de datos usada en este análisis no consideró valores de cero, no fue necesario añadir alguna constante a la variable  $cpue$  antes de realizar la transformación logarítmica. Una vez transformados los datos se graficó nuevamente la distribución de estos, tanto en histogramas como en diagramas de caja, para confirmar la distribución normal de los datos transformados.

Con la finalidad de comprobar si la distribución de la nueva variable (logaritmo de la  $CPUE$  ( $\ln cpue$ )) sigue una distribución Normal, se aplicó el test no paramétrico de Kolmororov- Smirnov para una muestra, test válido para variables continuas, que

compara la función de distribución teórica de la muestra (en este caso se supone que la variable *Incpue* es Normal) con la función de distribución empírica, que se construye a partir de la muestra. La función de distribución empírica es el estimador de máxima verosimilitud no paramétrico de la distribución teórica. En este test la hipótesis nula ( $H_0$ ) define que la muestra proviene de un modelo de distribución continuo  $F(x)$ , en este caso, una distribución Normal (Soto, 2003).

Una vez analizada la distribución de los datos de CPUE y aplicado el test de normalidad respectivo, se identificaron las variables disponibles que podrían influir sobre la variación de la tasa de captura de merluza. Se buscaron relaciones entre estas, a través de gráficos descriptivos, que ayudaron a decidir el modelo estadístico más adecuado para explicar la variabilidad de la CPUE.

Se realizó la estandarización de la tasa de captura (CPUE), asumiendo que el error de la variable dependiente sigue una distribución Gaussiana. Se usó un Modelo Lineal Generalizado Gaussiano para ajustar la tendencia de la tasa de captura de merluza, con identidad como una función link (McCullag and Nelder, 1989), con la siguiente formulación:



$$\text{Ln}(CPUE) = X\alpha + Z\beta + \varepsilon$$

Donde CPUE es el vector de observaciones,  $X$  es la matriz de los factores principales,  $\alpha$  es el vector de los parámetros de los factores principales,  $Z$  es la matriz de las interacciones,  $\beta$  es el vector de los parámetros de las interacciones y  $\varepsilon$  es el vector de los errores independientes idénticamente distribuidos (Soto, 2003).

Las variables explicativas seleccionadas para este estudio fueron: año ( $a$ ), mes ( $m$ ), flota ( $f$ ), sector ( $s$ ), estrato ( $e$ ) y el Índice de Oscilación El Niño ( $ONI$  por sus siglas en inglés). Además se incluyeron interacciones de primer orden entre los factores.

En la metodología de los GLM no es necesario transformar los datos de las variables explicativas, porque el proceso de ajuste utiliza los métodos de máxima

verosimilitud para la elección de la componente aleatoria (que identifica la variable respuesta) y porque la variable respuesta puede seguir cualquier de las distribuciones que pertenezcan a la familia exponencial. Además en el GLM la elección de la función link se hace por separado de la elección de la componente aleatoria. Si la función link produce efectos aditivos (es decir, si esa función link produce un modelo lineal), no es necesario estabilizar la varianza o asegurar la normalidad de la respuesta (Soto, 2003).

Los GLM para diferentes combinaciones de variables explicativas y sus interacciones se construyeron usando el software S-Plus 2000, teniendo como referencia la rutina seguida por Soto (2003).

Se construyó una tabla de desviaciones con el fin de mostrar el porcentaje de desviación explicada por cada factor. La diferencia en la desviación entre dos factores consecutivos siguen una distribución chi cuadrado ( $X^2$ ) con los grados de libertad ( $df$ ) igual al número de parámetros adicionales estimados menos 1 (McCullag and Nelder, 1989). Un valor p-value basado en el test estadístico de  $X^2$  fue usado para evaluar la significancia de cada factor en el modelo. La desviación total explicada podría ser interpretada solo como un indicador de la bondad de ajuste entre los datos observados y el modelo asumido. El impacto de cada variable explicativa es resumido por el porcentaje de la desviación explicada. La selección final de los factores explicativos fue condicional al porcentaje relativo de la desviación explicada por la adición del factor. Los índices de abundancia anual fueron obtenidos de las medias ajustadas del factor año, ajustados por los factores estadísticamente significativos del GLM (Costas y Punzón, 2006).

La selección final del modelo GLM fue el producto de una sucesión de ensayos mediante la incorporación y exclusión de variables explicativas y sus interacciones, además del diagnóstico gráfico realizado para contrastar a posteriori la hipótesis nula del modelo mediante la representación de los residuos frente a los valores ajustados y valores predichos. Procurando conseguir la mayor bondad de ajuste de los valores de CPUE estimados por el modelo y los valores observados, evitando la sobreparametrización o sobreajuste del modelo.

#### **4.7. VARIACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA ABUNDANCIA RELATIVA:**

Las variaciones temporales y espaciales de Las tasas de captura (CPUE) estimadas por el modelo fueron analizadas como indicadores de abundancia relativa de merluza.

Con la finalidad de determinar patrones de distribución espacial de merluza, se graficó, analizó e interpretó la variación de la tasa de captura estandarizada en relación a la gradiente latitudinal y batimétrica

Asimismo, se analizó la relación entre la variación anual de la tasa de captura en relación a las oscilaciones anuales de algunos indicadores biológicos (talla media y peso medio por individuo de la captura) y pesqueros (captura, esfuerzo), estableciendo relaciones y tendencias.

Se graficaron, analizaron e interpretaron las fluctuaciones mensuales de la tasas de captura y su relación con la variable ambiental, con el fin de determinar la correlación entre el indicador ambiental (ONI) y las variaciones espaciales y temporales de la abundancia relativa de merluza en el periodo estudiado.

A través de diagramas Hovmöller se representaron las variaciones latitudinales y temporales de la distribución y abundancia de merluza, así como de la talla media (cm) de merluza por lance de pesca, entre 2004 y 2014.

Finalmente, los datos de la densidad media de merluza obtenidos en los cruceros de evaluación de merluza a bordo de buques científicos (independientes de la pesquería), fueron confrontados con los valores medios de abundancia estimados en este estudio (dependientes de la pesquería) a fin de determinar compatibilidad en sus tendencias.

## 5. RESULTADOS:

### 5.1. IDENTIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE PESCA:

La flota industrial arrastrera que operó en el mar peruano entre 2004 y 2014, cuyo recurso objetivo fue la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*), realizó faenas de pesca entre los 03°24'LS y los 07°00'LS, en profundidades que oscilaron entre 30 m (~16 bz) y 456 m (~246 bz) (Figura 2).

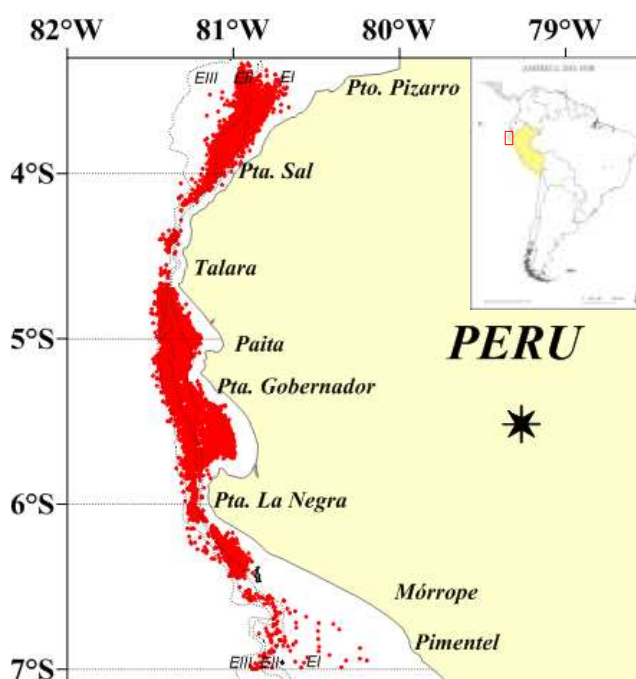


Figura 2: Distribución geográfica de los lances de pesca de la flota industrial de arrastre que operó frente a la costa norte de Perú entre 2004 y 2014. Cada punto rojo representa un lance de pesca.

El principal centro de operaciones (zarpe, arribo y desembarque) de esta flota fue el Puerto de Paíta – Región Piura (05°05'LS), registrando el 92 % de los arribos. El 8 % restante correspondió a desembarques realizados en otros puertos, como Máncora (norte de la Región Piura) y Acapulco (Región Tumbes), procedentes de operaciones de pesca realizadas en los caladeros ubicados al norte de los 04°30'LS, y en menor proporción en el puerto de Bayovar (sur de la Región Piura), mayormente procedentes de operaciones de pesca realizadas al sur de los 6°S.

La distribución latitudinal del número de lances realizados por la flota (Figura 3), entre 2004 y 2014, permitió identificar *a priori* tres “sectores” distinguibles, dentro de las cuales se encuentran zonas de alta frecuencia que se reconocen como caladeros o zonas de pesca de mayor uso, separados el uno del otro por zonas de baja o nula frecuencia:

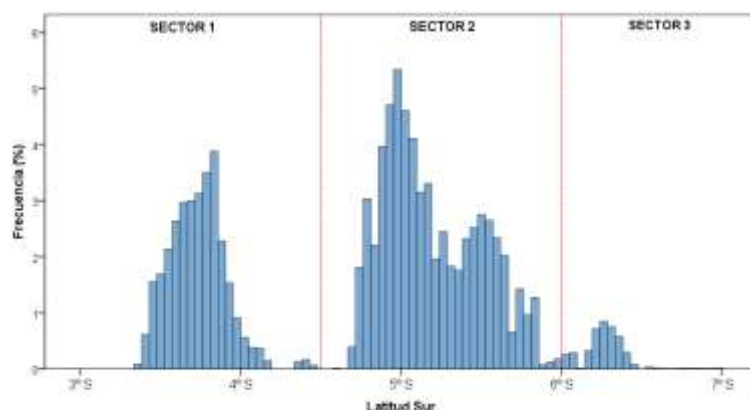


Figura 3: Variación Latitudinal de la frecuencia de uso (lances ejecutados) de la flota industrial arrastrera entre 2004 y 2014 frente a la costa norte de Perú. Las líneas punteadas demarcan los tres sectores identificados.

- *Sector 1* (S1): Caladeros ubicados al norte de los 04°30'LS, caracterizado por presencia de fauna bentodemersal propia de aguas tropicales y ecuatoriales. Concentró el 32 % del total de faenas de pesca de la flota. El límite norte lo establece la frontera marítima con Ecuador y el límite sur es el estrechamiento de la plataforma continental entre Cabo Blanco y Pariñas.
- *Sector 2* (S2): Caladeros ubicados entre los 04°30'LS y los 06°00'LS, distinguido por ser el área de mayor actividad de la flota por su cercanía al Puerto de Paita. En este sector se realizaron el 61 % de las faenas de pesca. Sus límites naturales los definen las zonas de estrechamiento de Punta Pariñas en el norte y de Punta Aguja al sur.
- *Sector 3* (S3): Caladeros ubicados al sur de los 06°00'LS, con poca asistencia de la flota, caracterizado por fauna bentodemersal relacionada a aguas frías propias del Gran Ecosistema Marino de la Corriente de Humboldt (GEMCH). Solo el 7 % de la actividad de la flota se desarrolló en este sector.

En los sucesivos análisis de este estudio se emplearon estos tres sectores (S) para distinguir las zonas de pesca de la flota industrial dedicada a la pesca de merluza.

## 5.2. CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA FLOTA:

### Tamaño y clasificación de la flota:

La flota industrial equipada con redes de arrastre de fondo que operó frente a la costa norte del Perú entre el año 2004 y 2014 estuvo conformada por 54 embarcaciones, cuyas variables estructurales (eslora, manga, puntal, capacidad de bodega y potencia de motor), así como la captura por unidad de esfuerzo media multianual (CPUE) se muestran en el Anexo 1.

Del análisis de correlación de Pearson practicado sobre estas variables estructurales entre sí, se determinó la existencia de una fuerte asociación entre ellas ( $p < 0,05$ ) y la correlación lineal positiva de estas variables con la CPUE media multianual. La variable HP (potencia de motor) es la que mejor se relaciona con la CPUE ( $r = 0,718$ ;  $p < 0,05$ ) (Tabla 1, Figura 4). Resultado que establece la relación directamente proporcional del tamaño de la embarcación con su tasa de captura; vale decir, ante un mismo cardumen de merluza, mientras más grande la embarcación mayor es la probabilidad de obtener mayor captura por cada unidad de esfuerzo desplegada.

Tabla 1: Tabla de correlaciones de Pearson entre las variables estructurales y la CPUE de la flota industrial de arrastre que operó frente a la costa peruana entre 2004 y 2014. Nivel de significancia 95 %.

		CB	Eslora	Manga	Puntal	HP	CPUE
<b>CB</b>	Correlación de Pearson	1	,772**	,675**	,660**	,691**	,654**
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	,000	,000
	N	54	54	54	54	54	54
<b>Eslora</b>	Correlación de Pearson	,772**	1	,904**	,820**	,782**	,681**
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,000	,000	,000
	N	54	54	54	54	54	54
<b>Manga</b>	Correlación de Pearson	,675**	,904**	1	,802**	,735**	,685**
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,000	,000	,000
	N	54	54	54	54	54	54
<b>Puntal</b>	Correlación de Pearson	,660**	,820**	,802**	1	,704**	,603**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000		,000	,000
	N	54	54	54	54	54	54
<b>HP</b>	Correlación de Pearson	,691**	,782**	,735**	,704**	1	,718**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000		,000
	N	54	54	54	54	54	54
<b>CPUE</b>	Correlación de Pearson	,654**	,681**	,685**	,603**	,718**	1
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,000	
	N	54	54	54	54	54	54

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

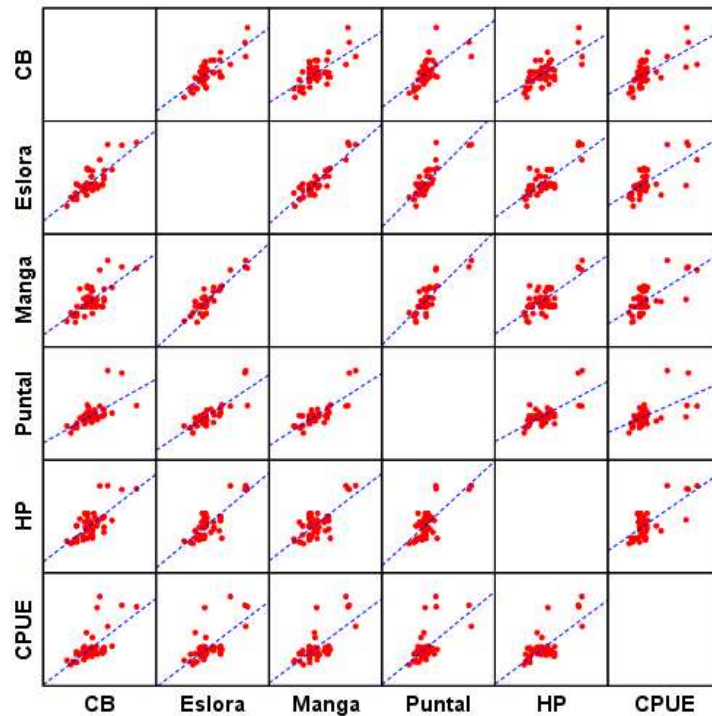


Figura 4: Diagrama de dispersión múltiple mostrando líneas de tendencia (línea punteada) entre variables estructurales y CPUE media de la flota industrial de arrastre de fondo que operó frente a la costa norte de Perú. 2004 a 2014.

El análisis clúster, aplicado a las variables estructurales de la flota y su CPUE media multianual, identificó tres (03) conglomerados o tipos de flota, cada uno de ellos integrado por embarcaciones con características similares entre sí (alta homogeneidad interna) y diferentes a embarcaciones de los otros conglomerados (alta heterogeneidad externa). De tal manera que, con un nivel de significancia del 95 %, la flota industrial arrastrera se puede clasificar en tres tipos:

- *Flota 1 (F1)*: compuesta por 16 embarcaciones con capacidad de bodega (CB) media de 69,87 TM, longitud de eslora media de 18,33 m, Potencia de motor promedio de 217,08 HP y CPUE promedio multianual de 1,14 t/h (Tabla 2).
- *Flota 2 (F2)*: conformada por 34 unidades de pesca con capacidad de bodega media de 101,23 TM, longitud de eslora media de 20,81 m, potencia de motor promedio 422,26 HP y 1,74 t/h de CPUE (Tabla 2).
- *Flota 3 (F3)*: integrada por 4 barcos con capacidad de bodega media de 178,47 TM, longitud de eslora media 31,84 m, potencia de motor promedio de 866,36 HP y rendimiento medio de 5,33 t/h (Tabla 2).



El dendrograma resultante del análisis clúster se presenta en la Figura 5, y los estadísticos descriptivos de cada flota resultante se resumen en la Tabla 1.

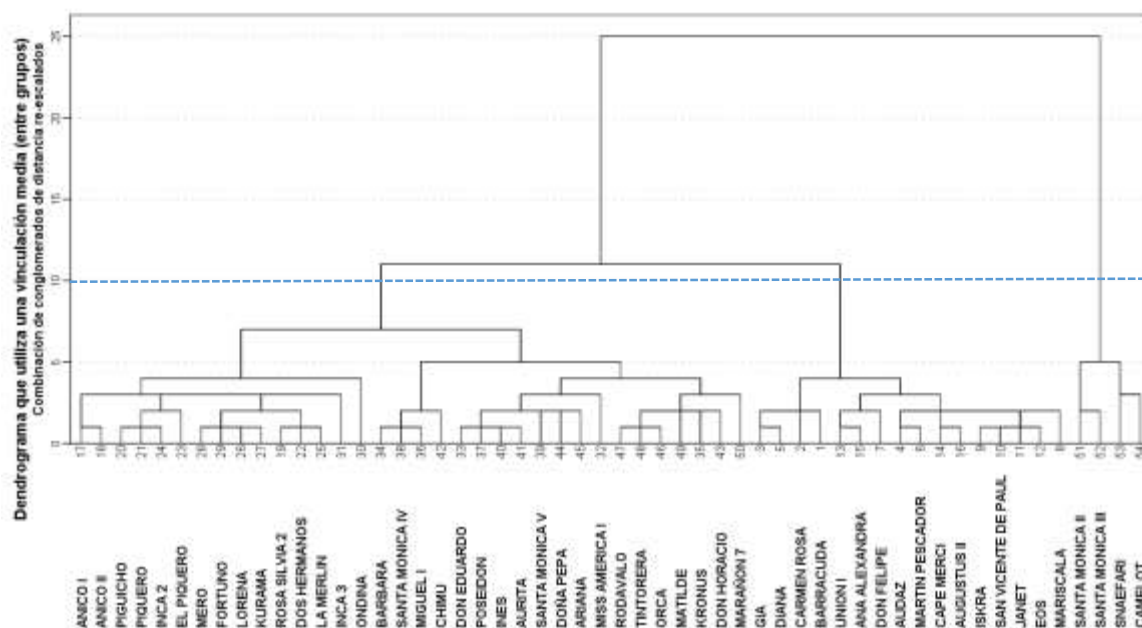


Figura 5: Dendrograma resultante del análisis clúster realizado a las variables estructurales de la flota industrial arrastrera. Se identificaron tres conglomerados (tipos de flota F1, F2 y F3).

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de las variables estructurales por Tipo de Flota (F1, F2 y F3) industrial de arrastre de fondo que operó frente a la costa norte de Perú entre 2004 y 2014.

Variable	Estadístico	Tipo de Flota			Variable	Estadístico	Tipo de Flota		
		1	2	3			1	2	3
<b>Embarcaciones</b>	Número	16	34	4	<b>Embarcaciones</b>	Número	16	34	4
<b>Eslora</b>	Media	18,33	20,81	31,84	<b>Capacidad de Bodega</b>	Media	69,87	101,23	178,47
	Mediana	18,59	20,16	32,85		Mediana	73,96	99,38	173,01
	Desv. típ.	2,65	2,15	2,51		Desv. típ.	25,33	26,04	51,27
	Mínimo	13,50	17,00	28,11		Mínimo	21,65	51,98	125,83
<b>Manga</b>	Máximo	25,45	25,08	33,56	Máximo	102,78	164,34	242,02	
	Media	5,37	5,86	8,03	<b>Potencia de Motor (HP)</b>	Media	217,08	422,26	866,36
	Mediana	5,49	5,81	7,96		Mediana	220,22	428,90	867,72
	Desv. típ.	0,56	0,51	0,26		Desv. típ.	31,91	69,85	25,21
Mínimo	4,50	4,85	7,80	Mínimo		155,88	300,00	840,00	
<b>Puntal</b>	Máximo	6,80	6,71	8,40	Máximo	268,00	540,00	890,00	
	Media	2,67	3,00	5,12	<b>CPUE (t/h)</b>	Media	1,14	1,74	5,33
	Mediana	2,74	3,04	5,08		Mediana	1,12	1,50	5,57
	Desv. típ.	0,49	0,32	1,50		Desv. típ.	0,49	0,78	1,11
Mínimo	1,77	2,32	3,80	Mínimo		0,37	1,14	3,77	
	Máximo	3,90	3,68	6,50	Máximo	1,86	5,42	6,41	

La representación gráfica, en diagramas de caja, de las variables estructurales y la CPUE media por tipo de flota, permitió distinguir la heterogeneidad entre los tres

conglomerados (F1, F2 y F3), siendo la variable Potencia de Motor (HP) la que mejor refleja las diferencias entre uno y otro tipo de flota identificado (Figura 6).

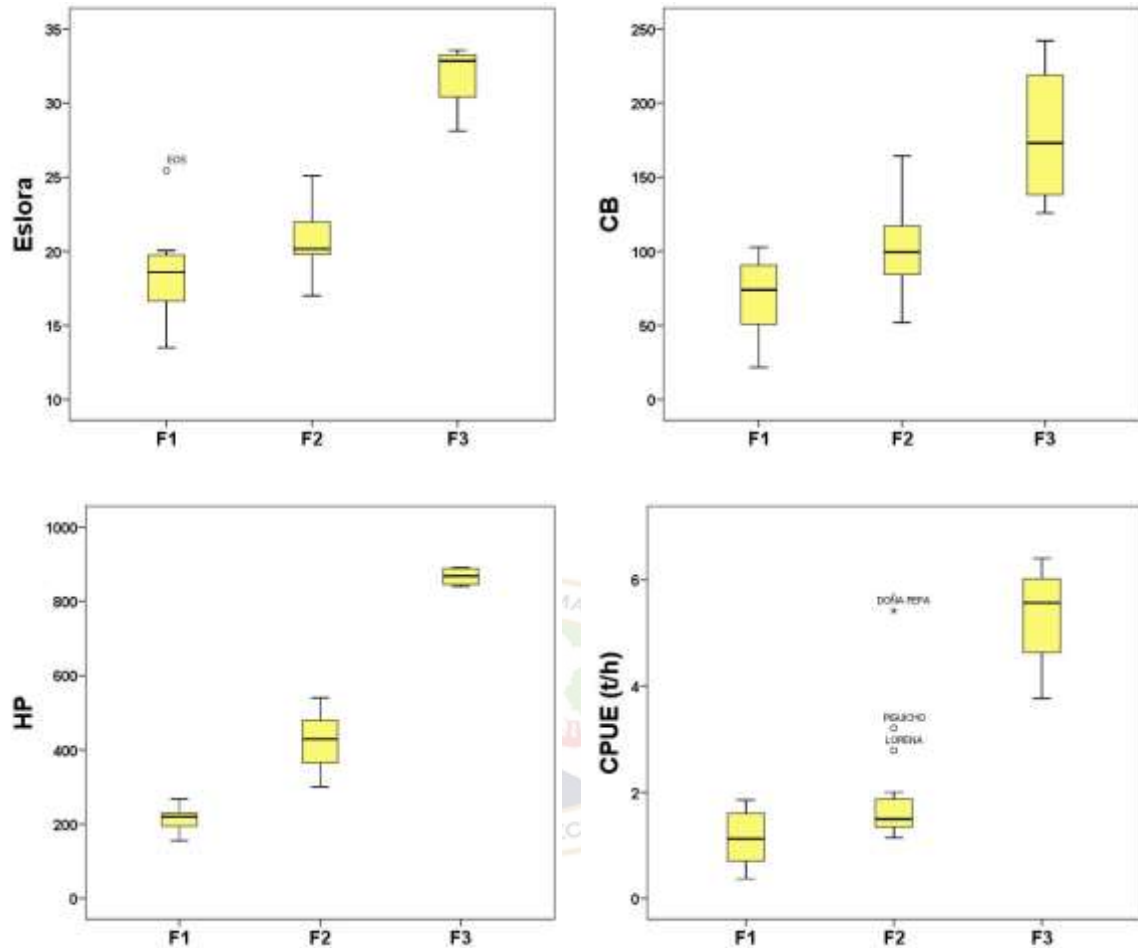


Figura 6: Diagramas de caja (boxplot) mostrando la distribución de las variables estructurales (eslora, capacidad de bodega (CB) y potencia de motor (HP)) y la CPUE media por Tipo de Flota (F1, F2 y F3) identificada.

En los posteriores análisis, esta clasificación fue utilizada para identificar a la flota arrastrera que operó en la pesquería de merluza en el norte del mar peruano entre 2004 y 2014.

### **Dinámica de la flota:**

La flota industrial de arrastre destinada a la pesca de merluza registró, entre el 2004 y 2014, un total de 22.714 viajes de pesca, sumando un total de 94.477 lances de pesca, de los cuales el 97,86 % estuvieron destinados a faenas de pesca comercial (92.456 lances) y el 2,14 % restante (2.021 lances) a Operaciones Merluza y Pescas Exploratorias.

- En el Sector 1 (Norte de los 04°30'S) se registró el 31,8 % (29.403) del total de lances comerciales, de los cuales el 17,53 % fueron realizados por la Flota F1, el 64,48 % por la Flota F2, y el 17,99 % por la Flota F3. Los lances se realizaron en profundidades entre 45 m y 454 m, con promedio en 182 m y mediana en 183 m.
- En el Sector 2 (entre 4°30'S y 06°00'S), se registró el mayor número de lances de pesca comercial, representando el 64,15 % del total (59.310 lances). El mayor despliegue en este sector lo hizo la Flota F2, representando el 61,57 % del total de lances, seguido por la Flota F3 con el 25,58 % y la Flota F1 con el 12,85 % restante. En profundidades entre 30 m y 457 m, con media en 179 m y mediana en 182 m.
- Los caladeros ubicados en el Sector 3 (Sur de los 06°00'S) fueron los menos concurridos, registrando tan solo el 4,05 % del total de lances de pesca comerciales. En este sector, el 77,48 % de lances los realizó la Flota F2, seguido por la Flota F1 con el 19,02 %, mientras que la Flota F3 solo registró el 3,50 %. Los lances se realizaron en profundidades entre 37 m y 307 m, con promedio en 132 m y mediana en 124 m.

En general, los caladeros ubicados en el Sector 2 (entre 4°30'S y 06°00'S) fueron los más concurridos, mientras que la Flota F2 fue la más activa en cuanto al número de lances ejecutados. La mayor cantidad de lances se realizaron entre 145 m y 210 m con mediana en 181 m, vale decir en la segunda mitad del estrato II y borde inferior del estrato III (Figura 7).

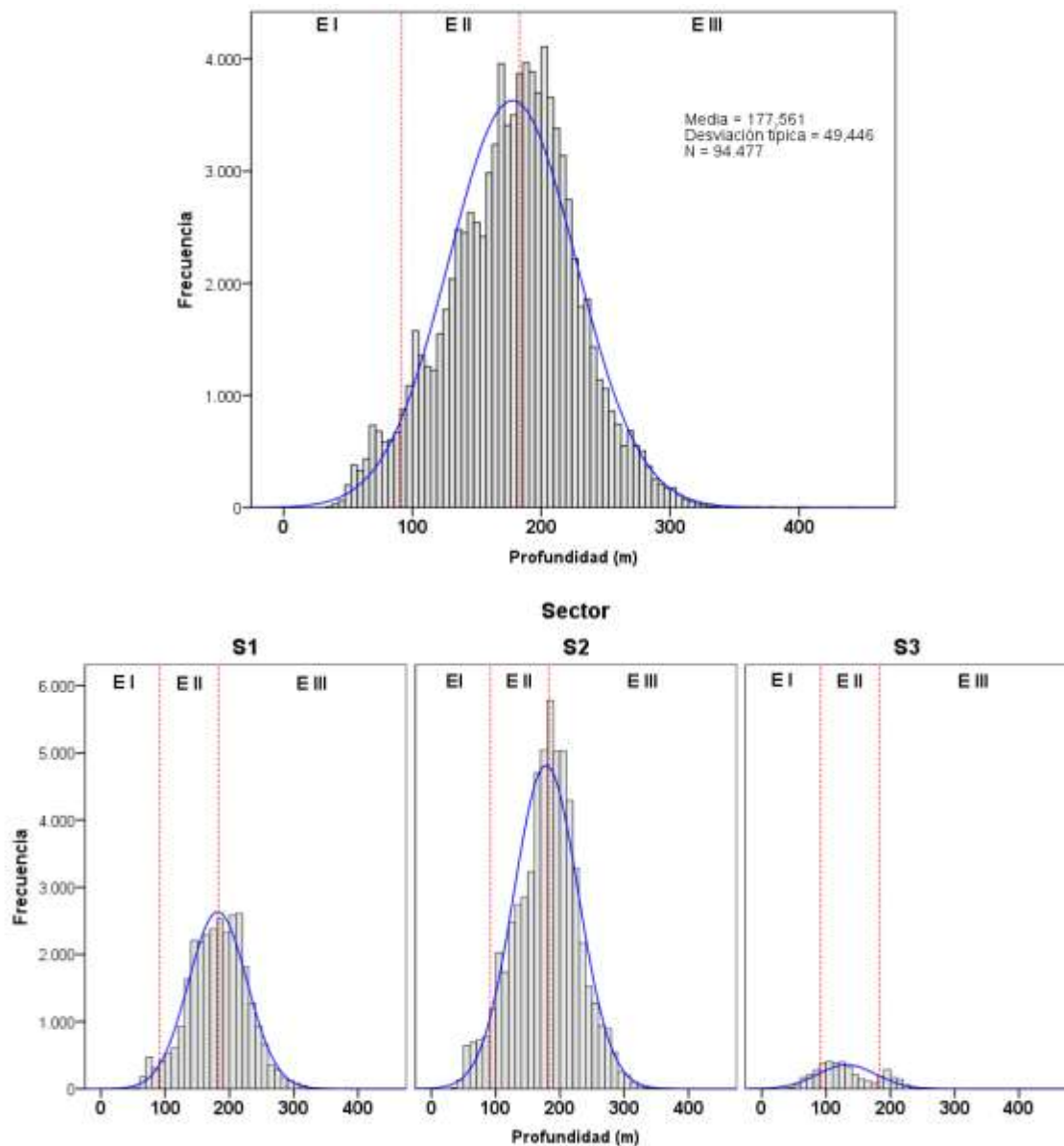


Figura 7: Distribución batimétrica (m) de los lances ejecutados por la flota industrial arrastrera entre 2004 y 2014. Global (arriba) y por Sector (abajo). Separados por estratos de profundidad (E I, E II y E III).

La Flota 1, realizó sus faenas de pesca a velocidades entre 1,50 y 4,60 nudos, con promedio de 2,66 nudos; en tanto que la Flota 2 lo hizo entre 1,40 y 4,20 nudos con promedio en 2,79 nudos y la Flota 3 entre 2,00 y 4,30 nudos con promedio de 3,23 nudos. Cabe destacar que, en el periodo analizado, mientras las Flotas 1 y 2 mantuvieron la velocidad media anual cerca a la media general, la Flota 3 mostró una tendencia descendente, disminuyendo desde 3,45 nudos en 2004 a 3,08 nudos en 2011, velocidad media que se mantuvo constante entre 2012 y 2014 (Figura 8).

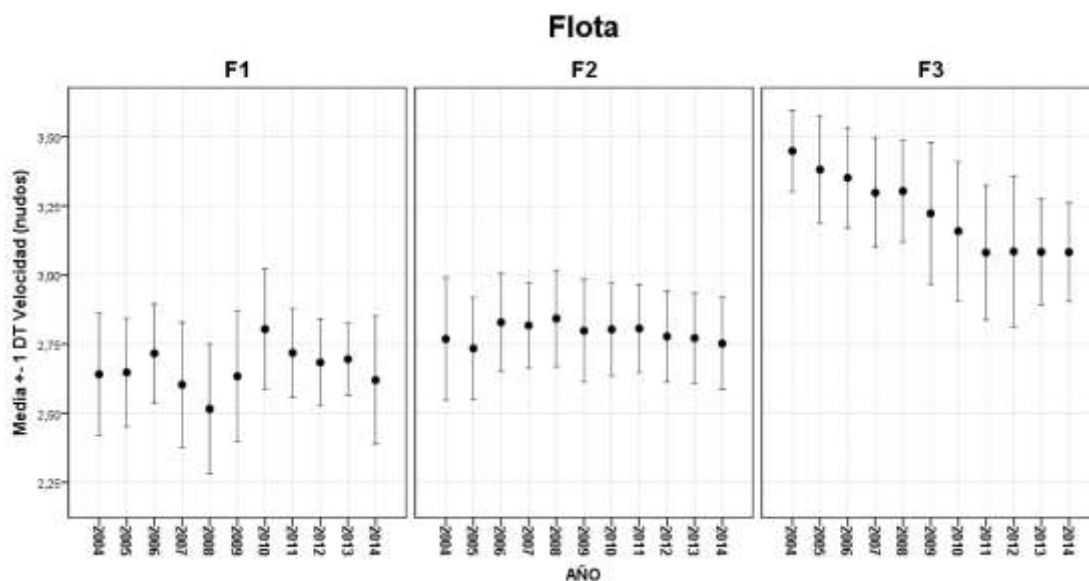
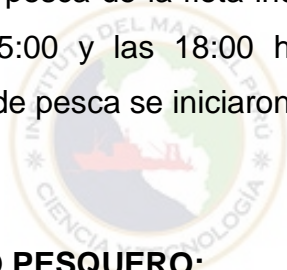


Figura 8: Variación anual de la velocidad promedio de arrastre (nudos) por tipo de flota (F1, F2 y F3) de arrastre que operó frente a la costa norte del mar peruano entre 2004 y 2014.

La mayoría de las faenas de pesca de la flota industrial (~97 %) se desarrollaron durante el día, entre las 05:00 y las 18:00 horas. La mayor proporción de operaciones de operaciones de pesca se iniciaron antes del mediodía (~70 %).



### 5.3. CAPTURA y ESFUERZO PESQUERO:

#### Captura Total:

Entre 2004 y 2014, la flota industrial arrastrera de fondo, que operó sobre la plataforma continental frente a la costa norte del Perú, registró una captura total de 340.073,35 toneladas, de los cuales el 98,75 % correspondieron a 149 especies de peces, el 0,74 % a 38 especies de crustáceos, el 0,50 % a 23 especies de moluscos y 0,01 % restante a aproximadamente 12 especies de otros taxones (cnidarios, poliquetos, taliáceos y otros).

De los peces capturados, el 96,16 % correspondió a la merluza peruana *Merluccius gayi peruanus*, especie objetivo de esta pesquería. Le siguieron en importancia, de acuerdo al volumen capturado, falso volador *Prionotus stephanophrys*, lenguado de ojo grande *Hippoglossina macrops*, bereche con barbo *Ctenosciaena peruviana*,

pez iguana *Synodus scituliceps*, bocón *Lophiodes caularis* y pescadilla con barbo *Physiculus talarae* (Tabla 3).

Dentro del grupo de crustáceos capturados destacaron jaiva paco *Platymera gaudichaudii*, jaiva colorada *Cancer porteri*, cangrejo violáceo *Platyxanthus orbigny* y camarón brujo *Squilla panamensis*. Mientras que dentro del grupo de los moluscos destacaron pota *Dosidicus gigas*, calamar común *Loligo gahi*, caracol dos puntas *Fusinus dupetithoursi*, calamar enano *Lollinguncula sp.*, pulpo *Octopus sp* y otros (Tabla 3).

Tabla 3. Captura (t) de las principales especies de peces, crustáceos y moluscos reportados en la pesquería industrial de arrastre de fondo que operó frente a la costa norte de Perú entre 2004 y 2014.

	Peces		Crustáceos		Moluscos		Otros	
1	Merluza	322.944,72	Jaiba paco	1.414,43	Pota	1.604,66	Malagua	26,29
2	Falso Volador	2.846,21	Jaiba colorada	686,09	Calamar común	68,46	Estrella de mar	4,70
3	Lenguado ojo grande	1.219,26	Cangrejo Violáceo	104,22	Caracol dos Puntas	3,92	Salpas	3,27
4	Bereche con barbo	927,68	Camarón brujo 3	99,85	Calamar enano	2,77	Pepino de mar	1,60
5	Pez Iguana	810,39	Camarón brujo 1	76,31	Pulpo	2,04	Erizo de mar	0,70
	Otros = 144 spp.	7.087,63	Otros = 33 spp.	134,70	Otros = 18 spp.	2,41	Otros = 7 spp.	1,05
	<b>TOTAL</b>	<b>335.835,89</b>		<b>2.515,60</b>		<b>1.684,26</b>		<b>37,60</b>

## Captura de Merluza

La flota industrial de arrastre de fondo, registró entre el año 2004 y 2014 una captura total de 322.944,71 t (equivalente a ~ 1.526,80 millones de individuos) del recurso merluza (*Merluccius gayi peruanus*).

Durante los años 2004 y 2006 la captura anual se mantuvo en valores menores a 22 mil toneladas; seguida por una tendencia ascendente que elevó la captura anual de merluza de 25,76 mil t en 2007 a 35,35 mil t en 2009. Entre 2010 y 2011 la captura se mantuvo alrededor de 33 mil t. En 2012 disminuyó a 24,52 mil t, mientras que en 2013 se incrementó a 34,99 mil t y en 2014 se registró la mayor captura de todo el periodo de estudio, registrando un total de 43,05 mil t (Figura 9).

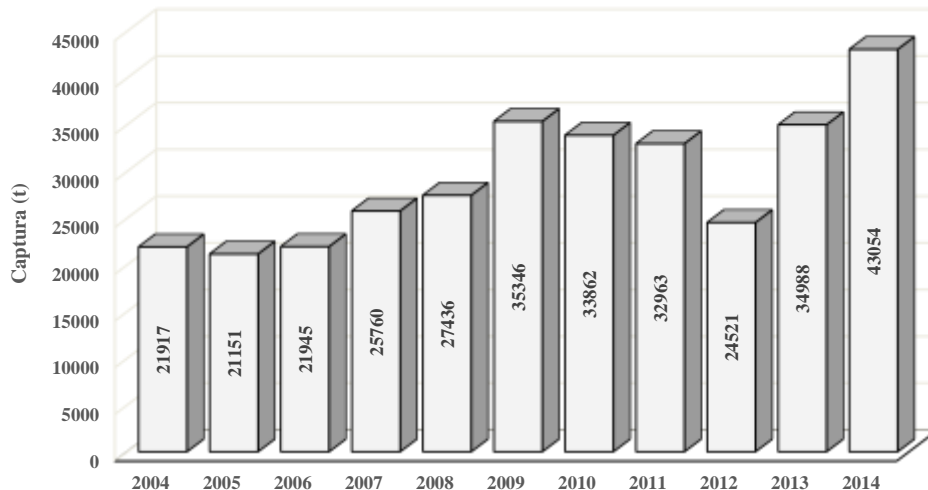


Figura 9: Desembarque anual de merluza (t) capturada por la flota industrial de arrastre de fondo que operó frente a la costa norte del Perú entre 2004 y 2014.

- Del total capturado entre 2004 y 2014, el 29,43 % fue resultado de la operaciones de pesca realizadas en el Sector 1 (Norte de los 04°30'S), cuyas mayores capturas se dieron en los estratos II y III (superiores a 50 bz), en proporciones similares; a excepción de los años 2004 y 2013, cuando las capturas en el estrato II significaron el 70,25 % y el 82,52 %, respectivamente. En el estrato I el aporte estuvo en alrededor del 2 % (Tabla 4).
- En el Sector 2 (Entre 4°30'S y 6°00'S) se capturó el 67,23 % del total de merluza. Al reinicio de la pesquería en 2004 las mayores capturas (70,72 %) provenían del estrato II, siguiendo una tendencia descendente hasta significar el 28,57 % en 2012; en tanto que las capturas en el 2013 y 2014 fueron similares para los estratos II y III. Las capturas en el estrato I significaron en general el 3,43 %, a excepción de los años 2005 y 2011 que constituyeron el 10,02 % y 11,59 % respectivamente (Tabla 4).
- En el Sector 3 (Sur de 6°00'S), solo se capturó el 3,34 % del total de merluza. Entre 2004 y 2007 el mayor porcentaje de captura provino del estrato II. A partir de 2008 las capturas en este sector corresponden exclusivamente a los lances de pescas exploratorias u Operaciones Merluza (Tabla 4).

Tabla 4. Captura (t) de merluza (*Merluccius gayi peruanus*) por Sector (S1, S2 y S3) y Estrato (E1, E2 y E3), proveniente de la flota industrial de arrastre de fondo que operó frente a la costa norte de Perú entre 2004 y 2014.

Sector	Estrato	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Sector 1	E I	6	32	4	4	218	526	8	7	449	90	645	1989
	E II	62	1.995	2.015	2.576	6.061	6.588	5.926	4.804	1.946	10.709	4.513	47.194
	E III	20	1.463	1.696	3.164	6.112	7.637	10.344	6.796	3.045	2.178	3.408	45.864
<b>Total S1</b>		<b>88</b>	<b>3.490</b>	<b>3.714</b>	<b>5.745</b>	<b>12.391</b>	<b>14.751</b>	<b>16.278</b>	<b>11.607</b>	<b>5.440</b>	<b>12.977</b>	<b>8.566</b>	<b>95.047</b>
Sector 2	E I	6	1.148	1.317	230	709	594	551	2.476	186	159	71	7.446
	E II	14.506	6.181	9.525	12.409	5.271	9.484	7.164	6.784	5.437	12.138	14.843	103.743
	E III	6.001	4.125	7.351	4.325	9.065	10.418	9.868	12.097	13.405	9.713	19.547	105.916
<b>Total S2</b>		<b>20.514</b>	<b>11.454</b>	<b>18.193</b>	<b>16.964</b>	<b>15.045</b>	<b>20.496</b>	<b>17.583</b>	<b>21.356</b>	<b>19.028</b>	<b>22.011</b>	<b>34.461</b>	<b>217.105</b>
Sector 3	E I	94	1.424	12	88	0,10	4	0,005		10		8	1.641
	E II	943	4.321	20	1.752	0,03	64	0,016		25		18	7.142
	E III	278	463	5	1.211	0,38	32	0,001		18		2	2.010
<b>Total S3</b>		<b>1.315</b>	<b>6.208</b>	<b>38</b>	<b>3.051</b>	<b>0,52</b>	<b>100</b>	<b>0,021</b>		<b>52</b>		<b>28</b>	<b>10.793</b>
<b>Total</b>		<b>21.917</b>	<b>21.151</b>	<b>21.945</b>	<b>25.760</b>	<b>27.436</b>	<b>35.346</b>	<b>33.862</b>	<b>32.963</b>	<b>24.521</b>	<b>34.988</b>	<b>43.054</b>	<b>322.945</b>

El 9,62 % del total de captura de merluza fue extraído por la Flota 1 (F1), el 47,86 % por la Flota 2 (F2) y el 42,52 % por la Flota 3 (F3) (Figura 10).

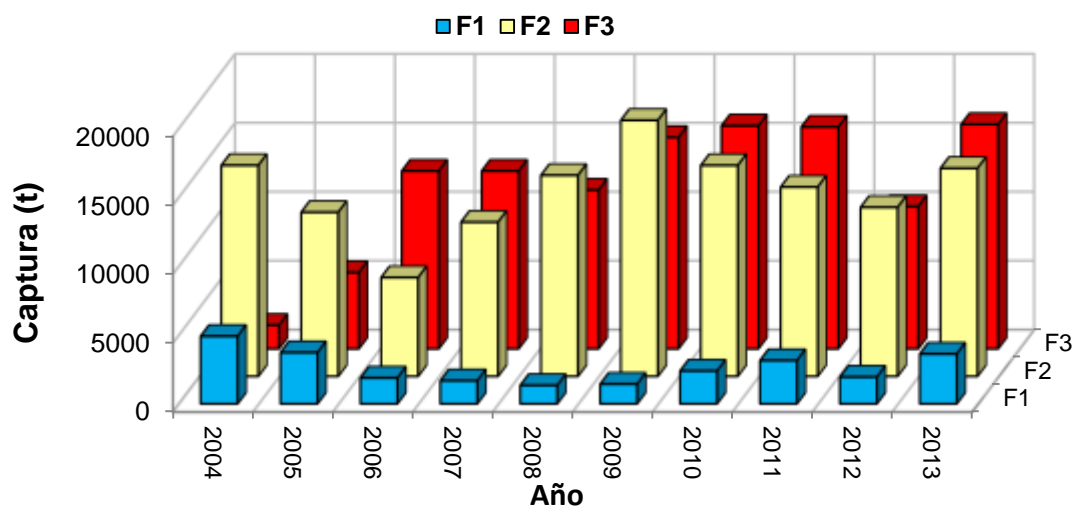


Figura 10: Captura (t) anual de merluza por Tipo de Flota Industrial arrastrera. 2004 y 2014.

La gráfica que representa la captura de merluza (solo de lances correspondientes a la captura comercial), en una escala latitudinal de 10 mn, permite identificar 3 núcleos de concentración de las capturas, la primera al norte de los 04°30'S, la



segunda entre esta latitud y los 06°00'S y una tercera al sur de esta latitud, confirmando la sectorización reportada en el ítem 5.1 (Figura 11).

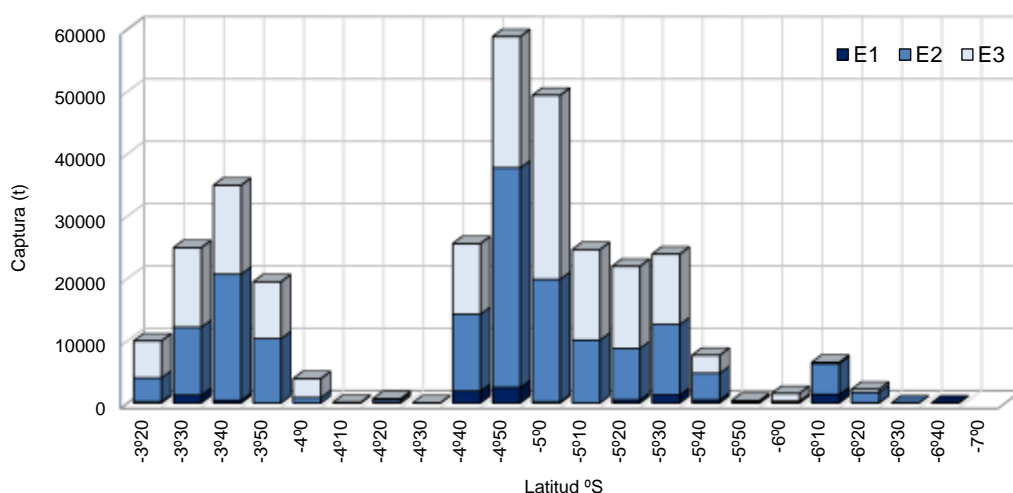


Figura 11: Distribución latitudinal y por estratos (E1, EII y EIII) de la captura total de merluza (t). Flota industrial arrastrera que operó frente a la costa norte de Perú entre 2004 y 2014.

### Estructura por tallas de merluza en las capturas:

Entre 2004 y 2014 se capturaron merluzas en un rango de tallas entre 10 y 84 cm de Longitud Total (LT), con una talla media global de 28,79 cm, con prevalencia del grupo modal de 27 cm.

El análisis de la evolución mensual de la talla media de la captura de merluza, permite distinguir tres escenarios (Figura 12):

1. 2004 -2006: En mayo de 2004 la pesquería de merluza se reinicia con la captura de ejemplares con talla media en 31 cm, la que se mantuvo hasta agosto de 2005; a partir de este mes se registró una tendencia descendente abrupta que disminuyó la talla media a 25,60 cm en octubre de 2006.
2. 2007-2011: La talla de merluza mantuvo un valor medio anual alrededor de los 27 cm; este periodo se caracterizó por la alta fluctuación estacional de la talla media, mostrando valores mayores entre mayo y julio de cada año (hasta 31,62 cm en julio de 2008); mientras que los menores se observaron entre octubre y febrero, registrando sus valores más bajos en noviembre de 2010 y de 2011 (23,70 cm).

3. 2012-2014: La talla media de merluza mostró una tendencia ascendente sostenida, que la llevó de 30,39 cm en marzo de 2012 a 34,26 cm en diciembre de 2014, con fluctuaciones estacionales menos notorias que las observadas en el periodo 2007-2011.

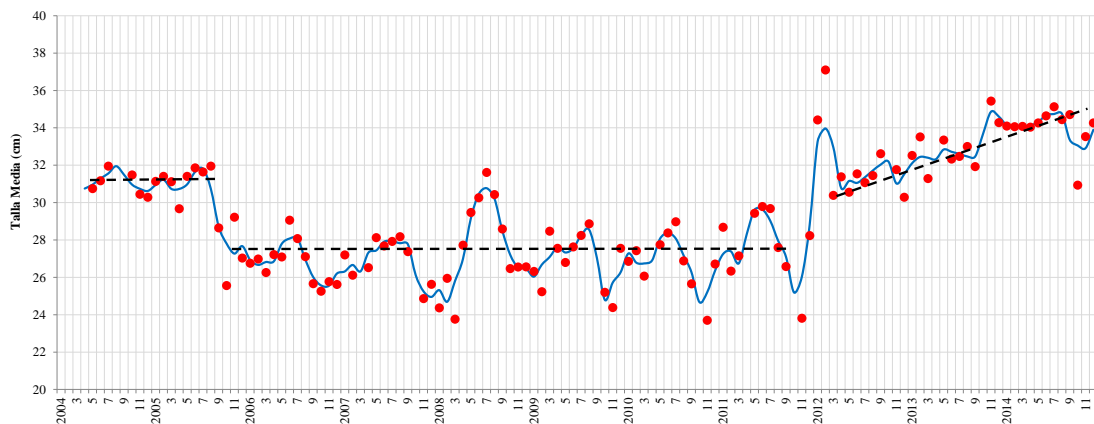


Figura 12: Variación mensual de la talla media de merluza (cm) capturada por la flota industrial arrastrera entre 2004 y 2014. La línea punteada muestra la tendencia de la talla media para cada uno de los escenarios identificados

En toda la serie analizada, la talla media de merluza registrada en los lances del Sector 1 fueron superiores a los observados en el Sector 2, corroborando el gradiente latitudinal de la estructura poblacional de este recurso (Figura 13).

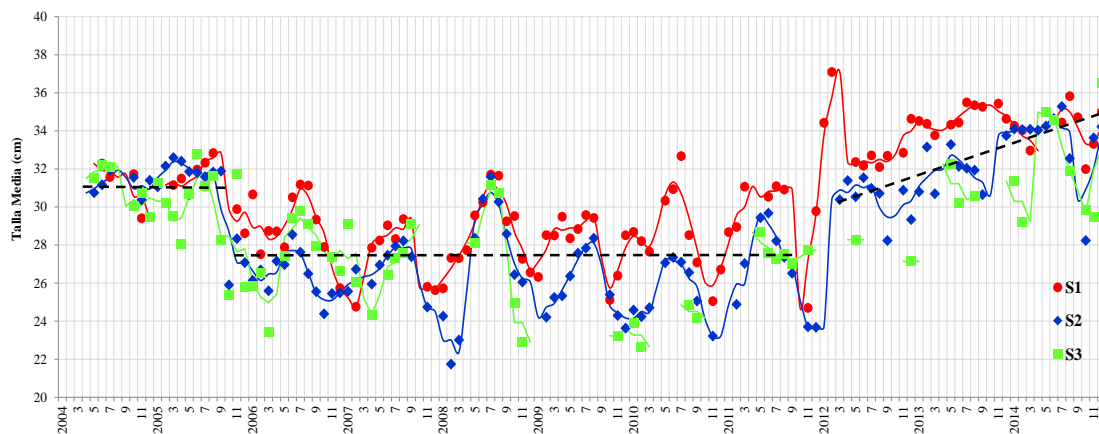


Figura 13: Variación mensual de la talla media de merluza (cm) capturada por la flota industrial arrastrera entre 2004 y 2014, por Sector (S1, S2 y S3). La línea punteada muestra la tendencia de la talla media para cada uno de los escenarios identificados.

No se evidenciaron diferencias significativas entre la talla media de merluza capturada por cada tipo de flota (Figura 14).

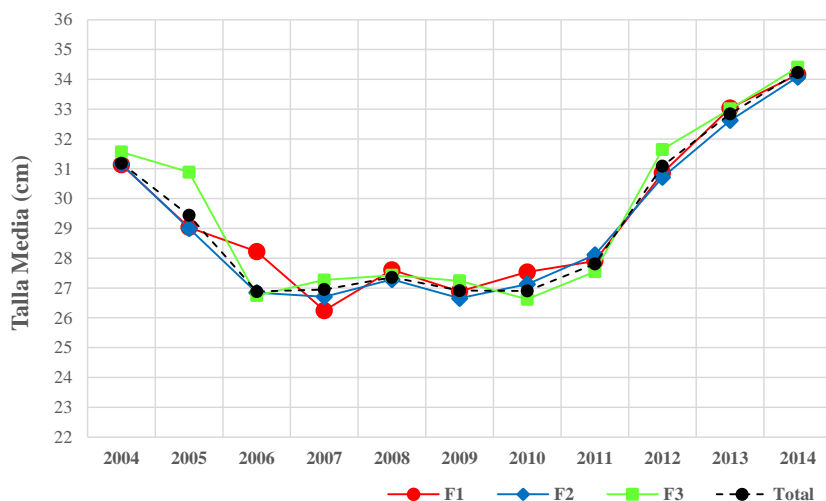


Figura 14: Variación anual de la talla media de merluza (cm) capturada por Tipo de Flota (F1, F2 y F3) industrial de arrastre de fondo que operó frente a las costas de Perú entre 2004 y 2014.

### ESFUERZO PESQUERO:

La unidad de esfuerzo pesquero, definido como el número de horas de arrastre efectivo (h) desplegado por la flota industrial en cada lance de pesca, fue analizado de aquellos lances exclusivamente dedicados a la pesca comercial, descartando aquellos que presentaron inconvenientes dentro de su ejecución (trabas, ruptura de red, enredos, pérdidas de pesca, etc.).

En el período analizado se registraron un total de 147.941,86 horas de arrastre efectivo (h), de los cuales el 15,11 % lo desplegó la Flota F1 con un tiempo promedio de arrastre efectivo de 1,70 horas por lance de pesca. La Flota F2 desplegó el 65,32 % del esfuerzo total, con un tiempo medio de arrastre efectivo por lance de 1,71 horas. Mientras que la Flota F3 registró el 19,57 % del total de esfuerzo desplegado, con un tiempo promedio de tiempo de arrastre efectivo por lance de 1,45 horas (Figura 15).

Geográficamente, en los caladeros ubicados al norte de los 04°30'S (S1) se desplegó el 33,96 % del total del esfuerzo registrado, a profundidades promedio de 182,84 m. En los caladeros ubicados entre los 04°30'S y los 06°00'S (S2) se desplegó el 61,77 % del esfuerzo, a una profundidad media de 179,38 m; mientras que en las zonas de pesca ubicadas al sur de los 06°00'S (S3) se registró solo 4,27 % del total de esfuerzo, a 131,75 m de profundidad media.

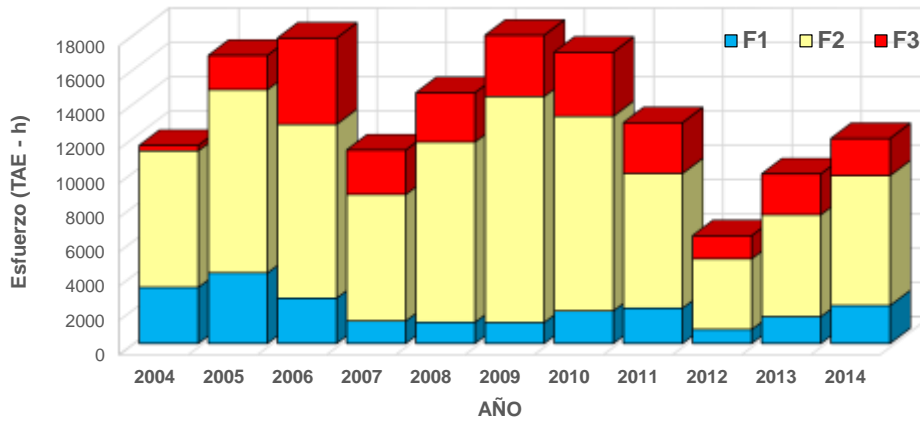


Figura 15: Variación anual del despliegue del esfuerzo pequeño (horas de arrastre efectivo - TAE) por Tipo de Flota de arrastre fondo (F1, F2 y F3) que operó frente a la costa norte de Perú entre 2004 y 2014.

En general, el tiempo promedio desplegado por la flota mostró tendencia descendente, siendo más notorio en la Flota 3, bajando de 1,71 h en 2006 a 1,07 h en 2014, a una tasa media anual de - 0,08 h (~ 5 minutos), con un total en 0,64 h (38,40 minutos) (Figura 16).

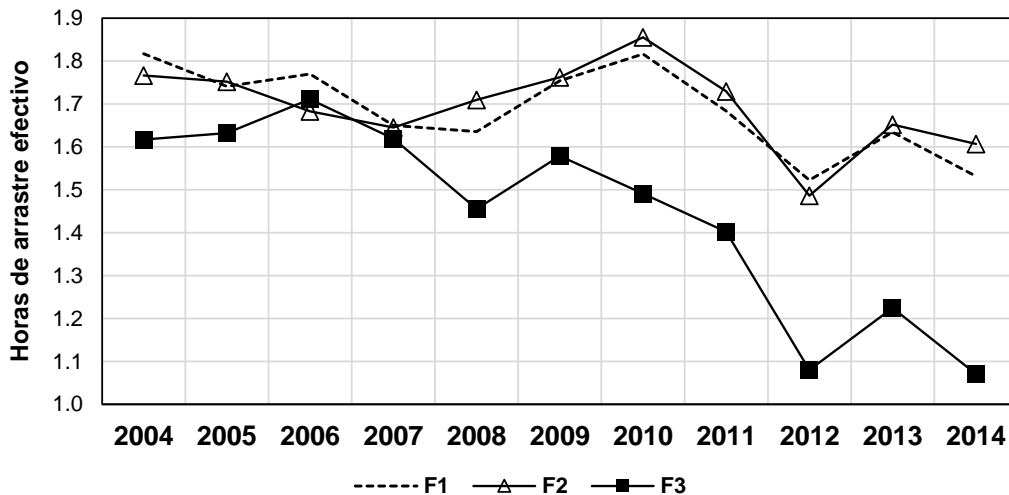


Figura 16: Variación anual del tiempo (h) de arrastre efectivo promedio de la flota (F1, F2 y F3) de arrastre de fondo que operó frente a la costa norte de Perú entre 2004 y 2014.

## 5.4. ESTANDARIZACIÓN DE LA TASA DE CAPTURA (CPUE t/h):

### Análisis de la distribución y transformación de la CPUE:

La tasa de captura nominal, determinada por el cociente de la captura total de merluza (t) y el tiempo de arrastre efectivo (h) de 89.581 lances de pesca, fue analizada para determinar la forma de la distribución de sus valores. La observación del histograma de frecuencias y diagrama de caja de la distribución de los datos muestra una fuerte asimetría, con alta presencia de valores atípicos, sin mostrar alguna distribución de probabilidad conocida (por ejemplo Normal) (Figura 17, paneles superiores), razón por la que se aplicó una transformación que corrija estas desviaciones y la aproxime a una distribución normal. Siendo que en los datos de CPUE analizados no hay valores de cero, el logaritmo fue una buena solución para mejorar la asimetría y dispersión de los datos extremos (outliers) tal como se observa en los paneles inferiores de la Figura 17, donde la asimetría se ha modificado y se aproxima a una distribución normal.

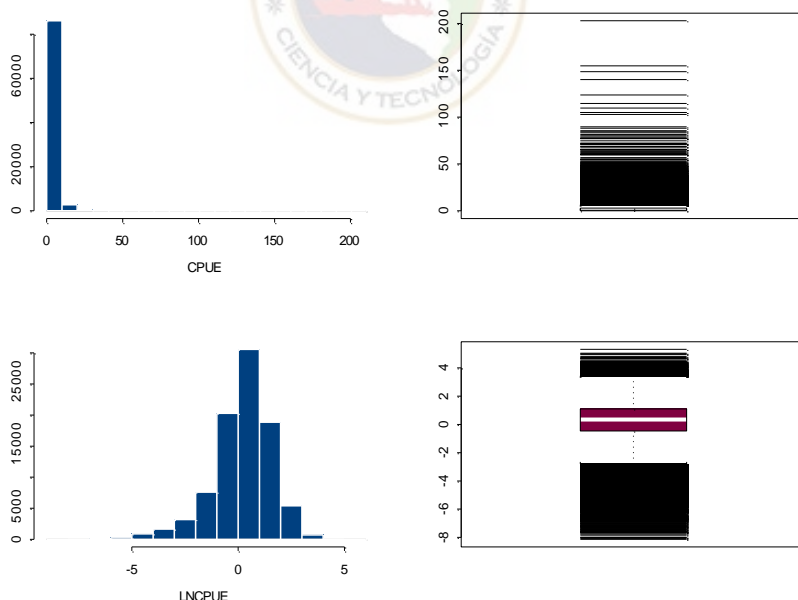


Figura 17: Histograma y Diagrama de caja de la tasa de captura de merluza (t/h). Arriba: CPUE simple; Abajo: CPUE transformada a *ln*cpue. Flota industrial arrastrera. 2004-2014

El resultado de aplicar el test no paramétrico de Kolmogórov-Smirnov, para comprobar el ajuste de los datos transformados a una distribución normal, muestra

un valor estadístico pequeño (0,071) y un p-value menor a 0,01, que rechaza la  $H_0$  de normalidad de los datos, por lo que no hay evidencia estadística suficiente para afirmar que los datos provienen de una distribución normal.

El gráfico Normal de probabilidad (q-q plot), confirma que los datos no se ajustan perfectamente a una distribución normal, principalmente en el lado inferior de su distribución, mientras que en la sección central y superior hay un buen ajuste (Figura 18).

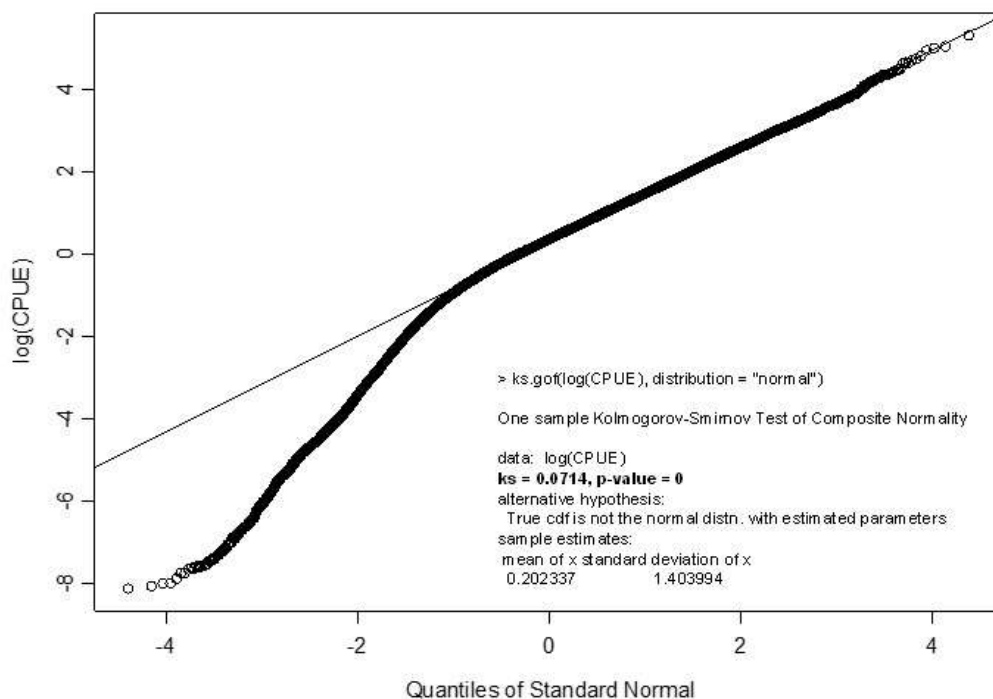


Figura 18: Gráfico normal de probabilidad y resultados del test no paramétrico de normalidad de Kolmogórov-Smirnov a las tasas de captura transformada (*Incpue*). Flota industrial arrastrera, 2004-2014.

No obstante lo observado en las pruebas estadísticas, la transformación logarítmica de los datos de la CPUE (*Incpue*) ha mejorado mucho la asimetría de la distribución de los datos, por lo que en adelante asumiremos que los datos siguen una distribución normal, teniendo en cuenta estas observaciones.

Con el fin de analizar la relación entre la variable transformada *Incpue* (variable respuesta) y las variables explicativas disponibles, se ilustró un diagrama de dispersión matricial, destacando aquellas que muestran a *Incpue* en el eje  $y$ ,

mostrado los diferentes efectos de las variables explicativas sobre la variable *Incpue*. Asimismo, se graficó la distribución de los valores medios de la variable respuesta (*Incpue*) en cada una de las categorías de las variables discretas en relación a la media general (Figura 19, panel superior izquierdo), haciendo lo propio para la mediana de la *Incpue* (Figura 19, panel superior derecho), en ambas gráficas se observa el nivel en el que la variable respuesta cambia en relación a diferentes niveles de la variable explicativa, destacan las variables flota y año por mostrar la mayor variabilidad entre sus niveles. Asimismo se graficó la distribución de los valores de la *Incpue* en cada uno de los niveles de las variables categóricas, a través de diagramas de caja (Figura 19, paneles de la segunda a la cuarta fila), observando la variación de la simetría y dispersión de datos en relación a cada nivel de las variables explicativas.

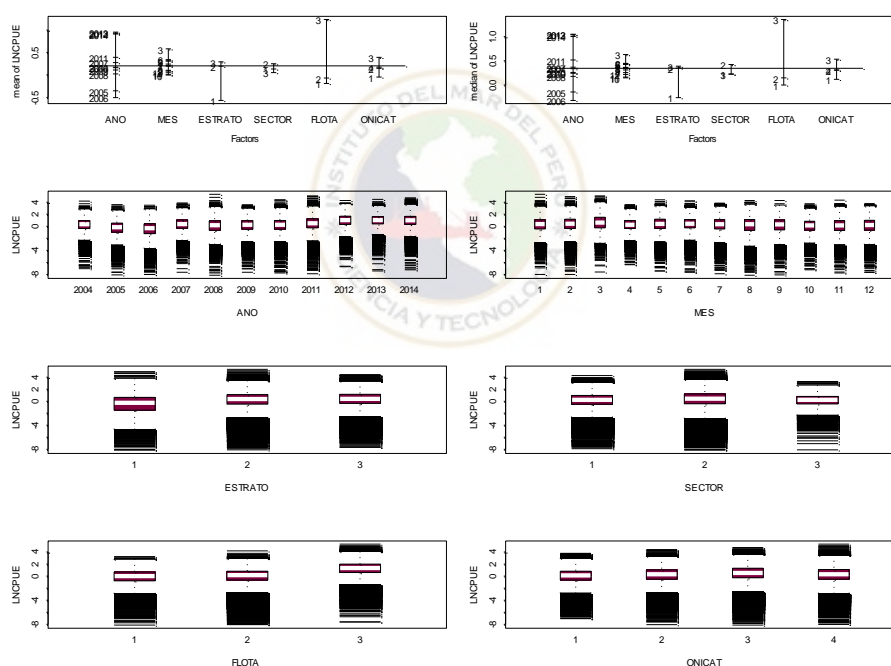


Figura 19: Representación de las variaciones de la *Incpue* en relación a las variables categóricas. *Panel superior izquierdo*: Relación de las variables explicativas y la media de la CPUE. *Panel superior derecho*: Relación de las variables explicativas y la mediana de *Incpue*. *Segunda a cuarta fila*: Diagrama de caja de la distribución de *Incpue* en relación a cada una de las variables categóricas identificadas en este estudio.

Con estas observaciones preliminares se denota que hay efectos que producen las variables explicativas sobre la variable respuesta (*Incpue*), que ofrecieron los primeros indicios para que estas sean las variables consideradas en la selección

de un modelo adecuado para estandarizar las tasas de captura. Las características de estas variables se describen en el Anexo 4.

### Selección del modelo:

Con la tasa de captura transformada (*Incpue*), que se asume con distribución normal, y la identificación de las variables explicativas preliminares se construyó el modelo lineal generalizado gaussiano con identidad con función link. El que luego de varias pruebas de inclusión y exclusión de variables y sus interacciones se definió de la siguiente manera:

$$\text{Ln}(CPUE) \sim \beta_0 + \beta_a + \beta_f + \beta_m + \beta_e + \beta_{ONI} + \beta_s + \beta_{m+ONI} + \beta_{m+s} + \beta_{m+e} + \beta_{e+ONI} + \beta_{s+ONI} + \varepsilon$$

Donde  $\beta_0$  es el intercepto,  $\beta$  denota los coeficientes de cada efecto,  $a$  es el efecto año,  $f$  es el efecto flota,  $m$  el efecto mes,  $e$  el estrato,  $ONI$  el efecto ambiental,  $s$  el sector, sus respectivas interacciones y  $\varepsilon$  el error.

Los componentes de la salida del proceso de GLM se presentan en el Anexo 5, en el que se reporta la fórmula empleada, la codificación de los factores empleados, la familia exponencial a la que pertenece (Gaussiana Robusta); así como los estadísticos de los residuos, los coeficientes estimados  $\beta$ , sus errores estándar y t-estadísticos. En la parte inferior de la tabla están los valores de los grados de libertad total (89.571), los grados de libertad residual (89.470) y la desviación del modelo (Deviance Residual 122.151,50) que es una medida de la bondad de ajuste del modelo a los datos.

La tabla de desviaciones (deviance), utilizada para explorar la bondad de ajuste del modelo, a partir de la distribución de los residuos, con respecto a la función de la varianza, la función link y los términos del predictor lineal, es presentada en la Tabla 5. El modelo explica el 30,76 % de la variabilidad total de la CPUE en la serie analizada y las variables utilizadas tienen un valor F que denota que son significativos ( $p < 0,05$ ). El factor *Flota* el que más contribuye con la variación de los valores de la variable respuesta (48,05 %) seguido de la variable *Año* (35,08 %), mientras que la interacción *Sector:Onicat* (0,45 %) y el factor *Estrato* (0,92 %) son los que menos explicaron la variabilidad de la tasa de captura.



Tabla 5: Análisis de varianza (ANOVA) resultante del modelo GLM lognormal.

Variables	GL	Deviance	Resid. DF	Resid. Dev.	F Value	Pr (F)	% explicado
NULL			89 580	176 579,9			
AÑO	10	19.053,18	89 570	157 526,72	1 395,55	0	35,08
FLOTA	2	26.097,15	89 568	131 429,57	9 557,45	0	48,05
MES	11	2.738,54	89 557	128 691,03	182,35	0	5,04
ESTRATO	2	498,14	89 555	128 192,89	182,43	0	0,92
ONICAT	3	816,25	89 552	127 376,64	199,29	0	1,50
SECTOR	2	530,87	89 550	126 845,77	194,23	0	0,98
MES:ONICAT	24	1.690,18	89 526	125 155,59	51,53	0	3,11
MES:SECTOR	22	1.468,51	89 504	123 687,08	56,56	0	2,70
MES:ESTRATO	22	583,49	89 482	123 103,59	19,41	0	1,07
ESTRATO:ONICAT	6	585,23	89 476	122 518,36	71,38	0	1,08
SECTOR:ONICAT	6	246,99	89 470	122 271,37	30,12	0	0,45

El diagnóstico del modelo, para contrastar a posteriori la hipótesis nula del modelo, se realizó a través del análisis gráfico, consistente en representar los residuos frente a los valores ajustados y a los valores predichos (Figura 20). En el panel superior izquierdo se representa el gráfico de los residuos *deviance* frente a los valores ajustados, aquí la varianza se mantiene más o menos constante con la media, es decir, la dispersión de los residuos oscila alrededor de cero de manera similar para todos los valores ajustados, salvo por una proporción de residuos negativa con un valor absoluto mayor que los residuos positivos.

En el panel superior derecho aparece el gráfico de la raíz cuadrada del valor absoluto de los residuos *deviance* frente a los valores predichos en la escala de la variable respuesta original (Incpue). En este caso, como la función link del modelo es la identidad, la escala de los valores predichos y ajustados es la misma, por lo que este gráfico es esencialmente similar al anterior. No presenta curvatura, lo que indica que la función link es correcta.

En el panel inferior izquierdo se grafica la variable respuesta frente a los valores ajustados. Puesto que el modelo es lineal, los puntos deben ajustarse a una recta y no presentar curvatura. Los valores se ajustaron razonablemente a una recta, aunque algunos puntos se dispersan más, por la presencia de datos extremos (outliers). El panel inferior derecho, representa el gráfico de normalidad de los residuos Pearson; si los residuos se ajustaran perfectamente a la recta, su

distribución sería Normal; en el extremo inferior se separa de la recta, la distribución de los residuos Pearson en esta zona no se ajustan a la normalidad.

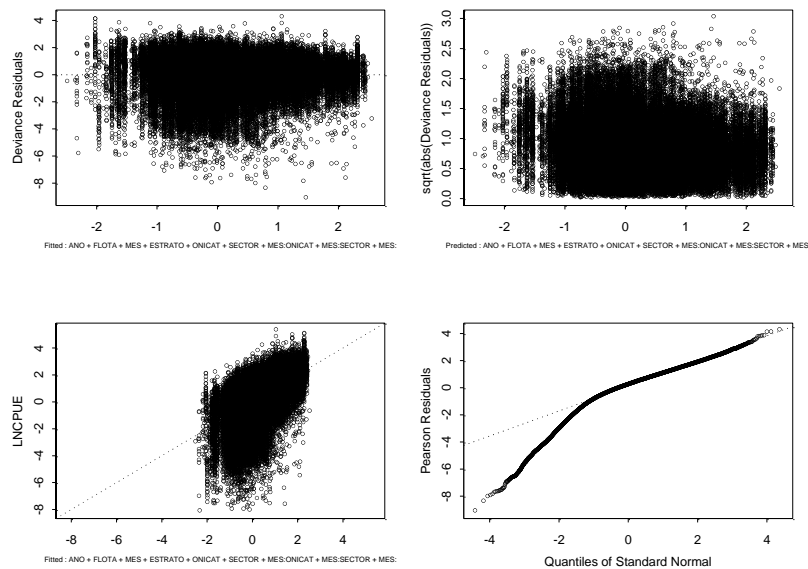


Figura 20: Gráficos de diagnóstico del Modelo GLM resultante. *Panel superior izquierdo*: residuos deviance frente a valores ajustados. *Panel superior derecho*: Raíz cuadrada del valor absoluto de los residuos deviance frente a valores predichos. *Panel inferior izquierdo*: Variable respuesta frente a valores ajustados. *Panel inferior derecho*: Gráfico de normalidad de los residuos Pearson.

La exploración de gráficos de residuos parciales ayudó a conocer la relación entre la variable respuesta y cada una de las variables explicativas del modelo, permitiendo asumir que hay un ajuste aceptable del modelo a los datos (Figura 21).

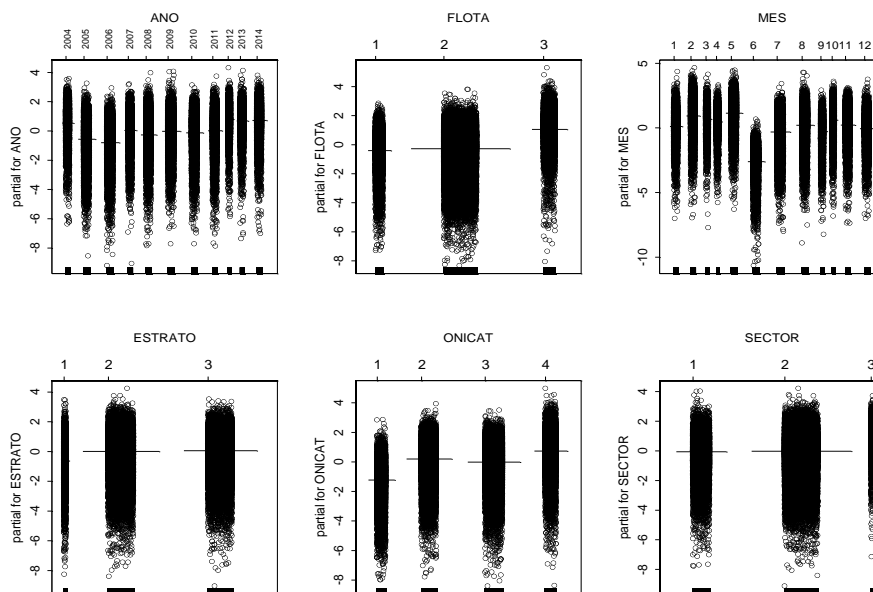


Figura 21: Residuos Parciales de GLM. Relación entre la variable respuesta (Incpue).

De lo observado en estas rutinas de diagnóstico podemos concluir que el modelo utilizado para la estandarización de los datos de tasa de captura de merluza es estadísticamente aceptable y se ajusta adecuadamente a lo esperado.

La tasa de captura estandarizada, expresada en toneladas de merluza obtenidas por hora de arrastre efectivo (t/h), tuvo un valor promedio general de 1,71 t/h y mediana en 1,09 t/h. Los valores anuales ajustados subestiman los valores de la CPUE nominal, pero siguen similar tendencia temporal (Figura 22).

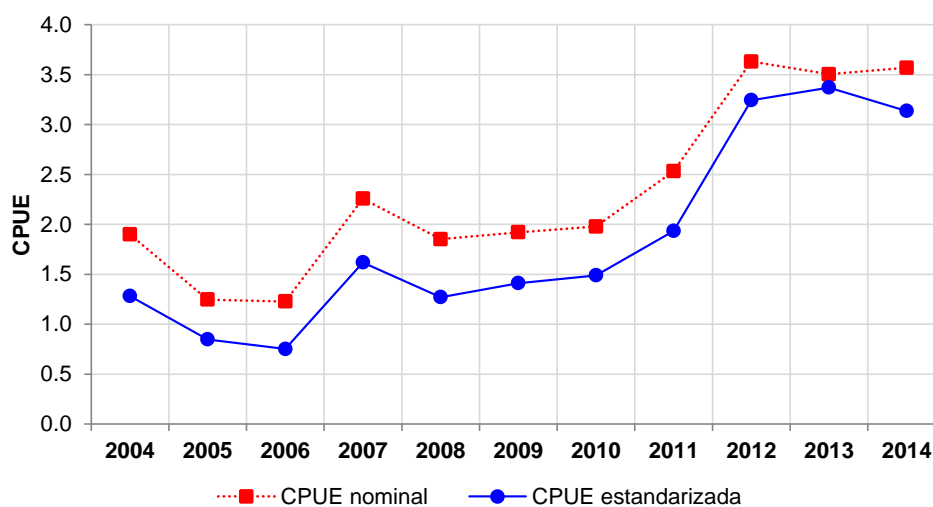


Figura 22: Variación anual de la tasas de captura nominal (cuadrado y línea punteada) y de la tasa de captura estandarizada (circulo y línea continua) de merluza. Flota industrial de arrastre de fondo, 2004-2014

Al reinicio de la pesquería, en el año 2004, el valor promedio anual de 1,28 t/h descendió a 0,75 t/h en 2006, año en el que se registró el valor más bajo del periodo en estudio. En 2007 se elevó a 1,62 t/h, para descender a 1,27 t/h en 2008. A partir de 2008 se registró una ligera tendencia ascendente, con una tasa de incremento anual de 0,21 t/h, hasta llegar a 1,94 t/h en 2011. En 2012 la CPUE se incrementó a 3,24 t/h (1,7 veces superior al año anterior) y se mantuvo en valores altos durante el 2013 y 2014.

De acuerdo al tipo de flota, la tasa de captura media de la Flota F1 registró una media multianual de 0,95 t/h, la Flota F2 de 1,07 t/h y la Flota F3 de 4,01 t/h. Las flotas mantuvieron el mismo patrón de variación anual (Tabla 6).

Geográficamente, en el sector 2 (entre 04°30'S y 6°00'S) se obtuvieron los mayores valores medios de tasa de captura (t/h) para las tres flotas, en profundidades superiores a 90 m (estratos II y III), mostrando tasas de 1,02 t/h para la Flota F1, 1,11 t/h para la Flota F2 y 4,04 t/h para la Flota 3 (Tabla 6).

Tabla 6: Valores de la tasa de captura estandarizada (t/h) promedio por Flota (F1, F2 y F3), Sector (S1, S2 y S3) y Estrato (E1, E2 y E3).

Sector	Estrato	Flota			Total
		F1	F2	F3	
S1	I	0,69	0,70	3,12	0,83
	II	0,96	1,10	4,46	1,56
	III	0,80	0,94	3,64	1,53
<b>Total S1</b>		<b>0,89</b>	<b>1,01</b>	<b>3,95</b>	<b>1,52</b>
S2	I	0,65	0,59	2,88	0,84
	II	1,03	1,11	3,97	1,75
	III	1,04	1,13	4,11	2,03
<b>Total 2</b>		<b>1,02</b>	<b>1,11</b>	<b>4,04</b>	<b>1,84</b>
S3	I	0,55	0,82		0,74
	II	0,96	1,22	4,97	1,25
	III	1,31	1,18	4,68	1,61
<b>Total 3</b>		<b>0,91</b>	<b>1,14</b>	<b>4,79</b>	<b>1,22</b>
<b>Total</b>		<b>0,95</b>	<b>1,07</b>	<b>4,01</b>	<b>1,71</b>

## 5.5. VARIACION ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA ABUNDANCIA RELATIVA:

Entre 2004 y 2014, el stock disponible de merluza frente a la costa norte de Perú ha experimentado cambios en los patrones de distribución y abundancia, los que de acuerdo a sus características se resumen en tres periodos:

- El primer periodo, entre 2004 y 2006, caracterizado por la tendencia descendente de la abundancia relativa, cuya tasa de captura promedio disminuyó de 1,59 t/h, al reinicio de la pesquería en mayo de 2004, a 0,43 t/h en diciembre de 2016 (el valor más bajo de todo el periodo analizado). A una tasa media de descenso mensual de -0,03 t/h, con oscilaciones estacionales que denotaron mayor abundancia en el primer trimestre de cada año (Figuras 23 y 24). Las capturas estuvieron sostenidas por merluzas de talla media de 31

cm entre mayo de 2004 y septiembre de 2005, la que cayó a 26 cm en la segunda mitad del año 2006 (Figura 25). En este periodo prevalecieron condiciones ambientales ligeramente cálidas.

- El segundo periodo, entre enero de 2007 y noviembre de 2011, caracterizado por un stock de merluza cuya abundancia, distribución y estructura poblacional se mantuvo en niveles medios casi constantes alrededor de los 1,52 t/h, con fluctuaciones temporales influenciadas por las variaciones estacionales del medio marino (Figuras 23 y 24). Prevalció la disponibilidad de merluzas del grupo de edad 2 (27 cm) y su respectiva gradiente latitudinal, con importante presencia de merluzas de tallas menores al sur de los 06°S (Figura 25), ocasionando que a partir del 2008 se limite el acceso de la flota a esta zona. Período marcado por el monitoreo permanente de la estructura por tallas de merluza en las capturas y la implementación de medidas restrictivas parciales con enfoque espacial, orientadas a reducir la presión de pesca sobre los grupos de edad menores. En esta etapa, el patrón de distribución espacial ha cambiado y los jóvenes han ocupado las áreas dejadas por los más viejos. Prevalcieron condiciones ambientales ligeramente frías, con una fase cálida entre junio de 2009 y abril de 2010.
- El tercer periodo, de marzo 2012 a junio de 2014, se caracterizó por el incremento sucesivo de la abundancia y distribución del stock de merluza, con disponibilidad de merluzas de mayor tamaño que las etapas anteriores. La talla media mantuvo tendencia ascendente (de 30 cm en marzo 2012 a 34,30 cm en diciembre 2014, Figura 25) y cambios en la dinámica de la flota que obtuvo mayores volúmenes de captura en peso con la extracción de menor número de individuos que en años anteriores, con el subsecuente beneficio económico y la reducción de la presión sobre el medio marino por la disminución de las horas de arrastre efectivo (Tabla 7). Se observaron oscilaciones estacionales de la abundancia relativa, con mayores valores durante el primer semestre y menores durante el segundo semestre de los años 2012, 2013 y 2014 (Figuras 23 y 24). Prevalcieron condiciones ambientales neutras (ONI entre -0,50 y +0,50).

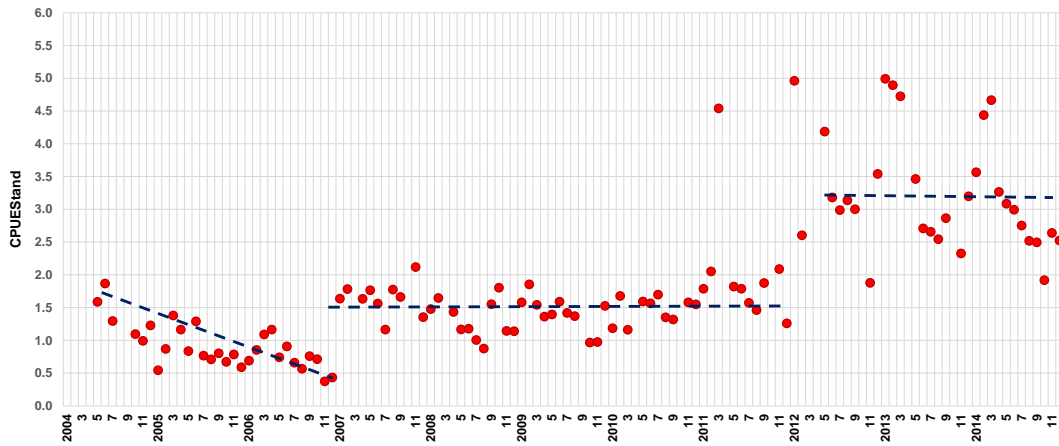


Figura 23: Variación mensual de la tasa de captura estandarizada (t/h) de merluza (círculos), la línea discontinua expresa la tendencia media por periodo. Flota industrial de arrastre de fondo que operó frente a la costa norte de Perú entre 2004 y 2014.

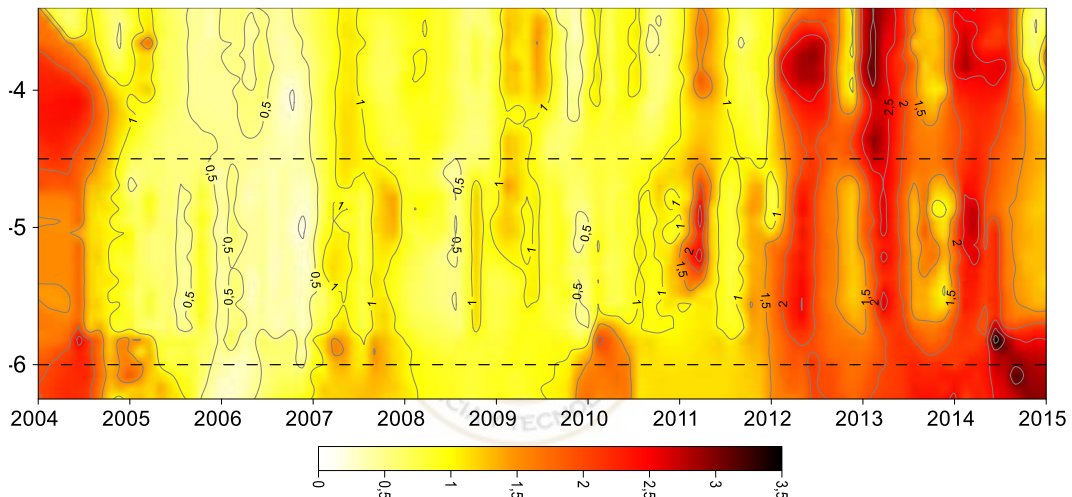


Figura 24: Diagrama Hovmöller de la variación latitudinal y temporal del índice de abundancia relativa (t/h) de merluza frente a la costa norte de Perú, a partir de datos obtenidos de la Flota 2 (2004 a 2014).

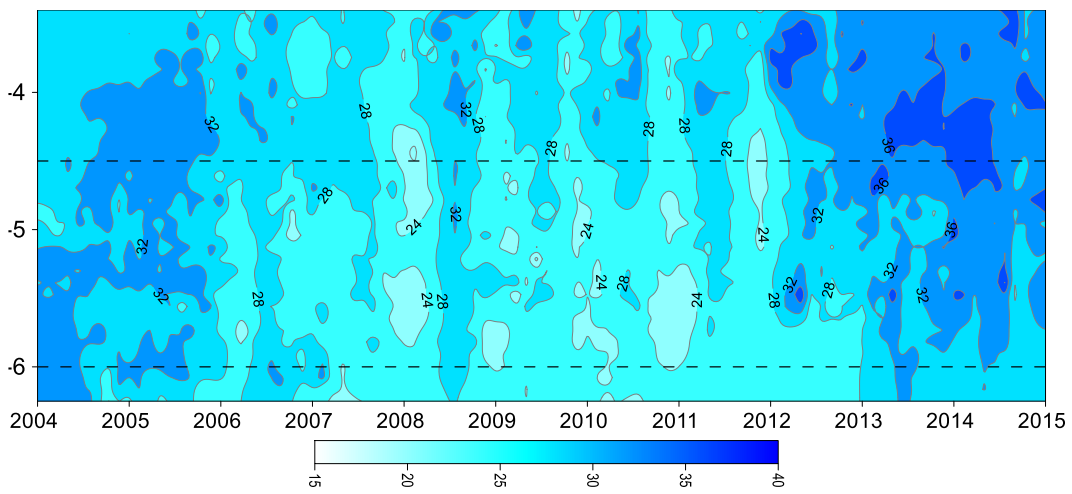


Figura 25: Diagrama Hovmöller de la variación latitudinal y temporal de la talla media de merluza (cm) capturada por la flota industrial arrastrera frente a la costa norte de Perú entre 2004 y 2014.

Tabla 7: Valores anuales de los principales indicadores biológicos, pesqueros y poblacionales de la pesquería industrial de merluza frente a la costa norte de Perú. 2004-2014

Año	Captura (t)	Captura (N*10 <sup>6</sup> )	TAE-h (Total)	TAE-h (medio)	CPUE_Nom (t/h)	CPUE_Stand (t/h)	Talla Media (cm)	Peso medio (g)
2004	21.917	84,95	11.539	1,78	1,90	1,282	31,19	258,01
2005	21.151	94,37	16.792	1,73	1,25	0,85	29,44	224,14
2006	21.945	128,78	17.802	1,70	1,23	0,75	26,88	170,41
2007	25.760	153,33	11.276	1,64	2,26	1,62	26,95	168,00
2008	27.436	152,76	14.612	1,65	1,85	1,27	27,36	179,60
2009	35.346	207,24	17.966	1,72	1,92	1,41	26,91	170,56
2010	33.862	201,45	16.976	1,76	1,98	1,49	26,90	168,09
2011	32.963	176,92	12.868	1,64	2,53	1,94	27,81	186,31
2012	24.521	95,03	6.282	1,38	3,63	3,25	31,09	258,02
2013	34.988	114,19	9.882	1,52	3,51	3,37	32,84	306,42
2014	43.054	124,85	11.948	1,46	3,57	3,14	34,23	344,84

En cuanto al efecto de las condiciones ambientales sobre la evolución de la tasa de captura estandarizada, usando como indicador el Oceanic Niño Index (ONI), se observa que la tendencia general muestra una relación negativa entre estas variables (Coeficiente de correlación de Pearson  $r = -0,21$ ;  $p < 0,05$ ). Vale decir, la tasa de captura (CPUE) tiende a ser menor ante la presencia de condiciones cálidas. Situación que es más evidente en los caladeros del Sector 2 ( $r = -0,26$ ;  $p < 0,05$ ) frente a Paita (Figuras 26 y 27).

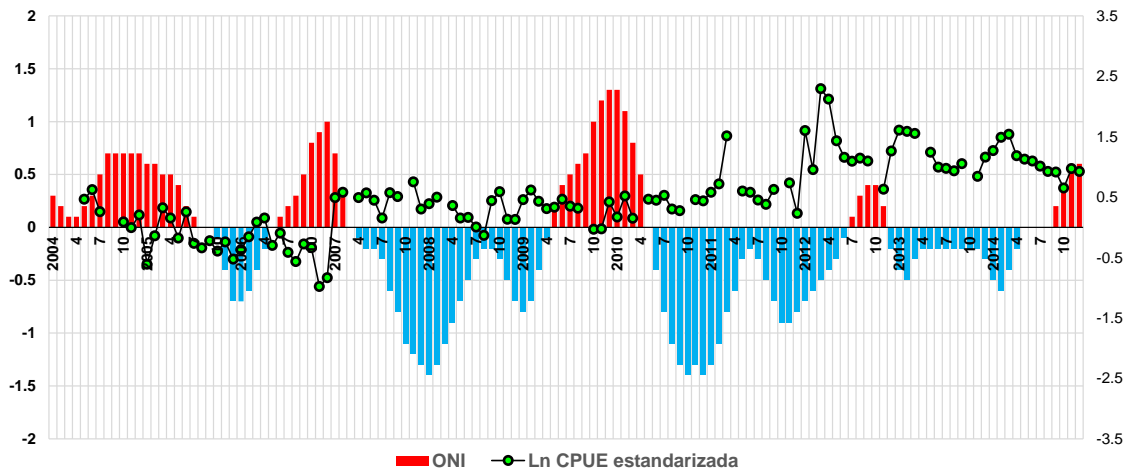


Figura 26: Variación mensual de la tasa de captura estandarizada (ln) de merluza (círculos y línea discontinua), en relación a la variación mensual del Índice de Oscilación El Niño (ONI) (las barras rojas indican valores de ONI positivas y las barras azules valores de ONI negativas). 2004 a 2014.

Las variaciones espaciales y temporales de la abundancia relativa de merluza estimada en este estudio, a partir de datos dependientes de la pesquería (CPUE), son compatibles y muestran tendencias similares a las variaciones de la densidad y biomasa de la población de merluza estimadas a partir de datos independientes

de la pesquería, obtenidos en cruceros de evaluación realizados por IMARPE a bordo de buques científicos en los meses de mayo-junio de cada año (Figura 28).

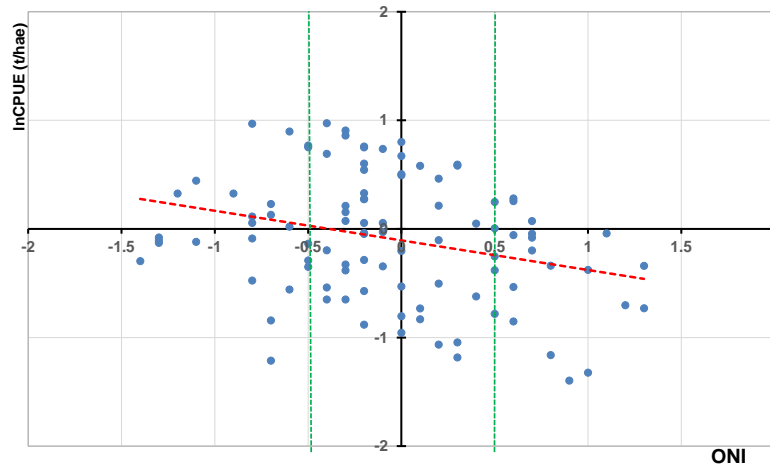


Figura 27: Diagrama de dispersión de los índices mensuales de abundancia relativa (Incpue estandarizada) de merluza en el Sector 2, en relación al indicador ambiental Oceanic Niño Index (ONI). 2004-2014. La línea discontinua representa la tendencia lineal negativa.

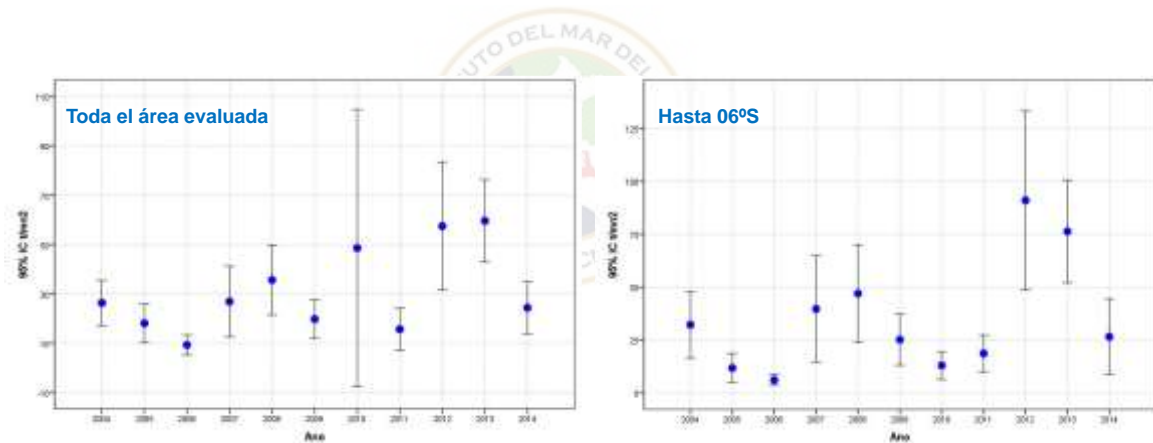


Figura 28: Densidades medias anuales ( $t/mn^2$ ) de merluza, obtenida en cruceros de evaluación de merluza y otros demersales, a bordo de buques de investigación con la aplicación del método de área barrida. 2004-2014. Izquierda: densidades medias anuales de toda el área evaluada (en promedio hasta los  $08^{\circ}S$ ). Derecha: densidades medias entre el límite norte del dominio marítimo peruano y los  $06^{\circ}S$ .

Fuente: Instituto del Mar del Perú - IMARPE

Observación que contribuye a fortalecer la hipótesis de este estudio, aceptando la variación espacial y temporal de la tasa de captura estandarizada de la flota industrial de arrastre de fondo como indicador de las variaciones de la distribución espacial y la abundancia relativa del stock disponible de merluza frente a la costa norte de Perú.



## 6. DISCUSIÓN:

La pesquería industrial de arrastre de fondo dedicada a la merluza que opera en el norte del mar peruano, analizada en este estudio, ha mostrado tener condiciones ventajosas para tratar las variaciones espaciales y temporales de la tasa de captura como indicadores de la abundancia relativa del stock disponible de merluza. Entre las condiciones favorables resaltan las siguientes: (i) el recurso objetivo se ha mantenido invariable en todo el periodo de estudio, (ii) la flota ha sido exclusiva para la pesca de arrastre, (iii) se mantuvieron las mismas áreas de pesca, (iv) no se registró el ingreso eventual de otras flotas a esta pesquería, (v) la información que se obtiene es estándar y permanente para toda la flota, etc. Factores que disminuyen significativamente la presencia de sesgos provocados por la diversificación del despliegue de la unidad de esfuerzo pesquero. Caso diferente a lo observado en otras pesquerías donde hay dos o más especies objetivo, la pesca incidental es superior a la pesca objetivo, las embarcaciones cambian de aparejo eventualmente, la información es escasa, etc., casos en los que es necesario aplicar criterios mucho más elaborados para la selección de la data y sus respectivos análisis. Como factores desventajosos se puede considerar al hecho de que el esfuerzo de pesca no se ejerce sobre toda la población del recurso, la flota no despliega homogéneamente todo su esfuerzo en toda el área de distribución del recurso, además de haber presentado suspensiones temporales de la actividad pesquera, por vedas reproductivas o vedas por tallas pequeñas, etc., factores que han podido generar sesgos en las estimaciones y que no han sido considerados en este estudio.

La pesquería de arrastre de fondo en el norte de Perú tiene como objetivo la pesca de *Merluccius gayi peruanus*, especie que constituye el ~96 % de la capturas registrada y sobre cuya dinámica poblacional impacta directamente. Esta pesquería impacta también sobre las poblaciones de aproximadamente 220 especies de peces e invertebrados, capturados por la red de arrastre durante las faenas de pesca. La mayoría de estas especies no tienen valor comercial y son descartadas, provocando efectos en la comunidad bentodemersal donde habita. Algunos de los efectos de la actividad pesquera de arrastre de fondo en Perú han sido descritos

por Ballón (2005), quien da cuenta de la reducción del nivel trófico promedio de la comunidad demersal y la afectación sobre la biomasa y la estructura por tallas de las poblaciones que cohabitan con merluza. Las especies que comparten hábitat con la merluza peruana, vulnerables a las redes de arrastre, han sido descritas en distintas investigaciones (Espino et al., 1986; Velez J. et al. 1998; Zeballos J. et al. 2000; Caccha L. et al. 2004; entre otros).

El proceso de categorización de la flota de arrastre de fondo, como parte del proceso de estandarización de la tasa de captura, demostró la viabilidad de agrupar las embarcaciones participantes en la pesquería de merluza en tres categorías o conglomerados, con características homogéneas dentro de cada categoría y heterogénea entre categorías. La no inclusión de todas las variables estructurales en el modelo de estandarización evitó problemas de colinealidad entre las variables explicativas, que podría hacer que el ajuste numérico del modelo usado en el proceso de estandarización sea inestable o conducir a problemas similares a un sobreajuste (Munder y Punt, 2004). Asimismo, la no inclusión de todas las embarcaciones como variables independientes en el modelo evitó la sobreparametrización del modelo. La categorización de la flota ha sido utilizada con éxito en otras investigaciones para remover el factor poder de pesca y la eficiencia de la flota (Goñi y Alvarez, 1998; Errazti et al., 2001; Iriondo et al., 2010). La categorización de la flota, resultante de este estudio, difiere parcialmente de la clasificación descrita en el Artículo 2º del ROP de la merluza (PRODUCE, 2003) y la descrita por Salazar et al., 2011.

Geográficamente, los tres (03) sectores identificados en este estudio muestran características ecológicas, poblacionales y pesqueras similares dentro de cada una de ellas y clara heterogeneidad entre ellas. Así, el Sector 1 engloba los caladeros ubicados al norte de los 04°30'S (norte de Talara), área influenciada por Aguas Tropicales Superficiales (Flores et al., 2013), caracterizada por la prevalencia de fauna bentodemersal de aguas tropicales y ecuatoriales, representativa de la provincia panameña (Guevara-Carrasco, 2004; Guevara-Carrasco & Leonart, 2008), los patrones de distribución, concentración y estructura poblacional de merluza difiere de los otros sectores por la mayor disponibilidad de ejemplares de tallas mayores (merluzas más grandes); operativamente se encuentra a mayor

distancia del principal puerto de operaciones de la flota (Paita, 05°S) con los consecuentes mayores gastos operativos y tiempo de duración de los viajes de pesca, determinante en la dinámica pesquera de la flota. El Sector 2, que engloba los caladeros ubicados entre los 04°30'S y los 06°00'S, dentro de una zona de mezcla con influencia alternada de aguas tropicales y agua costeras frías en superficie y por la Corriente Subsuperficial Ecuatorial o Corriente de Cromwell a nivel subsuperficial (Flores et al., 2013); se caracteriza por ser la zona de pesca preferida por la flota industrial, a corta distancia del principal centro de operaciones ubicado en Paita (05°05'S), con permanente disponibilidad de merluza; sector con mayor concurrencia de la flota y mayor contribución a las capturas, donde se hace más notable la influencia de los factores ambientales sobre los patrones de distribución y abundancia del recurso merluza; sector que marca el ritmo de la dinámica de la flota pesquera. Y el Sector 3, que incluye los caladeros ubicados al sur de los 06°00'S, caracterizado por la presencia de fauna bentodemersal asociada a aguas costeras frías, propias del Gran Ecosistema Marino de la Corriente de Humboldt (GEMCH) y el sistema asociado de afloramiento costero, (Guevara-Carrasco, 2004; Guevara-Carrasco y Leonart, 2008), además de la presencia de ejemplares de merluza de grupos de talla menores, propio de la gradiente latitudinal de la estructura por tallas de esta especie, lo que convirtió a este sector como el menos concurrido por la flota y eventualmente sometido a suspensiones temporales, que limitaron el ejercicio de presión de pesca sobre los cardúmenes de merluza de tallas menores.

Siendo que la interpretación de las tasas de captura en la construcción de índices de abundancia del stock debería estar basada en el entendimiento de la dinámica ligada a la distribución espacial del stock y el esfuerzo pesquero y preferiblemente sobre las relaciones entre ellos (Campbell 2004), es pertinente considerar a estos tres sectores para posteriores investigaciones y la recomendación de medidas de ordenamiento pesquero, como herramienta efectiva para un manejo con enfoque espacial, tomando decisiones de ordenamiento diferenciadas, considerando las particularidades bioecológicas y pesqueras de cada sector.

El modelo GLM adoptado en este estudio para el proceso de estandarización de la CPUE, ha mostrado un ajuste aceptable para evaluar la variabilidad de la tasa de

captura de merluza y los factores asociados. La delimitada distribución latitudinal y batimétrica de esta pesquería permite, posiblemente, que las variaciones en su distribución espacial sean recogidas adecuadamente por las tasas de captura, posibilitando que variaciones temporales de éstas sean proporcionales a las variaciones de la abundancia. Esto indicaría que, en este caso, los registros de la pesca comercial podrían ser utilizados adecuadamente para la obtención de un índice de abundancia relativa y que es viable asociar los valores ajustados de la tasas de captura con las tendencias de la variabilidad de la abundancia relativa del recurso merluza frente a la costa norte de Perú.

El modelo resultante de este estudio explica el 31 % de la variabilidad total de la tasa de captura, aunque este valor puede interpretarse como bajo, es importante acotar que generalmente los modelos usados para estandarizar la CPUE han explicado un bajo porcentaje de la variabilidad total de los datos, posiblemente por la escases de información o la dificultad para identificar e incluir todas las variables clave que afectan la tasa de captura (Punt et al., 2000).

Maunder y Punt (2004) señalan que hay una interacción entre el nivel de variación explicado y el nivel de agregación de los datos, cuando los datos están muy desagregados (por ejemplo lance por lance) el poder explicativo es generalmente bajo. El aparentemente bajo nivel de explicación del modelo a la variación de la variable respuesta ha sido también observado en otras investigaciones, por lo que no necesariamente representa una deficiencia en el modelo (Quiroz et al., 2005). Estudios previos de estandarización de CPUE, usando este mismo enfoque, han mostrado que la proporción de variación no explicada por el modelo es alta (Goñi y Alvarez, 1998; Bernasconi et al., 2015 y otros). Lo que conllevó a aceptar el modelo obtenido en este estudio como representativo de la tasa de captura de merluza y sus valores estandarizados como indicadores de la abundancia relativa del stock. Índices de abundancia que juegan rol vital en el monitoreo de las fluctuaciones del stock a través del tiempo y que son frecuentemente usadas para calibrar modelos de producción y análisis de población virtual (González y Restrepo, 2001).

Entre las variables no consideradas en el análisis, que hubieran contribuido a reducir la proporción de la variación no explicada por el modelo, pudieran

considerarse: el efecto de algún factor ambiental más directamente relacionado con el hábitat de la merluza, la experiencia y conocimiento del patrón de pesca, cambios de tripulación, mejoras en las tecnologías de detección, mejoras en los aspectos operacionales y tecnológicos de la pesquería, temporadas de cierre de pesca, épocas reproductivas, estructura poblacional, influencia de factores económicos y decisiones de manejo, cambios en intereses comerciales u otras (Goñi y Alvarez, 1998; Salthaug y Godo, 2001; Campbell, 2004). Variables no disponibles para esta investigación.

De las variables y sus interacciones incluidas en el modelo, resalta la considerable proporción con la que el efecto *Flota* contribuye a explicar la variación de la tasa de captura de merluza (48 %), la que estaría relacionada a las diferencias en el poder de pesca entre las embarcaciones que forman parte de la flota industrial de arrastre de fondo y la alta influencia que juegan las características de los barcos sobre la tasas de captura, situación que es común cuando se analizan pesquerías de arrastre (Costas y Punzón, 2006; Samy-Kamal et al., 2015). Es ampliamente reconocido que las características técnicas de la flota y su especialización son los principales factores que influyen en la tasa de captura (Hilborn y Walters, 1992). Le sigue en importancia el efecto *año* (35 %), que representa la variación de la tasa de captura explicada por la disponibilidad del recurso, asociado a las fluctuaciones anuales de la biomasa del stock debido a cambios anuales del reclutamiento, crecimiento, mortalidad natural o por pesca o al patrón de distribución del recurso (Hilborn y Walters, 1992) . El efecto *Flota* y el efecto *Año* contribuyeron con el 83 % de la variabilidad explicada por el modelo.

Del análisis de la variación mensual de la tasa de captura en relación a las condiciones ambientales, se desprende que los mayores rendimientos de la flota se registraron en presencia de condiciones ambientales ligeramente frías y que los menores valores se generan en condiciones cálidas. En presencia de condiciones cálidas es necesario el despliegue de mayor esfuerzo pesquero para obtener una cantidad de pesca determinada, la misma que se obtendría con menor esfuerzo en condiciones frías. Las condiciones cálidas del ambiente propician la presencia de factores ambientales favorables para la distribución de merluza (Espino et al., 1985; Guevara-Carrasco & Leonart, 2008), generando dispersión poblacional y por tanto

menor abundancia relativa (individuos por unidad de área); al contrario de lo que ocurre en condiciones ligeramente frías, que son menos favorables para la dispersión, provocando que el recurso tienda a conglomerarse (mayor número de individuos por unidad de área), siendo más vulnerable y accesible al esfuerzo de pesca. Este efecto de las condiciones ambientales sobre los patrones de distribución del recurso merluza en el mar peruano ha sido descrito por diversos autores (Espino et al., 1984; Espino et al., 1985; Espino y Yamashiro, 1996; Espino, 1999; Vargas, 2008; Espino & Yamashiro, 2012). Sin embargo, la presencia de condiciones frías, si bien beneficia el incremento de la tasa de captura en el primer instante, su permanencia provoca el desplazamiento latitudinal del stock disponible de merluza hacia el norte, alejando los ejemplares de mayores tallas a latitudes menores e incrementando la disponibilidad de merluzas de tallas menores en los principales caladeros, modificando el patrón de comportamiento de la flota y la adopción de medidas de ordenamiento que evitan que se ejerza poder de pesca sobre porciones de la población con alta presencia de ejemplares “juveniles”, restringiendo las áreas de acceso a la pesca y/o suspendiendo temporalmente toda la actividad extractiva. Otras investigaciones que han abordado la influencia del medio marino sobre la dinámica poblacional de merluza peruana, confluyen en que la variación en las condiciones ambientales juegan papel importante en los patrones de distribución y abundancia de merluza frente a la costa norte de Perú (Espino y Yamashiro, 2012; Vargas, 2008; Argumedo, 2014, etc.).

Los indicadores biológicos, poblacionales y pesqueros analizados en este estudio dan cuenta de un stock disponible de merluza que ha experimentado variaciones espaciales y temporales en sus niveles de abundancia, distribución y estructura poblacional. En escala interanual se han identificado tres periodos claramente heterogéneos entre sí, un primer periodo de tendencia general descendente, entre 2004 a 2006, en el que se han reportado las menores capturas anuales del periodo analizado y cuya abundancia media descendió a los más bajos niveles observados, además de la disminución de la talla y del peso medio individual de merluza en las capturas y el incremento de la presión de pesca reflejado en el aumento del total de horas efectivas de arrastre y por tanto un incremento del impacto de la flota sobre el subsistema bentodemersal donde operó. Un seguro período, entre 2007 y

2011, denotó una población relativamente estable con niveles medios de abundancia relativa que se mantuvieron con una leve tendencia ascendente, compuestas principalmente por merluzas de edad 2 (27 cm) en las principales zonas de pesca ubicadas frente a Paita (Sector 2), escasa presencia de ejemplares más viejos (4+) y con importantes niveles de abundancia de ejemplares menores (1 año de edad) al sur de los 6°S (Sector 3), con incrementos anuales en la captura de merluza (tanto en peso como en número), periodo en el que se establecieron sucesivas medidas de manejo pesquero tendentes a reducir la presión de pesca sobre merluzas de tallas menores y proteger los periodos de desove. Y un tercer periodo, entre enero de 2012 y diciembre de 2014, en el que la conjunción de factores ambientales y poblacionales favorecieron el desplazamiento latitudinal de la población de merluza, mostrando un sustantivo incremento en sus niveles de abundancia sobre la plataforma continental y borde superior del norte del mar peruano, la expansión de su distribución espacial (latitudinal y batimétrica) y un aumento considerable de la disponibilidad de merluzas de tallas mayores (3+), factores que se reflejaron en la obtención de mejores capturas con el despliegue de menor esfuerzo pesquero. En escala mensual, la población mostró desplazamientos latitudinales y batimétricos estacionales, asociados a cambios en las condiciones oceanográficas del medio marino donde habita y relacionados al comportamiento reproductivo de la especie (en épocas de desove los grupos de merluzas adultas se desplazan a zonas de menor profundidad).

La tendencia ascendente de los indicadores biológicos y poblacionales de merluza observados en la última etapa de este estudio denota un avance en el proceso de recuperación poblacional de la merluza propuesto como objetivo en el actual Reglamento de Ordenamiento Pesquero (PRODUCE; 2003), aunque sus niveles medios aún sean menores a los observados en décadas anteriores (Wosnitza-Mendo et al., 2004). El incremento de la biomasa parental y la presencia de una mayor diversidad de grupos de edad en la población son compatibles con las recomendaciones de manejo de los talleres de expertos realizadas en 2003 y 2004 (IMARPE 2004 a y b), lo que favorecería la sostenibilidad del recurso y su pesquería.

El avance en las condiciones de los indicadores biológicos y poblacionales no solo ha contribuido a favorecer los procesos de reclutamiento y crecimiento poblacional, sino que ha significado un importante beneficio económico y social para el sector pesquero relacionado a esta actividad. La Asociación de Exportadores del Perú (ADEX) reportaron el crecimiento de la exportación de merluza entre 2010 y 2014, con el incremento de mercados externos liderados por Alemania, Venezuela, Rusia, Italia España y EEUU, con un crecimiento del valor de las exportaciones que ha ido de US\$ 18,60 millones en 2010 a US\$ 39,40 millones en 2014 (ADEX, 2015).

Atribuir los cambios en la distribución y abundancia de la población de merluza a un solo factor no es correcto. El efecto del clima y las condiciones ambientales es sin duda uno de los factores más relevantes; sin embargo, dilucidar el impacto del clima sobre los procesos ecológicos es tarea compleja, debido a que el clima no afecta a las poblaciones a través de un factor individual, sino a través de una mezcla de factores de las condiciones locales (Stenseth et al., 2003 en Meiners, 2007). Las merluzas observan un comportamiento espacial fuertemente vinculado a su biología, con gradientes latitudinales y batimétricas en la distribución por grupos de edad (las merluzas jóvenes ocupan diferentes zonas que las merluzas adultas), en época de desove las merluzas adultas tienden a agregarse sobre la plataforma continental y desplazarse a zonas más someras, además de los desplazamientos alimenticios diarios en la columna de agua y su interacción con el desplazamiento de especies que forman parte de su cadena trófica (presas y/o predadores). Cambios en los patrones de abundancia y distribución espacial, como respuesta a factores ambientales, biológicos y pesqueros no son exclusivos de la merluza peruana, comportamientos similares han sido reportados para *Merluccius merluccius* en el Noreste del Océano Atlántico (Korta et al., 2015), para *Merluccius capensis* y *M paradoxus* en Sudáfrica y Namibia (Durholtz et al., 2015; Wilhelm, 2015), *Merluccius australis* en Nueva Zelanda (Horn, 2015), *Merluccius gayi* en Chile (Gatica et al., 2015), *Merluccius hubbsi* y *Merluccius australis* en el sudoeste del Océano Atlántico (Arkhipkin et al., 2015; Lorenzo y Defeo, 2015; Vaz-dos-Santos y Schwingel, 2015), *Merluccius productus* en la costa oeste de Norte América (Hamel et al., 2015), entre otros.



Esta investigación, aunque no identifica de manera explícita todos los factores que han influido directamente en la mejora del estado del stock y su pesquería entre 2012 y 2014, a través de la observación de las variaciones de las tasas de captura como indicador de abundancia poblacional, pone en evidencia la evolución del estado de las condiciones biológicas, poblacionales y pesqueras de la merluza peruana, como herramienta útil para orientar las acciones de investigación y manejo pesquero.

Las características del Sistema de la Corriente de Humboldt del norte frente al Perú, promueven que las decisiones sobre las pesquerías sean tomadas en tiempo casi real usando las observaciones más recientes, haciendo probable que éste sea el único lugar en el mundo donde este estilo de manejo 'adaptativo' sea posible (Chavez et.al, 2008). En este contexto, la permanente observación de la variación espacial y temporal de indicadores poblacionales, a partir del uso de datos dependientes de la pesquería, tales como la tasa de captura estandarizada de la flota como índice de abundancia relativa propuesta en esta investigación, junto con la información proveniente de cruceros de investigación, favorecería la disponibilidad permanente de herramientas válidas y oportunas para la toma de decisiones para el adecuado manejo pesquero del recurso merluza en Perú.

En ese sentido, juega rol preponderante la investigación científica que realiza IMARPE, a través de programas de estudio y monitoreo permanente de los indicadores biológicos, pesqueros, poblacionales y ecosistémicos de la merluza y su hábitat, contribuyendo al conocimiento de los complejos procesos que intervienen en la dinámica poblacional de merluza en relación a la variabilidad ambiental, a las características del subsistema bentodemersal donde habita y a la actividad pesquera conexas, poniendo a disposición las bases científicas, fiables y oportunas sobre la que se sostienen las acciones de ordenamiento pesquero y orientando el comportamiento de la flota pesquera hacia la sostenibilidad.

## 7. CONCLUSIONES:

1. Entre 2004 y 2014, la pesquería industrial de arrastre de fondo que tuvo como objetivo la captura de merluza peruana, operó sobre la plataforma continental y borde superior del talud continental frente a la costa norte del Perú entre los 03°24'LS y los 07°00'LS a profundidades que oscilaron entre 30 y 456 m.
2. El área de influencia de la pesquería de arrastre de merluza se puede clasificar en tres sectores con características biológicas, ecológicas y pesqueras heterogéneas entre sí, determinantes sobre la dinámica poblacional del stock disponible de merluza y la dinámica de la flota, potencialmente tratables como unidades de manejo con fines de investigación y administración pesquera.
3. La flota industrial de arrastre de fondo, cuya pesca objetivo fue la merluza peruana, estuvo compuesta por 54 embarcaciones, las que de acuerdo a sus variables estructurales y rendimiento medio, ha sido categorizada en tres conglomerados o tipos de flota, con características homogéneas dentro de cada conglomerado y heterogéneas entre conglomerados, con diferentes niveles de impacto sobre el stock del recurso merluza, el hábitat y su pesquería.
4. El proceso de estandarización de la tasa de captura de merluza, realizado en este estudio, a partir de un modelo lineal generalizado gaussiano lognormal, aplicado a datos de captura por unidad de esfuerzo como variable respuesta y considerando a los efectos año, flota, estrato, sector, ambiente y algunas interacciones como variables explicativas, dio como resultado un modelo aceptable que explica el 31% de la variación de la tasa de captura, siendo flota y año las variables que mejor contribuyen a explicar los cambios en la CPUE. La tasa de captura estandarizada resultante es un indicador efectivo de la variación espacial y temporal de la abundancia relativa de *Merluccius gayi peruanus* en el mar peruano.
5. En análisis de las variaciones espaciales y temporales de la tasa de captura estandarizada, como indicador de abundancia, permite concluir que, entre 2004

y 2014, el stock disponible de merluza en el norte del mar peruano, ha experimentado cambios en sus patrones de distribución y abundancia, los que en escala multianual se pueden resumir en tres escenarios:

- El primero, entre 2004 y 2006, caracterizado por el descenso sostenido de los niveles de abundancia, concentración, captura y estructura poblacional hasta alcanzar sus más bajos niveles a finales del 2006, en condiciones oceanográficas ligeramente cálidas.
- Un segundo escenario, entre 2007 y 2011, cuyos niveles de abundancia se mantuvieron casi estables, caracterizado por variaciones estacionales de la abundancia relativa y estructura poblacional, con predominio de merluzas del grupo de edad 2 y sus respectivos desplazamientos latitudinales influenciados por la variación estacional de la ESCC.
- El tercero a partir de marzo de 2012 hasta la primera mitad de 2014, con altos valores de densidad media y amplia disponibilidad de merluzas de tallas mayores en las principales zonas de pesca de la flota industrial, con niveles aceptables de biomasa parental y disminución de presión de pesca sobre el stock, con indicadores poblacionales, ecológicos y pesqueros positivos.

En general, la metodología aplicada en este estudio permite determinar los cambios espaciales y temporales de la dinámica poblacional de merluza *Merluccius gayi peruanus*, a partir del análisis de la variación de las tasas de captura estandarizadas obtenidas de la flota industrial arrastrera que opera en la costa norte de Perú.

## 8. RECOMENDACIONES:

- Considerar la zonificación propuesta en este estudio, clasificando la principal área de distribución del stock disponible de merluza en tres sectores: Sector 1, considera las áreas de pesca ubicadas al norte de los 04°30'S, el Sector 2 entre 04°30'S y los 06°00'S y el Sector 3 que involucra la plataforma continental y región superior del talud continental ubicados al sur de los 06°00'S. Zonificación que considera las características poblacionales, ecológicas y pesqueras del subsistema bentodemersal, como herramienta para optimizar la planificación y ejecución de programas de investigación y administración pesquera del recurso merluza con enfoque espacial.
- Implementar un programa permanente de estandarización de la tasa de captura de merluza en la flota industrial arrastrera, como fuente para el monitoreo de las variaciones espaciales y temporales de la distribución y abundancia de merluza en relación con las variables ambientales.
- Mantener el programa de observación de la tasa de captura de la flota industrial arrastrera y fortalecer la toma de información de factores relacionados a la capturabilidad y disponibilidad del recurso merluza, que contribuyan a explicar con mayor certidumbre las variaciones de la CPUE como índice de abundancia relativa.
- Utilizar las series anuales de tasa de captura estandarizada para la aplicación de modelos de producción y la calibración de los modelos de Análisis de Población Virtual (APV), combinando y validando sus resultados con los obtenidos de fuentes independientes de la pesquería (cruceros de evaluación y/u operaciones merluza) en las evaluaciones poblacionales de merluza.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ADEX. 2015. "Merluza se mantuvo al alza por cuarto año consecutivo". Boletín Semanal N° 111. Del 13 al 19 de febrero del 2015, p 8.
- Andrade H. 2009. Standardized catch rates for skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) caught in the southwest South Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 64(4):1023-1031
- Arancibia H. 2015. Hakes, Biology and Exploitation. Fish and Aquatic Resources Series 17.
- Argumedo E. 2014. Mudanças de longo prazo (1971 – 2012) na abundância e dinâmica populacional da merluza peruana *Merluccius gayi peruanus* na zona norte do Peru. Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica da Universidade Federal do Rio Grande, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre. 81 pp.
- Arkhipkin A. I.; V. V. Laptikhovsky; A. J. Barton. 2015. Biology and fishery of common hake (*Merluccius hubbsi*) and southern hake (*Merluccius australis*) around the Falkland/Malvinas Islands on the Patagonian Shelf of the Southwest Atlantic Ocean, en: Hakes, Biology and Exploitation. Chapter 6. Fish and Aquatic Resources Series 17.
- Armstrong D. 1981. Investigación de la merluza en IMARPE. Inf. Inst. Mar Perú, 79, Parte I, 47 pp.
- Ballón R. 2005. Comparative analysis of the community structure and trophic relations of the Peruvian hake *Merluccius gayi peruanus* and its by-catch of the years 1985 and 2001. Msc Thesis in International Studies in Aquatic Tropical Ecology. University of Bremen, Faculty for Biology and Chemistry. 74 pp.
- Ballón R., C. Wosnitza-Mendo; R. Guevara-Carrasco; A. Bertrand. 2008. The impact of overfishing and El Niño on the condition factor and reproductive

- success of Peruvian hake, *Merluccius gayi peruanus*. Progress in Oceanography 79 (2008) 300–307.
- Benites C.; E. Barriga. 2011. La población de la merluza peruana durante el verano 2004. Crucero BIC Olaya 0401-02. Informe IMARPE Vol. 38 (3): 275-279 pp.
- Bernasconi J.; M.R. Perier; E.E. Di Giácomo. 2015. Standardized catch rate of cockfish, *Callorhynchus callorhynchus*, in a bottom trawl fishery of Patagonia: Is it possible its use as a predictor of abundance trend? Brazilian journal of Oceanography, 63(2):147-160
- Brooks E.; M. Ortiz; L. K. Beerkircher. 2005. Standardized catch rates for blue shark and shortfin mako shark from the U.S. pelagic logbook and U.S. pelagic observer program, and U.S. weighout landings. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 58(3): 1054-1072.
- Caccha L.; A. Rodriguez; J. Antón. 2004. Estructura comunitaria bentodemersal peruana durante el otoño austral 2001. Inf. Inst. Mar Perú 32(3): 289-296. Julio-Setiembre 2004.
- Campbell R. 2004. CPUE standardization and the construction of indices of stock abundance in a spatially varying fishery using general linear models. Fisheries Research 70 (2004) 209–227
- Castañeda M. B.; Cabrera, A. F.; Navarro, Y.; Vries W. de. 2010. Procesamiento de datos y análisis estadísticos utilizando SPSS: Un libro práctico para investigadores y administradores educativos [recurso electrónico] – Porto Alegre: EDIPUCRS, 2010.165 p
- Castillo R; M. Samamé; F. Fernández 2001. Distribución y estructura poblacional de la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*). Forum de la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*): Biología y pesquería. Documento de trabajo. 55-62
- Castillo R. 2004. Estimación de la biomasa de merluza peruana en el verano de 2001, por el método de área barrida. Inf. Inst. Mar Perú 32(3): 213-217 pp.

- Chang F. Ch.; S.Y. Yeh. 2008. Standardized cpue of south Atlantic albacore (*Thunnus alalunga*) based on Taiwanese longline catch and effort statistics dating from 1967 to 2005. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 62(3): 858-869.
- Chavez F.P.; Bertrand A.; Guevara-Carrasco R.; Soler, P.; Csirke, J. 2008. El sistema del norte de la Corriente de Humboldt, historia breve, estatus actual y una vista hacia el futuro. Progress in Oceanography, vol. 79, pp. 3-15.
- Chirichigno N.; J. Vélez. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú (Segunda edición, revisada y actualizada). Inst. Mar Perú. Publicación Especial. 500 pp. Diciembre 1998.
- Chirichigno N.; M. Cornejo. 2001. Catálogo comentado de los peces marinos del Perú. Inst. Mar Perú. Publicación Especial. 314 pp. Abril 2001.
- Cochrane, K. (2005). La ordenación pesquera. En FAO, Guía del administrador pesquero: Medidas de ordenación y su aplicación. Roma, Italia.
- Costas G.; A. Punzón. 2006. Trends in Spanish catch rates for Northern European hake *Merluccius merluccius* (L., 1758): Standardizing trawler and longliner fleets in ICES subarea VII. Bol. Inst. Esp. Oceanogr. 22 (1-4). 91-98 pp.
- Cramer J.; M. Ortíz. 2001. Standardized catch rates for large bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, from the U.S. pelagic longline fishery in the Gulf of Mexico and off the Florida east coast. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 52(3): 1070-1077.
- Csirke, J., 1980 Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. FAO, Doc.Téc.Pesca, (192):82 p.
- Cubillos L.; M. Canales; A. Hernández; D. Bucarey; L. Vilugrón; L. Miranda. 1998. Poder de pesca, esfuerzo de pesca y cambios estacionales e interanuales en la abundancia relativa de *Strangomera bentincki* y *Engraulis ringens* en el área frente a Talcahuano, Chile (1990-97). Invest. Mar. Valparaíso, 26: 3-14.
- Cubillos L. 2005. Biología Pesquera y Evaluación de Stock. Laboratorio Evaluación de poblaciones marinas y análisis de pesquerías, Departamento de Oceanografía, UDEC, Concepción, 180 p.

- Durholtz M. D.; L. Singh; T. P. Fairweather; R. W. Leslie; C. D. van der Lingen; C. A. R. Bross; L. Hutchings; R. A. Rademeyer; D. S. Butterworth; A. I. L. Payne. 2015. Fisheries, ecology and markets of South African hake. en: Hakes, Biology and Exploitation. Chapter 2. Fish and Aquatic Resources Series 17.
- Errazti E.; D. R. Hernández; M. I. Bertolotti; J. J. Buono. 2001. Estratificación y análisis de la eficiencia de la flota costera de pequeña escala perteneciente a la sociedad de patrones pescadores del Puerto de Mar del Plata. *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros*, 3: 107-119.
- Espino, M.; C. Wosnitza-Mendo; R. Castillo. 1984. La pesca de arrastre de la flota costera de Paita entre 1970-1982. *Boletín Inst. Mar Perú*. Vol. 8 (5) 163-178 pp.
- Espino M.; C. Wosnitza-Mendo. 1984. La relación entre stock y reclutamiento de la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*). *Boletín Inst. Mar Perú*. Vol. 8 (5) 179-189 pp.
- Espino M.; C. Benites; M. Maldonado. 1985. Situación de la población de merluza (*Merluccius gayi peruanus*) durante <<El Niño>> En: *El Niño – Su impacto en la fauna marina*. *Boletín Extraordinario Inst. Mar Perú*. 159-162.
- Espino M.; J. Castillo; F. Fernández; A. Mendieta; C. Wosnitza-Mendo; J Zeballos. 1986. El Stock de merluza y otros demersales en abril de 1985. *Inf. Ins. Mar Perú* N° 89. 57 pp.
- Espino M.; C. Wosnitza-Mendo. 1989. Biomass of hake (*Merluccius gayi*) off Perú, 1953-1987, p. 298-305. In D.Pauly, P. Muck, J. Mendo y I. Tsukayama (eds). *The Peruvian upwelling ecosystem: dynamics and interactions*. ICLARM Conference Proceedings 18.
- Espino M., Castillo, R., Fernández, F. 1995. Biology and fisheries of Peruvian hake (*M. gayi peruanus*). In: Alheit, J., Pitcher, T.J. (Eds.), *Hake. Fisheries, Ecology and Markets*. Chapman & Hall, London, pp. 339–363.
- Espino M.; C. Yamashiro. 1996. El Niño y la Ordenación Pesquera en el Perú. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú*. N° 40. 19 pp.



- Espino M. 1999. "El Niño 1997-98": Su efecto sobre el ambiente y los recursos pesqueros en el Perú. Rev. Perú. Biol. Volumen Extraordinario: 97-109.
- Espino M. 1999. La merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*): Situación actual y perspectivas de explotación. Inf. Prog. Inst. Mar Perú N° 98. 20 pp.
- Espino M.; M. Samamé; R. Castillo. 2001. Pesquería y dinámica de población de merluza (*Merluccius gayi peruanus*). Fórum de la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*): Biología y pesquería. Documento de trabajo. 75-82
- Espino M.; C. Yamashiro. 2012. La variabilidad climática y las pesquerías en el Pacífico suroriental. Lat. Am. J. Aquat. Res., 40(3): 705-721.
- Espinoza-Morriberón D.; R. Oliveros-Ramos; E. Díaz. 2010. Estandarización de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de la flota industrial de cerco del stock norte-centro de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens* Jenyns). Bol. Inst. Mar Perú, 25 / Nos. 1 y 2 / Enero - Diciembre 2010.
- Flores R.; J. Tenorio; N. Domínguez. 2009. Variaciones de la Extensión Sur de la Corriente Cromwell frente al Perú entre los 3 y 14°S. Bol. Inst. Mar Perú, 24 / Nos. 1 y 2. 45-58 pp.
- Flores R., M. Espino, G. Luque & J. Quispe. 2013. Patrones de variabilidad ambiental en el mar peruano. En: Csirke J., R. Guevara-Carrasco & M. Espino (Eds.). Ecología, pesquería y conservación del jurel (*Trachurus murphyi*) en el Perú. Rev. Peru. Biol. Número especial 20(1): 021 – 028.
- Gatica C.; L Cubillos. 2002. Análisis de las tasas de captura de jurel (*Trachurus symmetricus*) en la zona centro-sur de Chile (1987-1999). Invest. Mar., Valparaíso, 30(2): 45-56.
- Gatica C.; A. Hernández. 2003. Tasas de captura estandarizadas como índice de abundancia relativa en pesquerías: enfoque por Modelos Lineales Generalizados. Invest. Mar., Valparaíso, 31(2): 107-115.

- Gatica C.; S. Neira; H. Arancibia; S. Vásquez. 2015. The biology, fishery and market of Chilean hake (*Merluccius gayi gayi*) in the Southeastern Pacific Ocean en: Hakes, Biology and Exploitation. Chapter 5. Fish and Aquatic Resources Series 17.
- García M.; I. Gilces; F. Lavayen; C. Daza; C. Bermudez; E Avila; A. Cevallos. 2014. Informe final de la pesquería de la merluza (*Merluccius gayi*) en el Ecuador continental 2013 - Periodo 20 de abril - 30 de diciembre del 2013. Ministerio de Agricultura, Ganadería Acuacultura y Pesca. Viceministerio de Acuacultura y Pesca. Ecuador. 24 pp.
- Goicochea C.; C. Wosnitza-Mendo; J. Mostacero; P. Moquillaza. 2010. Periodicidad de formación de anillos de crecimiento en otolitos de la merluza peruana *Merluccius gayi peruanus* Ginsburg. Informe IMARPE Vol. 37 (3-4): julio – diciembre. 79-83 pp.
- Gonzalez, J.; V. Restrepo. 2001. FAO/Western Central Atlantic Fishery Commission. Report of the FAO/DANIDA/CFRAMP/WECAFC Regional Workshops of the Assessment of the Caribbean Spiny Lobster (*Panilurus argus*). Belize City, Belize, 21 April - 2 May 1977 and Merida, Yucatan, Mexico, 1-12 June 1998. FAO Fisheries Report. N° 619. Rome. FAO. 2001. 381 p.
- Goñi R.; F. Alvarez. 1998. Application of Generalized Linear modelling to the study of catch rates of western mediterranean trawl fleets. Rapp. Comm. int. Mer Médit., 35.
- Guevara-Carrasco R.; R. Castillo; A. González. 1996. Aspectos Metodológicos de la evaluación directa de la Merluza (*Merluccius gayi peruanus*) con el método del área barrida (Cr. BIC SNP-1, 9505-06). Inf. Inst. Mar Perú N° 117. 8-15 pp.
- Guevara-Carrasco R.; C. Wosnitza-Mendo. 1997. Análisis poblacional del recurso merluza (*Merluccius gayi peruanus*) en otoño de 1997. Inf. Inst. Mar Perú N° 128: 25 32 pp.

- Guevara-Carrasco R. 2004. Sobrepesca de la merluza peruana: lecciones mal entendidas. Bol. Inst. Mar Perú, 21 / Nos. 1 y 2 / Enero - Diciembre 2004.
- Guevara-Carrasco, R.; J. Lleonart. 2008. Dynamics and fishery of the Peruvian hake: Between nature and man. Journal of Marine Systems 71 (2008) 249–259.
- Guevara-Carrasco R.; C. Wosnitza-Mendo. 2009. Cambios en la productividad de la merluza peruana. III Panel Internacional de Expertos de Evaluación de la Merluza Peruana *Merluccius gayi peruanus*, Manejo Precautorio de la Merluza Peruana. Bol. Inst. Mar Perú, 24 / Nos. 1 y 2 / Enero - Diciembre 2009. 15-20 pp.
- Hamel O. S.; P. H. Ressler; R. E. Thomas; D. A. Waldeck; A. C. Hicks; J. A. Holmes; G. W. Fleischer. 2015. Biology, fisheries, assessment and management of Pacific hake (*Merluccius productus*) en: Hakes, Biology and Exploitation. Chapter 9. Fish and Aquatic Resources Series 17.
- Hilborn R.; C. J. Walters. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty. Chapman and Hall, New York 570 pps.
- Hinton, M. G.; M. N. Maunder. 2003. Methods for standardizing CPUE and how to select among them. Collective Volume of Scientific Papers ICCAT, 56:169-177.
- Horn P. 2015. Southern hake (*Merluccius australis*) in New Zealand: biology, fisheries and stock assessment, en: Hakes, Biology and Exploitation. Chapter 4. Fish and Aquatic Resources Series 17.
- IMARPE. 2004a. Informe de la primera sesión del panel internacional de expertos para la evaluación de la población de la merluza peruana. Marzo de 2003. Boletín Inst. Mar Perú. Vol. 21/Nos. 1 y 2. 35-78 pp.
- IMARPE. 2004b. Informe de la segunda sesión del panel internacional de expertos para la evaluación de la población de la merluza peruana. Marzo de 2004. Boletín Inst. Mar Perú. Vol. 21/Nos. 1 y 2. 79-119 pp.

- IMARPE. 2012. Pesquería de la merluza durante el 2012 y recomendaciones para su manejo pesquero el 2013. Informe Interno.
- Iriondo, A.; R. Prellezo; M. Santurtún; D. García; I. Quincoces; E. Mugerza. 2010. A multivariate approach for metier definition: A case study of Basque Country trawlers. *Revista de Investigación Marina*. 17(6): 139-148.
- Korta M.; D. García; M. Santurtún; N. Goikoetxea; E. Andonegi; H. Murua; P. Álvarez; S. Cerviño; J. Castro; A. Murillas. 2015. European hake (*Merluccius merluccius*) in the Northeast Atlantic Ocean. en: Hakes, Biology and Exploitation. Chapter 1. Fish and Aquatic Resources Series 17.
- Lloris D.; Matallanas, J.; Oliver, P. 2003. Merluzas del mundo (Familia Merlucciidae). Catálogo comentado e ilustrado de las merluzas conocidas. FAO Catálogo de Especies para los Fines de la Pesca. No. 2. Roma, FAO. 57p.
- Lorenzo M.I.; O. Defeo. 2015. The biology and fishery of hake (*Merluccius hubbsi*) in the Argentinean–Uruguayan Common Fishing Zone of the Southwest Atlantic Ocean en: Hakes, Biology and Exploitation. Chapter 7. Fish and Aquatic Resources Series 17.
- Maunder M.; A. Punt. 2004. Standardizing catch and effort data: a review of recent approaches. *Fisheries Research* 70 (2004) 141–159.
- McCullag, P. and J. A. Nelder. 1989. Generalized Linear Models. 2nd edition. Chapman & Hall. London: 511 pp.
- Meiners C.G. 2007. Importancia de la variabilidad climática en las pesquerías y biología de la merluza europea *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) de la costa Noroccidental Africana. Tesis Doctoral Universidad Politécnica de Cataluña. 187 pp.
- Morón O.; L. Vásquez; E. Tello. 2001. Variabilidad de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell. (ESCC) en el Mar del Perú. IN: FORUM-La Merluza Peruana (*Merluccius gayi peruanus*) Biología Pesquera. Instituto del Mar del Perú. 120 pp.

- Murua H. 2010. The Biology and Fisheries of European hake, *Merluccius merluccius*, in the north-east Atlantic. *Advances in Marine Biology*; Volume 58: 97-154.
- Pedroza H.; L. Dicovskyi. 2007. Sistema de Análisis Estadístico con SPSS. IICA, INTA. 167 pp.
- PRODUCE. 2003. Aprueban Reglamento del Ordenamiento Pesquero del Recurso Merluza. Decreto Supremo N° 016-2003-PRODUCE. Diario Oficial El Peruano. 30 de mayo 2003. 245085-245089 pp.
- Punt A.; T. Walker; B. Taylor; F. Pribac. 2000. Standardization of catch and effort data in a spatially-structured shark fishery. *Fisheries Research* 45. 129-145.
- Queirolo D. 2011. Selectividad para la sustentabilidad de pesquerías demersales, contexto y avances en las pesquerías de *Merluccius gayi* y *Merluccius hubbsi*. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 163 pp.
- Quiroz J.C.; R. Wiff; C. Montenegro. 2005. Factores que afectan la tasa de captura de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en la zona norte de Chile. *Invest. Mar., Valparaíso*, 33(1): 43-55.
- Salazar C.; J. Alarcón.; E. Barriga.; G. Chacón.; F. Ganoza; R. Cornejo. 2011. "Situación de la pesquería de merluza (*Merluccius gayi peruanus*)". En: Selectividad para la sustentabilidad de pesquerías demersales, contexto y avances en las pesquerías de *Merluccius gayi* y *Merluccius hubbsi* / D. Queirolo P., Editor. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 71-76 pp.
- Salthaug A.; O.R. Godo. 2001. Standardisation of comercial CPUE. *Fisheries Research* 49 (2001) 271-281.
- Samy-Kamal M.; Forcada A.; Sanchez J.L. 2015. Effects of seasonal closures in a multi-specific fishery. *Fisheries Research* 172 (2015) 303–317
- Soto M. 2003. "Estandarización de series de cpue con S-Plus". <http://www.ieo.es>

- Sparre P; Venema S.C. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO documento técnico de pesca. No. 306, Rev. 2. Roma, 1997. 420 p.
- Tam J.; S. Purca; L. O. Duarte; V. Blaskovic; P. Espinoza. 2006. Changes in the diet of hake associated with El Niño 1997–1998 in the northern Humboldt Current ecosystem. *Advances in Geosciences*, 6, 63–67.
- Vargas N. 2008. Relación entre la distribución espacial de la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*) y la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell. Tesis para optar el Grado de Magister. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 86 pp.
- Vargas N., J. Mendo. 2010. Relación entre la distribución espacial de la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus* Ginsburg) y la extensión sur de la Corriente de Cromwell. Informe IMARPE Vol. 37 (3-4). 85-94 pp.
- Vaz-dos-Santos A. M.; P. R. Schwinge. 2015. Biology and fisheries of hake (*Merluccius hubbsi*) in Brazilian waters, Southwest Atlantic Ocean en: Hakes, Biology and Exploitation. Chapter 8. Fish and Aquatic Resources Series 17.
- Velez J.; M. Espino; J Zeballos. 1998. Variación de la Ictiofauna Demersal frente al Perú entre 1981 y 1987. En Recursos y Dinámica del Ecosistema del Afloramiento Peruano. Memorias del 2do Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR) Inst. Mar Perú. Volumen Extraordinario. 203-212 pp.
- Wiff. R.; JC. Quiroz. R; R. Tascheri; F. Contreras. 2008. Efecto de las tácticas de pesca en la estandarización de las tasas de captura de Besugo (*Epigonus crassicaudus*) en la pesquería demersal multiespecífica en Chile Central. *Ciencias marinas*, junio, año/vol. 34, número 002. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, México, pp. 143-154
- Wilhelm M. R.; C. H. Kirchner; J. P. Roux; A. Jarre; J. A. Iitembu; J. N. Kathena; P. Kainge. 2015. Biology and fisheries of the shallow-water hake (*Merluccius capensis*) and the deep-water hake (*Merluccius paradoxus*) in Namibia in:

Hakes, Biology and Exploitation. Chapter 3. Fish and Aquatic Resources Series 17.

Wosnitza-Mendo C.; R. Guevara-Carrasco. 2000. Adaptive Response of Peruvian Hake to Overfishing. Naga, the ICLARM Quarterly (Vol. 23, N° 1). 24-28 pp.

Wosnitza-Mendo C.; R. Guevara-Carrasco; M. Ballón - Soto. 2004. Causas posibles de la drástica disminución de la longitud media de la merluza peruana en 1992. Bol. Inst. Mar Perú. 21 (1-2). 1-26 pp.

Wosnitza-Mendo C.; J. Mendo; R. Guevara-Carrasco. 2007. Políticas de gestión para la reducción de la capacidad excesiva de esfuerzo pesquero en Perú: el caso de la pesquería de la merluza pp. 345-374. En Agüero, M. (ed.) Capacidad de pesca y manejo pesquero en América Latina y el Caribe. FAO. Documento Técnico de Pesca N° 461. Roma, FAO.2007.

Wosnitza-Mendo C.; M. Ballón; C. Benites; R. Guevara-Carrasco. 2009. Cambios en el área de distribución de la merluza peruana: efecto de la pesquería y El Niño. Bol Inst Mar Perú 24(1-2):29-38.

Zeballos J.; M. Samamé; M. Romero. 2000. Caracterización especiológica bentodemersal durante el crucero de investigación del recurso merluza BIC José Olaya Balandra 9901. Inf. Inst. Mar Perú N° 153: 72-87.

## 10. GLOSARIO DE SIGLAS Y TÉRMINOS:

Análisis de Población Virtual (VPA)	Método general para modelar la progresión de una cohorte a través del tiempo (Lassen y Medley, 2001). Es básicamente el análisis de las capturas logradas por la pesca comercial, combinada con información detallada sobre la contribución de cada cohorte en la captura total (Sparre y Venema, 2005).
Biomasa	La biomasa se refiere a la abundancia del stock en unidades de peso.
Bitácoras	Cuadernos de pesca, Registro oficial de las operaciones de pesca de un barco pesquero.
Captura	Número o peso total de todos los individuos capturados en las operaciones pesqueras.
Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)	Volumen de la captura obtenida por unidad de esfuerzo de pesca desplegada.
Capturabilidad	Fracción de una población que es capturada por una unidad de esfuerzo.
Desembarque	Volumen de la captura que se desembarca.
Demersal	Adjetivo que define aquellos peces que viven cerca o que dependen del fondo del mar.
Dinámica poblacional	Especialidad de la ecología que se ocupa del estudio de los cambios que experimentan las poblaciones biológicas en relación a los factores bióticos y abióticos de su hábitat y los mecanismos por los que se producen.
Disponibilidad	Proporción de una población de peces que se encuentran en zonas donde pueden ser capturados por la flota pesquera en una determinada temporada de pesca. Término alguna veces usado para describir si un determinado pez de un determinado tamaño puede ser capturado por un determinado tipo de arte en una determinada área de pesca.



ENSO	El Niño South Oscillation (El Niño Oscilación del Sur). Referido a los procesos relacionados con la interacción El Niño – La Niña.
ESCC	Extensión Sur de la Corriente de Cromwell
Esfuerzo de pesca	El esfuerzo de pesca suele ser identificado con el empleo de cierto tipo y cierta cantidad de medios (redes, barcos, cordeles, anzuelos, trampas, etc.) aplicados en cierto espacio o lugar, con cierta intensidad y durante un período de tiempo determinado (Csirke, 1989).
Eslora	Longitud de una embarcación desde la proa a la popa.
Estacionalidad	Procesos relacionados al transcurrir de las estaciones del año
Estandarizar	Se refiere a las cantidades que han sido ajustadas para ser directamente comparables a una unidad que se define como la unidad “estándar”. La CPUE nominal se estandariza para eliminar el efecto de factores que se sabe no guardan relación con la abundancia.
Evaluación de Stock	Es la aplicación de herramientas de naturaleza estadística y matemática a datos relevantes, con el fin de obtener una comprensión cuantitativa del estado del stock según sea necesario para realizar predicciones cuantitativas sobre las reacciones del stock a futuros regímenes alternativos.
Flota pesquera	Agregación de unidades de un tipo de actividad pesquera que coinciden en el uso de un arte, un recurso o que proceden de un lugar específico.
Gradiente latitudinal	Diferenciación de alguna característica biológica, pesquera o poblacional de un recurso pesquero asociado a su distribución latitudinal.
IMARPE	Instituto del Mar del Perú
Índice de abundancia	Medida cuantitativa de la densidad o abundancia de un recurso pesquero, normalmente como serie temporal.

Lance	Operación de pesca en la cual el arte se despliega y se recoge una vez.
Manga	Anchura mayor de una embarcación
Modelo Lineal Generalizado (GLM)	Es un procedimiento estadístico similar a un Análisis de Varianza o a una Regresión Múltiple, que se usa para estimar la magnitud de los efectos de diferentes factores sobre una variable de interés.
Moratoria	Cese de las actividades pesqueras.
NOOA	National Oceanic and Atmospheric Administration. U.S. Department of Commerce. <a href="http://www.noaa.gov/">http://www.noaa.gov/</a>
Observador	Persona que recopila información a bordo de los barcos pesqueros. Los programas de observadores son útiles para cuantificar la captura secundaria, descartes y datos operacionales de las operaciones de pesca.
ONI	Oceanic Niño Index, basado en la TSM promedio en la Región El Niño 3.4 y es una medida principal para el monitoreo, evaluación y predicción del ENSO
Operación Merluza	Actividad de investigación que se realiza a bordo de la flota pesquera con el fin de recabar información inmediata de algún factor biológico, pesquero o poblacional del recurso merluza.
Ordenamiento pesquero	El proceso integrado de recolección de información, análisis, planificación, consulta, adopción de decisiones, asignación de recursos y formulación y ejecución, así como imposición cuando sea necesario, de reglamentos o normas que rijan las actividades pesqueras para asegurar la productividad de los recursos y la consecución de otros objetivos (Cochrane, 2005).
Patrón	Conjunto de elementos que forman una unidad diferenciada y que se repiten a lo largo del tiempo, por lo que pueden tomarse como modelo o punto de referencia.

Pesca de arrastre de fondo	Modalidad de pesca que consiste en remolcar una red de arrastre a lo largo del fondo del mar con la finalidad de capturar peces o invertebrados de valor comercial.
Pesquería	Puede hacer referencia a la suma de todas las actividades de pesca de un determinado recurso, o a las actividades de un único tipo o método de pesca de un recurso.
Poder de pesca	Eficacia de una unidad de pesca, normalmente un barco, en la captura de los peces.
Principio Precautorio	Concepto que respalda la adopción de medidas protectoras ante las sospechas fundadas de que existen factores que crean un riesgo grave para un stock o el medio ambiente, sin que se cuente con una prueba científica definitiva de tal.
PRODUCE	Ministerio de la Producción
Puntal	Altura de la nave desde su parte más baja hasta la cubierta principal o superior.
Reclutamiento	Los peces que por vez primera son vulnerables a la pesquería cada año, debido al crecimiento y/migración a los caladeros.
Recurso Pesquero	Organismos vivos que habitan en medios acuáticos y que son susceptibles de ser capturados y sostener una actividad pesquera.
ROP	Reglamento de Ordenamiento Pesquero
Sobreexplotación	Grado de explotación que supera el límite de lo que se considera sostenible en el largo plazo y más allá del cual existe un límite no deseable de desaparición o decaimiento.
Sostenibilidad	Se refiere a la capacidad de persistencia a largo plazo. La captura sostenible se refiere a un estilo de pesca que asegura que las futuras generaciones también podrán pescar.
Stock	En general, un stock constituye una unidad biológica de una especie que forma un grupo de características

ecológicas similares y, como unidad, es el sujeto de la evaluación y de la ordenación.

TCI	Técnico Científico de Investigación: Investigador de IMARPE designado para la observación de los procesos relacionados a la captura de una especie de importancia a bordo de embarcaciones pesqueras.
Tasa de captura	Volumen de la captura obtenida por unidad de esfuerzo de pesca. Sinónimo de CPUE.



## 11. ANEXOS:

Anexo 1. Variables estructurales, edad y CPUE (t/h) promedio multianual de la flota industrial arrastrera que realizó operaciones de pesca con redes de arrastre de fondo frente a la costa norte de Perú entre 2004 y 2014

Numero	Embarcación	Construcción Año	C Bodega TM	Eslora m	Manga m	Punta m	HP	Edad	CPUE t/h
1	BARRACUDA	1993	21.65	13.50	4.56	2.30	190.02	20	0.7983
2	CARMEN ROSA	1974	34.49	16.30	5.10	1.77	155.88	39	0.4088
3	GIA	1988	41.45	15.55	4.88	2.15	174.87	25	0.6674
4	AUDAZ	1993	48.74	17.60	4.50	2.30	214.40	20	0.6053
5	ANICO I	1989	51.98	20.48	5.05	2.32	380.00	24	1.1776
6	DIANA	1988	52.98	15.55	4.88	2.15	174.87	25	0.5777
7	MARTIN PESCADOR	1990	53.17	17.00	5.50	2.50	229.84	23	1.2471
8	MISS AMERICA I	1979	62.70	19.80	6.60	2.90	469.00	34	0.6915
9	DON FELIPE	1963	71.39	18.77	5.48	2.87	260.00	50	0.8164
10	MARISCALA	1963	72.84	18.29	5.48	2.74	200.00	50	0.8936
11	ANICO II	1989	51.98	20.48	5.05	2.32	380.00	24	1.0918
12	ISKRA	1962	75.07	19.68	5.98	3.07	220.00	51	1.4772
13	SAN VICENTE DE PAUL	1962	76.80	19.81	5.49	2.74	220.00	51	1.3879
14	DON EDUARDO	1963	77.21	19.38	4.85	3.08	429.00	50	0.9858
15	BARBARA	1964	77.58	19.52	5.48	2.46	540.00	49	1.6279
16	ROSA SILVIA 2	1963	80.13	18.28	5.48	2.74	365.00	50	1.5058
17	JANET	1971	82.23	18.77	5.49	2.87	220.43	42	1.3281
18	PIGUICHO	1995	83.42	17.00	5.80	2.90	318.92	18	1.5192
19	PIQUERO	1995	83.42	17.00	5.80	2.90	318.92	18	1.3294
20	KRONUS	2009	85.61	25.08	6.68	3.33	500.00	4	2.4333
21	MIGUEL I	1979	84.36	20.11	5.48	3.04	522.60	34	1.3460
22	POSEIDON	1963	84.42	20.73	5.81	2.75	429.00	50	1.3550
23	DOS HERMANOS	1976	84.58	19.81	6.09	3.20	360.00	37	1.6750
24	EOS	1992	85.78	25.45	6.80	3.90	224.00	21	1.8639
25	SANTA MONICA IV	1991	87.53	19.20	6.00	3.00	540.00	22	1.3076
26	SANTA MONICA V	2002	90.60	25.00	6.65	3.68	450.00	11	2.5568
27	INES	1974	91.91	20.11	6.09	3.04	428.80	39	1.8716
28	UNION I	1963	95.63	20.05	5.64	2.81	261.00	50	1.0244
29	EL PIQUERO	1963	99.29	22.86	6.71	3.35	340.00	50	1.4768
30	AURITA	2005	99.46	22.76	6.43	2.55	425.00	8	1.5148
31	CAPE MERCI	1964	100.86	19.81	5.49	2.67	230.00	49	1.6277
32	ANA ALEXANDRA	1963	102.00	18.59	5.05	3.06	268.00	50	1.3298
33	INCA 2	1999	102.00	24.65	6.50	3.07	320.00	14	1.3655
34	LA MERLIN	1994	102.00	19.90	6.00	3.00	359.79	19	1.7126
35	LORENA	1963	102.00	20.38	5.84	2.67	379.70	50	1.4580
36	AUGUSTUS II	1963	102.78	18.59	5.58	2.89	230.00	50	1.1753
37	CHIMU	1963	106.66	20.31	5.58	3.21	540.00	50	1.4671
38	KURAMA	1962	98.00	19.20	5.48	2.74	380.00	51	1.1478
39	DON HORACIO	1964	109.38	20.70	5.62	3.51	489.10	49	1.1905
40	MERO	1978	114.16	20.11	5.48	3.04	380.00	35	1.1287
41	FORTUNO	1974	114.41	20.11	5.48	3.04	380.00	39	1.6114
42	DOÑA PEPA	1963	117.18	20.01	5.94	2.99	455.60	50	1.3110
43	ARIANA	1963	118.63	19.15	5.55	2.78	429.00	50	1.4859
44	SANTA MONICA II	1983	125.83	28.11	7.80	3.80	885.74	30	4.7984
45	ORCA	1974	131.93	20.11	5.48	3.04	473.02	39	1.2993
46	RODAVALO	1976	133.73	20.21	5.48	3.04	479.64	37	1.6714
47	TINTORERA	1974	134.67	20.21	5.48	3.04	479.72	39	1.4223
48	ONDINA	1965	138.18	21.96	6.00	3.57	300.00	48	1.2497
49	INCA 3	1964	138.93	22.95	5.85	3.12	365.00	49	1.4744
50	MATILDE	1965	139.36	24.80	6.60	3.20	500.00	48	1.8113
51	SANTA MONICA III	1987	150.45	32.96	8.40	6.50	890.00	26	5.3756
52	MARAÑON 7	1966	164.34	25.04	6.70	3.28	450.00	47	3.7687
53	SNAEFARI	1984	195.57	32.73	8.00	6.32	840.00	29	4.5274
54	CAMELOT	1995	242.02	33.56	7.92	3.84	849.69	18	4.9269

Fuente: Ministerio de la Producción (Portal WEB)  
Instituto del Mar del Perú IMARPE (DGIRDL)



Anexo 3: Formulario para muestreo de capturas a bordo (Lado B). Usado por los TCI en cada operación de pesca a bordo de la flota industrial de arrastre de fondo, en el marco del Régimen Provisional de Pesca de Merluza. 2004-2014

NOMBRE		CODIGO		NOMBRE		CODIGO		NOMBRE		CODIGO	
ESPECIE				ESPECIE				ESPECIE			
PESO ESPECIE MEDIDA (gr.)				PESO ESPECIE MEDIDA (gr.)				PESO ESPECIE MEDIDA (gr.)			
LONG TOTAL		HORQUILLA		LONG TOTAL		HORQUILLA		LONG TOTAL		HORQUILLA	
Cm.	NUMERO	Cm.	NUMERO	Cm.	NUMERO	Cm.	NUMERO	Cm.	NUMERO	Cm.	NUMERO
0		0		0		0		0		0	
1		1		1		1		1		1	
2		2		2		2		2		2	
3		3		3		3		3		3	
4		4		4		4		4		4	
5		5		5		5		5		5	
6		6		6		6		6		6	
7		7		7		7		7		7	
8		8		8		8		8		8	
9		9		9		9		9		9	
0		0		0		0		0		0	
1		1		1		1		1		1	
2		2		2		2		2		2	
3		3		3		3		3		3	
4		4		4		4		4		4	
5		5		5		5		5		5	
6		6		6		6		6		6	
7		7		7		7		7		7	
8		8		8		8		8		8	
9		9		9		9		9		9	
0		0		0		0		0		0	
1		1		1		1		1		1	
2		2		2		2		2		2	
3		3		3		3		3		3	
4		4		4		4		4		4	
5		5		5		5		5		5	
6		6		6		6		6		6	
7		7		7		7		7		7	
8		8		8		8		8		8	
9		9		9		9		9		9	
0		0		0		0		0		0	
1		1		1		1		1		1	
2		2		2		2		2		2	
3		3		3		3		3		3	
4		4		4		4		4		4	
5		5		5		5		5		5	
6		6		6		6		6		6	
7		7		7		7		7		7	
8		8		8		8		8		8	

Fuente: Laboratorio Costero de Paita - IMARPE

Anexo 4: Descripción de las variables explicativas consideradas en el modelo GLM aplicado en la estandarización de la tasa de captura de merluza en la flota industrial arrastrera. 2004-2014

Variable explicativa	Símbolo	Tipo	Niveles	Descripción
Año	<i>a</i>	Catagórica	11	2004-2014
Mes	<i>m</i>	Catagórica	12	Enero a Diciembre
Sector (S)	<i>s</i>	Catagórica	3	S1: Norte de 04°30`S S2: Entre 04°30`S y 06°00`S S3: Sur de los 06°00`S
Estrato (E)	<i>e</i>	Catagórica	3	E1: < 50 bz de profundidad E2: Entre 50 y 100 bz de prof. E3: > de 100 bz de prof.
Flota (F)	<i>f</i>	Catagórica	3	F1: Flota Tipo 1 F2: Flota Tipo 2 F3: Flota Tipo 3 (Sección 5.2)
Factor Ambiental: Índice de Oscilación El Niño (ONI)	<i>ONI</i>	Catagórica	4	1: > 0,5 2: Entre 0,5 y 0 3: Entre 0 y -0,5 4: < -0,5

Anexo 5: Reporte del modelo lineal generalizado (Hakeglm4), desarrollado con la rutina respectiva en el software S-Plus. Proceso de estandarización de la tasa de captura de merluza. Flota industrial arrastrera, 2004-2014

```
> summary(Hakeglm4)
```

```
Call: glm(formula = LNCPUE ~ ANO + FLOTA + MES + ESTRATO + ONICAT + SECTOR + MES:
ONICAT + MES:SECTOR + MES:ESTRATO + ESTRATO:ONICAT + SECTOR:ONICAT,
family = robust(gaussian), data = Standgraf, na.action = na.exclude,
control = list(epsilon = 0.0001, maxit = 50, trace = F), constrast =
list(ANO = contr.treatment, MES = contr.treatment, ESTRATO =
contr.treatment, SECTOR = contr.treatment, FLOTA = contr.treatment,
ONICAT = contr.treatment))
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-9.108443	-0.5022049	0.1734421	0.7446248	4.218771

Coefficients: (9 not defined because of singularities)

	Value	Std. Error	t value
(Intercept)	-0.145303552	0.051861673	-2.8017521
ANO1	-0.533669147	0.014268858	-37.4009704
ANO2	-0.271504920	0.006140216	-44.2174868
ANO3	0.081125181	0.005955797	13.6212140
ANO4	-0.010821380	0.004214122	-2.5678849
ANO5	0.035482049	0.002812312	12.6166822
ANO6	0.010502903	0.002916889	3.6007210
ANO7	0.024281438	0.002270827	10.6927749
ANO8	0.109300183	0.002540139	43.0292063
ANO9	0.073135338	0.001979736	36.9419602
ANO10	0.064889516	0.001631578	39.7710263
FLOTA1	0.069370015	0.005821616	11.9159372
FLOTA2	0.470159293	0.003522736	133.4642559
MES1	0.557563711	0.064403554	8.6573439
MES2	0.126204692	0.029635685	4.2585380
MES3	0.018374394	0.021492197	0.8549332
MES4	-0.102993328	0.014374848	-7.1648291
MES5	-0.498512800	0.085074219	-5.8597399
MES6	0.028958455	0.015832904	1.8290046



MES7	0.027058641	0.011316570	2.3910638
MES8	-0.020155270	0.009116687	-2.2108108
MES9	0.052189391	0.008951206	5.8304312
MES10	0.006223676	0.006287468	0.9898541
MES11	-0.020199541	0.004444152	-4.5451956
ESTRATO1	0.298039294	0.015907132	18.7362052
ESTRATO2	0.115444774	0.005910406	19.5324593
ONICAT1	0.581376629	0.066728657	8.7125480
ONICAT2	0.212817844	0.030369589	7.0075970
ONICAT3	0.130349810	0.012122687	10.7525507
SECTOR1	0.013855325	0.006170570	2.2453883
SECTOR2	0.091312715	0.010198729	8.9533428
MES1ONICAT1	0.630596700	0.125912163	5.0082270
MES2ONICAT1	0.433070169	0.040079295	10.8053341
MES3ONICAT1	0.236997501	0.045496137	5.2091786
MES4ONICAT1	0.164184941	0.026905857	6.1022007
MES5ONICAT1	0.792349187	0.127154682	6.2313803
MES6ONICAT1	-0.046989459	0.021466722	-2.1889443
MES7ONICAT1	-0.085982774	0.014292521	-6.0159278
MES8ONICAT1	0.036168772	0.014292783	2.5305619
MES9ONICAT1	-0.059335645	0.010665842	-5.5631468
MES10ONICAT1	-0.048067859	0.007859750	-6.1156983
MES11ONICAT1	-0.113461676	0.010862865	-10.4449124
MES1ONICAT2	-0.269739526	0.042348353	-6.3695399
MES2ONICAT2	-0.116220520	0.015267897	-7.6120846
MES3ONICAT2	-0.030507338	0.010029048	-3.0418978
MES4ONICAT2	0.001390103	0.006222239	0.2234089
MES5ONICAT2	0.2135216756	0.042068403	5.07558306
MES6ONICAT2	-0.0503994651	0.006922967	-7.28003866
MES7ONICAT2	-0.0511029166	0.005608582	-9.11155677
MES8ONICAT2	-0.0069136962	0.005044398	-1.37056910
MES9ONICAT2	-0.0042523503	0.004605654	-0.92328910
MES10ONICAT2	-0.0058095621	0.003050844	-1.90424721
MES11ONICAT2	NA	NA	NA
MES1ONICAT3	-0.1128718104	0.021428695	-5.26732073
MES2ONICAT3	-0.0034755878	0.008985164	-0.38681405
MES3ONICAT3	NA	NA	NA
MES4ONICAT3	NA	NA	NA
MES5ONICAT3	NA	NA	NA
MES6ONICAT3	NA	NA	NA
MES7ONICAT3	-0.0121450379	0.001736441	-6.99421194
MES8ONICAT3	NA	NA	NA
MES9ONICAT3	NA	NA	NA
MES10ONICAT3	NA	NA	NA
MES11ONICAT3	NA	NA	NA
MES1SECTOR1	-0.0007369386	0.011559963	-0.06374922
MES2SECTOR1	0.0606950028	0.008427649	7.20189019
MES3SECTOR1	0.0305115262	0.006744572	4.52386371
MES4SECTOR1	0.0144217111	0.004284650	3.36590180
MES5SECTOR1	-0.0023586558	0.002926968	-0.80583574
MES6SECTOR1	-0.009631401	0.002331152	-4.1316067
MES7SECTOR1	0.013479778	0.001917996	7.0280539
MES8SECTOR1	0.032236585	0.002529885	12.7423144
MES9SECTOR1	0.024311462	0.003719126	6.5368756
MES10SECTOR1	0.019738658	0.001622995	12.1618732
MES11SECTOR1	-0.028921624	0.001513196	-19.1129337
MES1SECTOR2	0.069851345	0.012402312	5.6321229
MES2SECTOR2	-0.083935664	0.022545084	-3.7230141
MES3SECTOR2	0.057521009	0.009019866	6.3771464
MES4SECTOR2	0.004402117	0.007016733	0.6273741
MES5SECTOR2	0.009338837	0.007557989	1.2356247
MES6SECTOR2	0.009192897	0.003583661	2.5652246
MES7SECTOR2	0.014472460	0.002831335	5.1115329
MES8SECTOR2	0.012229788	0.002379428	5.1398022
MES9SECTOR2	-0.009891248	0.002908987	-3.4002375
MES10SECTOR2	0.003737967	0.002847959	1.3125076
MES11SECTOR2	-0.005755446	0.002375536	-2.4227986
MES1ESTRATO1	-0.073821802	0.019993503	-3.6922896
MES2ESTRATO1	0.026038028	0.016315904	1.5958680
MES3ESTRATO1	0.070072789	0.012741055	5.4997633
MES4ESTRATO1	0.122174588	0.011146718	10.9605882
MES5ESTRATO1	0.085019760	0.019215145	4.4246223
MES6ESTRATO1	0.032788325	0.011934778	2.7472925
MES7ESTRATO1	0.0308216141	0.005993106	5.1428450
MES8ESTRATO1	0.0201019147	0.004585737	4.3835738

```

MES9ESTRATO1 -0.0326060922 0.004436224 -7.3499656
MES10ESTRATO1 0.0022240635 0.003144105 0.7073757
MES11ESTRATO1 -0.0030618543 0.003447825 -0.8880540
MES1ESTRATO2 -0.0270620790 0.008894246 -3.0426501
MES2ESTRATO2 -0.0013483660 0.007052298 -0.1911953
MES3ESTRATO2 0.0241705855 0.005662065 4.2688637
MES4ESTRATO2 0.0549766365 0.004152685 13.2388173
MES5ESTRATO2 0.0372454147 0.006529575 5.7041103
MES6ESTRATO2 0.0206895510 0.004089294 5.0594427
MES7ESTRATO2 0.0166576041 0.002166429 7.6889682
MES8ESTRATO2 0.0124145357 0.001941537 6.3941792
MES9ESTRATO2 -0.0125913477 0.001817272 -6.9287088
MES10ESTRATO2 0.0028412804 0.001219351 2.3301586
MES11ESTRATO2 -0.0009850792 0.001320729 -0.7458603
ESTRATO1ONICAT1 -0.2324768301 0.025181423 -9.2320769
ESTRATO2ONICAT1 -0.1355652661 0.009254249 -14.6489746
ESTRATO1ONICAT2 0.1103409079 0.012423932 8.8813193
ESTRATO2ONICAT2 0.0234562520 0.004497718 5.2151454
ESTRATO1ONICAT3 0.0045577579 0.007493115 0.6082594
ESTRATO2ONICAT3 -0.0072313153 0.002909518 -2.4854000
ONICAT1SECTOR1 -0.0798929004 0.010446944 -7.6474899
ONICAT2SECTOR1 0.0002121188 0.004164379 0.05093648
ONICAT3SECTOR1 0.0379917094 0.003384082 11.22659101
ONICAT1SECTOR2 -0.0676622412 0.015595773 -4.33849878
ONICAT2SECTOR2 -0.0372257150 0.007954435 -4.67986936
ONICAT3SECTOR2 -0.0092893704 0.006653840 -1.39609156

```

---

(Dispersion Parameter for Robust Gaussian family taken to be 1.365279)

Null Deviance: 176579.9 on 89580 degrees of freedom  
Residual Deviance: 122151.5 on 89470 degrees of freedom  
Number of Fisher Scoring Iterations: 1

---

