



BOLETÍN

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

ISSN 0458-7766

Volumen 24, Nos. 1 y 2



Inco fish

III PANEL INTERNACIONAL DE EXPERTOS DE EVALUACIÓN DE LA MERLUZA PERUANA

Merluccius gayi peruanus

**Manejo precautorio
de la merluza peruana**

Callao, 24 - 28 de marzo 2008

Enero - Diciembre 2009

Callao, Perú

Variaciones de la Extensión Sur de la Corriente Cromwell frente al Perú entre los 3 y 14°S

Variation of the Cromwell Current Southern Extension off Peru between 3 and 14°S

ROBERTO FLORES¹ JOSÉ TENORIO¹ NOEL DOMÍNGUEZ¹

Resumen

FLORES R, TENORIO J, DOMÍNGUEZ N. 2009. Variaciones de la extensión sur de la Corriente Cromwell frente al Perú entre los 3 y 14°S. *Bol Inst Mar Perú XXIV (1-2): 39-52.*- Se describen las variaciones de la Extensión Sur de la Corriente Cromwell (ESCC) entre los 3 y 14°S, dentro de las 60 mn, usando cálculos geostróficos, la profundidad de la isoterma de 15 °C (1961 - 2005) y los valores de oxígeno disuelto (1980 - 2005). Los flujos geostróficos hacia el sur, calculados en las secciones frente a Paita, Punta Falsa, Chicama, Chimbote, Callao, Pisco y San Juan, hasta las 200 mn, en verano y otoño, mostraron cambios estacionales, en extensión latitudinal y profundización. La serie de tiempo de la profundidad de la isoterma de 15 °C, a lo largo de la costa, presentó la mayor variabilidad interanual en enero y mayo-junio y la menor variabilidad interanual en octubre-noviembre. El rango de oxígeno comprendido entre 2,0-0,5 mL/L está fuertemente correlacionado con la ESCC para profundidades de 90 a 180 m en la zona norte del Perú (3 - 8°S) donde se desarrolla la pesca demersal.

PALABRAS CLAVE: Extensión Sur de la Corriente Cromwell, ESCC, variaciones, merluza.

Abstract

FLORES R, TENORIO J, DOMÍNGUEZ N. 2009. Variation of the Cromwell Current Southern Extension off Peru between 3 and 14°S. *Bol Inst Mar Perú XXIV (1-2): 39-52.*- The variations of the Cromwell Current Southern Extension (CCSE), between 3 and 14°S, within 60 mn, are described based on geostrophic calculations. The time series of the mean depth of the 15 °C isotherm (1961-2005) and of the mean dissolved oxygen values (1980-2005) are presented. The geostrophic flow toward the south, calculated in the sections off Paita, Punta Falsa, Chicama, Chimbote, Callao, Pisco and San Juan up to 200 mn, showed changes mainly during the summer and autumn seasons concerning latitudinal extension and deepening. The time series of mean depth of the 15 °C isotherm, along the coast, showed the biggest depth in January and May-June, being shallower in October-November. Oxygen ranges of 2.0-0.5 mL/L showed a strong correlation with the CCSE for depths between 90 to 180 m in northern Peru (3-8°S) where the bottom trawl fishery takes place.

KEYWORDS: Cromwell Current Southern Extension, CCSE, variations, Peruvian hake.

Introducción

El sistema de corrientes ecuatoriales del Pacífico, ha sido estudiado por diversos oceanógrafos que esclarecieron las relaciones entre los flujos superficiales y subsuperficiales (WYRTKI 1964).

En los últimos años el sistema de anclaje de correntómetros del proyecto Tropical Atmósfera-

Océano (TAO/TRITON) ha permitido el monitoreo de estos sistemas de circulación en el Pacífico Ecuatorial, especialmente lo relacionado con los flujos superficiales y subsuperficiales hacia las costas de América del Sur, a fin de estudiar la propagación de las perturbaciones (ondas Kelvin) producto del colapso de los vientos o el predominio de los

¹ Unidad de Oceanografía Física. DIO. IMARPE rflores@imarpe.gob.pe

vientos del este a lo largo del Ecuador, que estarían en relación con el fenómeno denominado ENSO (El Niño y la Oscilación Sur).

Dentro del sistema de corrientes zonales del Pacífico ecuatorial, existe la denominada Corriente Cromwell (CC) que es un flujo subsuperficial que viaja hacia el Este y tiene su eje en la línea ecuatorial entre los 3°N-3°S (DIETRICH et al. 1975, WOLFF et al. 2003, KRAUSS 1960, ICOCHEA y ROJAS 2001) que en su recorrido al acercarse a las Islas Galápagos se bifurca en dos ramales, la Extensión Norte de la Corriente de Cromwell (ENCC) y la Extensión Sur de la Corriente Cromwell (ESCC) que llega a la zona costera del Perú.

La ESCC, que se propaga hacia el sur con el eje principal en el borde de la plataforma continental (BROCKMAN et al. 1980, ZUTA y GUILLÉN 1970, HUYER et al. 1991), es motivo de nuestra atención, y para explicar su comportamiento se ha analizado la estructura térmica, halina y el contenido de oxígeno disuelto, así como el flujo subsuperficial.

En el presente trabajo se estudia la variación mensual, estacional e interanual de la ESCC, a través del análisis de los datos de cruceros nacionales e internacionales de 46 años (1961-2006) y la complementación de las observaciones en el arreglo TAO/TRITON a los 0°N, 110° W, así como las variaciones de la profundidad de la isoterma de 15 °C, y de establecer los rangos de oxígeno que trae en su recorrido.

Material y métodos

VALORES PROMEDIO DE LA VELOCIDAD ZONAL SUBSUPERFICIAL (U) CM/S EN LA ESTACIÓN ANCLADA A LOS 0°N Y 110°W)

Se recopilaron y analizaron los datos de velocidades de corrientes obtenidas de los correntómetros anclados en la estación TAO/TRITON a los 0°N y 110°W (Figura 1), durante el periodo 1980 - 2006, a fin de determinar la secuencia de estos flujos y su relación con los flujos encontrados frente al Perú.

VALORES PROMEDIO DE LA PROFUNDIDAD (m) DE LA ISOTERMA DE 15 °C

Las isotermas en función de la profundidad frente al Perú, presentan por el lado costero dos grupos: unas por encima de la termoclina y que se dirigen hacia la superficie (afloramiento costero), y otro grupo de isotermas por debajo de la termoclina que se profundizan y que están asociados a la ESCC.

Precisamente la profundidad de la isoterma de 15 °C, es el valor inmediato por debajo de la termoclina y es a esta profundidad donde se produce la divergencia de las isotermas.

Las aguas de la ESCC son las que afloran principalmente en la zona norte-centro, y gran parte de ellas se desplazan subsuperficialmente hacia el sur, al borde de la plataforma. Entonces, se considera la profundización de la isoterma de 15 °C como un indicador del flujo subsuperficial hacia el sur (ESCC) para la zona norte-centro, donde la mayor profundización por el lado costero está asociada a una mayor intensidad de la ESCC.

La profundización de la isoterma de 15 °C no es la más recomendable para indicar flujos en la zona sur (alrededor de los 10°S) ya que por lo general forma parte de la termoclina.

Se colectó toda la información existente de la base de datos del IMARPE, de los lanzamientos de CTD, XBT, botellas Niskin y Nansen, de los cruceros de investigación nacionales e internacionales realizados en el periodo 1961-2007.

Se analizaron un total de 256 cruceros de investigación nacionales e internacionales, que se muestran en el Anexo "A".

Se calculó la profundidad de la isoterma de 15 °C (mediante interpolación) en cada uno de los perfiles de temperatura, para los casos de XBT y botellas.

Se trabajaron en seis áreas de estudio, divididas cada una en dos grados de Latitud Sur (3-4°S, 5-6°S, 7-8°S, 9-10°S, 11-12°S y 13-14°S), hasta una extensión longitudinal máxima de 60 millas náuticas de la costa.

El promedio mensual de la profundidad (m) de la isoterma de 15 °C en cada una de las áreas estudiadas, corresponden al periodo 1961 a 2006 (46 años).

Para completar los datos en meses vacíos, se realizaron métodos de interpolación.

Los valores calculados se encuentran en la Tabla 1, donde se muestran los valores promedio de la profundidad de la isoterma de 15 °C, mediante la integración e interpolación de las áreas.

CÁLCULOS DE VELOCIDADES GEOSTRÓFICAS

Se determinaron las velocidades relativas de corrientes en la columna de agua, mediante el cálculo geostrofico, que utilizan el campo de densidad

(temperatura y salinidad) de la estructura vertical. Este es un método indirecto para determinar flujos en las secciones verticales perpendiculares frente a la costa, donde se tomaron profundidades de 800 m como el nivel de referencia, donde no hay movimiento. Este método se aplicó en las secciones verticales perpendiculares a la costa hasta las 150-200 mn entre los 5°S hasta los 14°S.

CÁLCULO DE LA SERIE DE TIEMPO ESPACIAL DEL OXÍGENO SUBSUPERFICIAL

Se colectó toda la información existente de los cruceros de investigación de evaluación demersal de la base de datos del IMARPE, los datos colectados fueron de los periodos de verano y otoño austral.

Los datos empleados fueron de la capa subsuperficial, por debajo de los 50 m.

Los datos fueron separados por cada grado de latitud, procesando la información desde los 3 hasta 11°S.

Los valores calculados fueron procesados mediante el método de interpolación Kriging.

Resultados

VELOCIDAD DE LA CORRIENTE CROMWELL

La Corriente Cromwell, es una corriente zonal subsuperficial que se desplaza de oeste a este a lo largo de la línea ecuatorial. Ésta se refleja de la información obtenida de los correntómetros del sistema TAO/TRITON situada en los 0°N y 110°W (Figura 1), donde el registro de la componente zonal de la contra corriente ecuatorial, es el flujo subsuperficial que se desplaza entre los 50-250 m de profundidad aproximadamente entre los 3°N - 3°S con el eje entre 75 - 100 m de profundidad, la que es denominada Corriente Cromwell (CC) o Corriente Submarina Ecuatorial (CSME) (Figura 2).

Con los datos obtenidos de los correntómetros de la estación TAO, durante el periodo 1980 a 2006, se han realizado los cálculos para determinar las variaciones mensuales promedio de este flujo. Los resultados indican que el valor más alto se presentó entre mayo-junio (Figura 3). La variación anual media de la CC se mostró más intensa en los años 1981, 1982, 1986 y 2006 (Figura 4). La variación interdecadal de la CC, donde se obtuvo la mayor intensidad se presenta en la década del 2000, secundada por la década de los 80 y menos intensa en los años 90 (Figura 5).

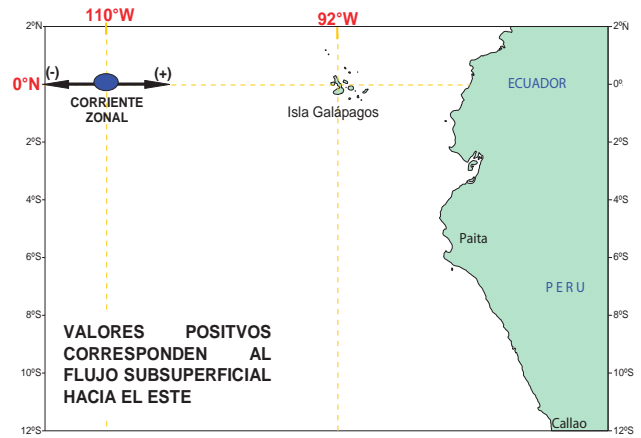


Figura 1.- Posición de la Estación TAO/TRITON a los 0°N, 110°W

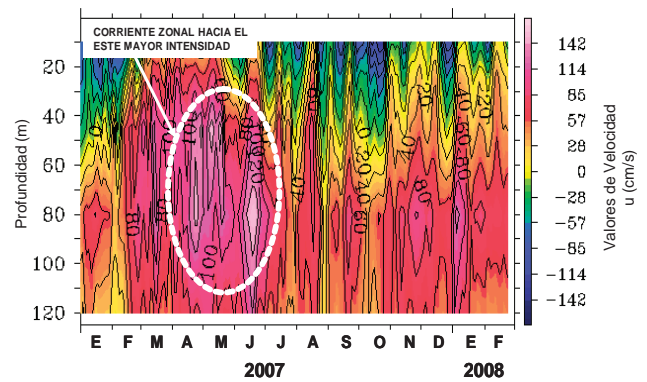


Figura 2.- Serie de tiempo de la corriente zonal (u), en la estación TAO/TRITON

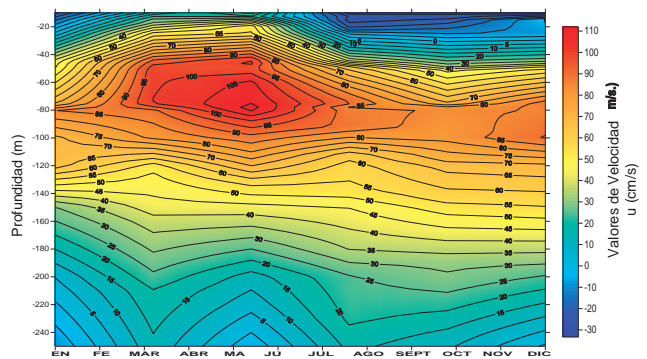


Figura 3.- Variación mensual media del flujo zonal (u) en los 0°, 110°W de la boya TAO del Pacífico ecuatorial

VALORES PROMEDIO DE LA PROFUNDIDAD DE LA ISOTERMA DE 15 °C Y SU UBICACIÓN LATITUDINAL

La CC al aproximarse a las islas Galápagos se divide en un flujo hacia el norte y otro hacia el sur. Este último denominado Extensión Sur de la Corriente Cromwell (ESCC), es el que fluye frente a la costa peruana.

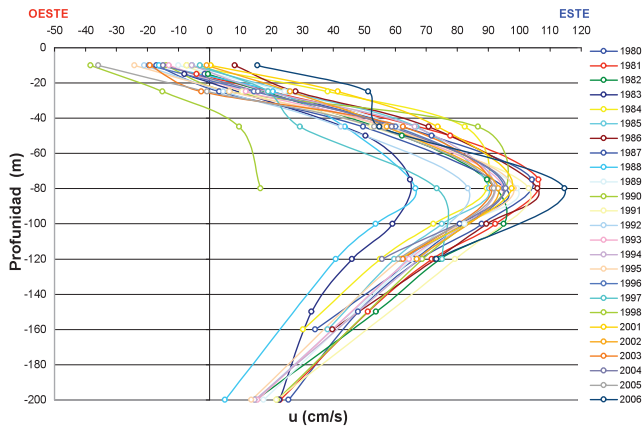


Figura 4.- Variación media anual (1980-2006) del flujo zonal en los 0°, 110°W de la boya TAO, del Pacífico ecuatorial oriental.

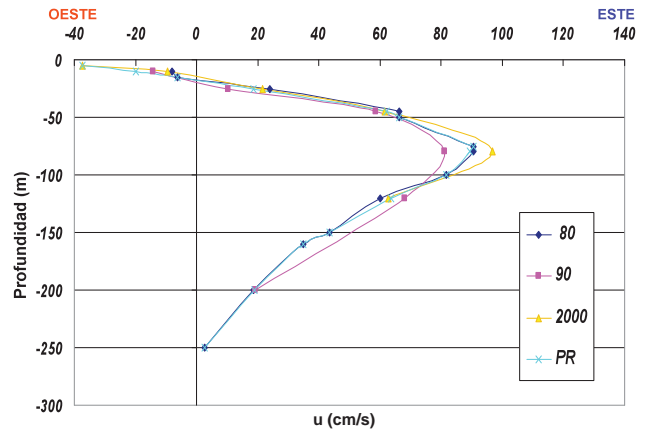


Figura 5.- Variación media en las décadas de los ochenta, los noventa y lo que va de los 2000, del flujo zonal (u) a los 0°, 110°W de la boya TAO del Pacífico ecuatorial oriental. Qué es PR? (celeste)

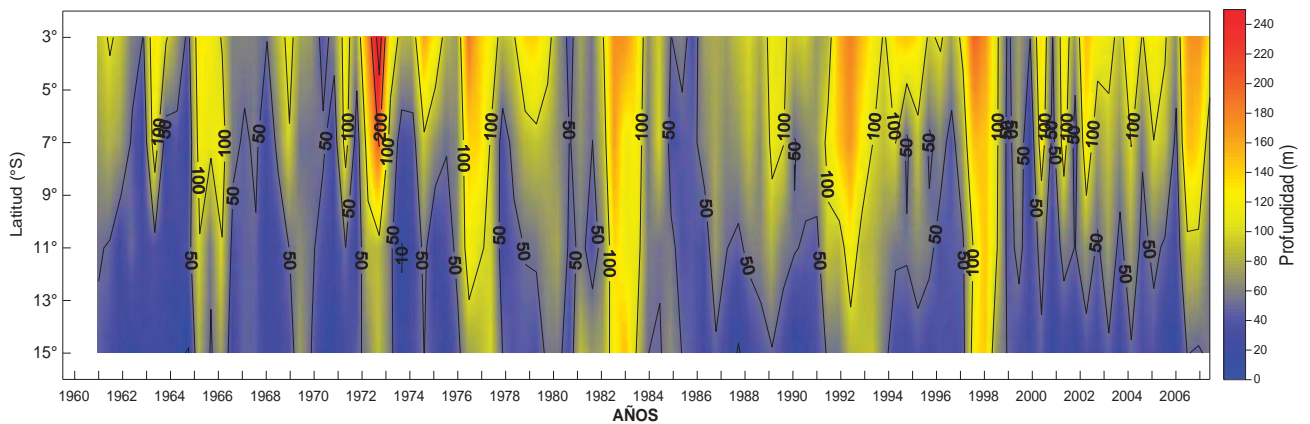


Figura 6.- Variaciones anuales medias de la profundidad de la isoterma de 15 °C en la franja costera de 0-60 mn a lo largo de los 3° - 15°S frente a la costa peruana.

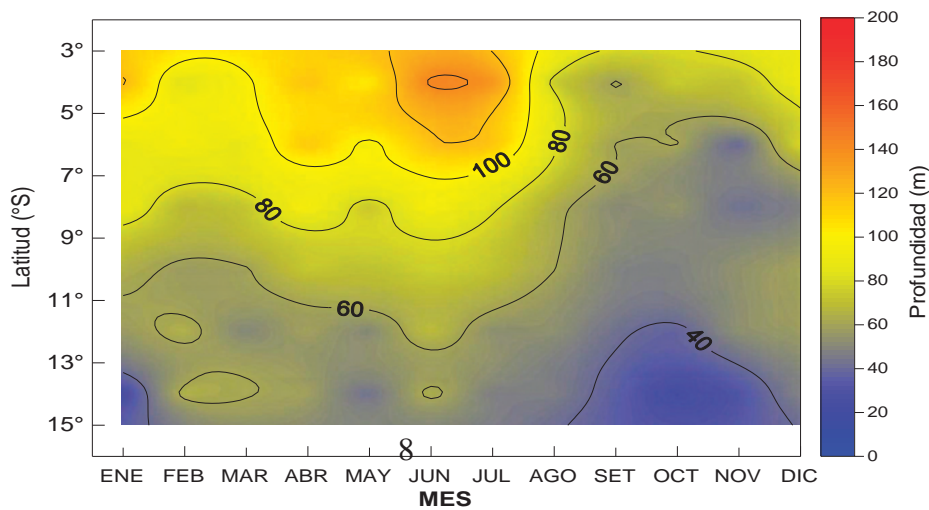


Figura 7.- Variación mensual media (1960-2007) de la profundidad de la isoterma de 15 °C en la franja costera peruana de 0-60mn de ancho y entre los 3 a 15°S.

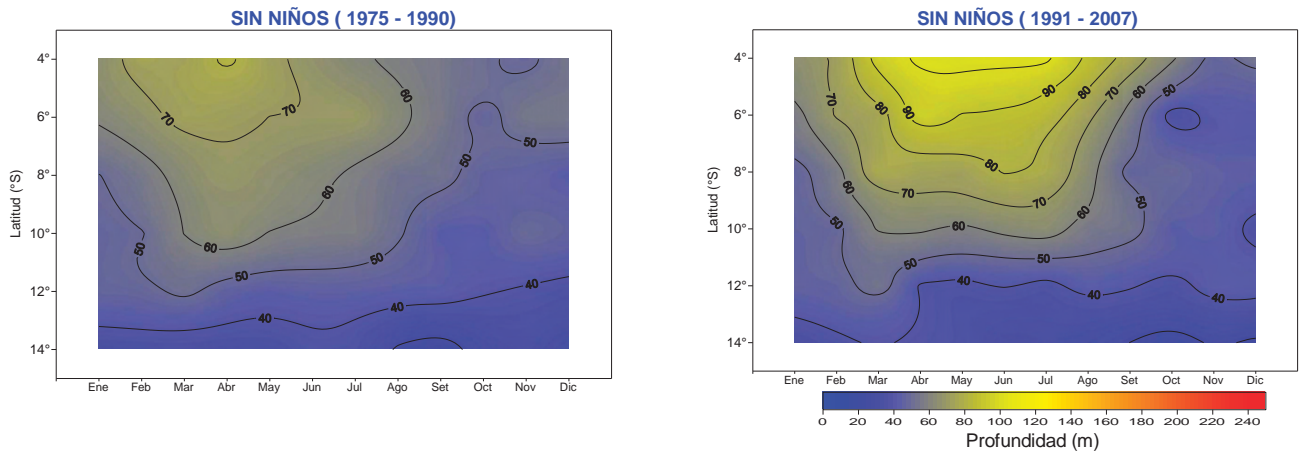


Figura 8.- Variación mensual media de la profundidad de la isoterma de 15 °C en la franja costera de 0-60 mn de ancho y entre los 4° – 14°S, extrayendo los años EN, durante los periodos de 1975 - 1990 y 1991- 2007.

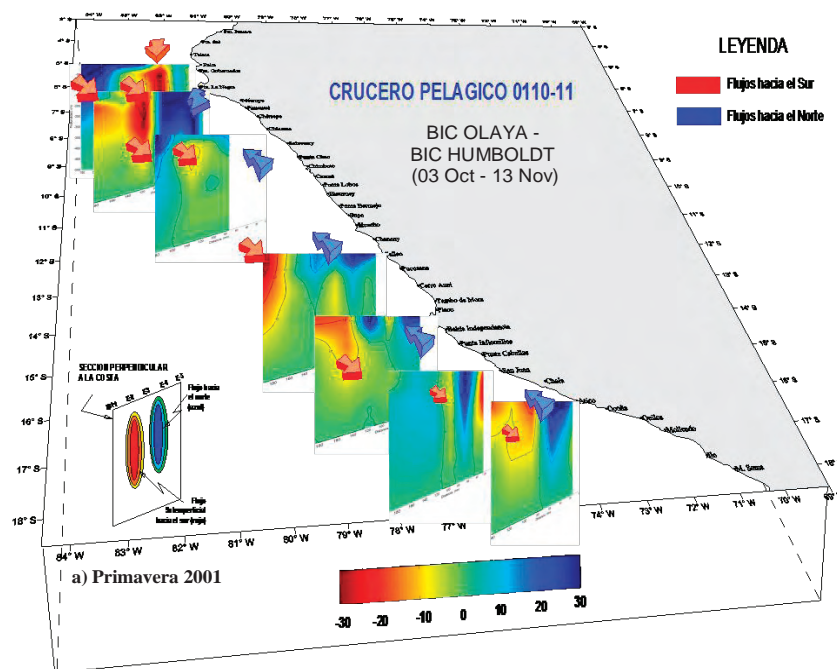


Figura 9.- Flujos geostroficados calculados con datos de cruceros de la Primavera 2001

Este ramal que se desplaza con su eje principal al borde de la plataforma, depende de la intensidad del flujo para tener una mayor proyección latitudinal. Esto se observa en las variaciones de la profundidad de la isoterma de 15 °C con respecto a la latitud dentro de las 60 mn, de acuerdo a lo expuesto en el párrafo de Material y Métodos referido a los valores promedio de la profundidad de la isoterma de 15 °C (Figura 6).

De la misma base de datos (1961-2007) sin discriminación de los años con eventos El Niño (EN), se realizaron los cálculos de los promedios mensuales

de la profundización de la isoterma de 15 °C. Las mayores profundidades se observaron en abril y junio, que son los meses de mayor intensificación de la ESCC frente a la costa peruana (Figura 7).

En un segundo análisis, donde del total de datos de la profundización de la isoterma de 15 °C (Figura 6), fueron eliminados los años considerados como años El Niño, se calcularon los promedios mensuales para los periodos 1975-1990 y 1991-2007 (Figura 8). Los resultados indicaron que la máxima extensión latitudinal de la profundidad de la isoterma de 15 °C

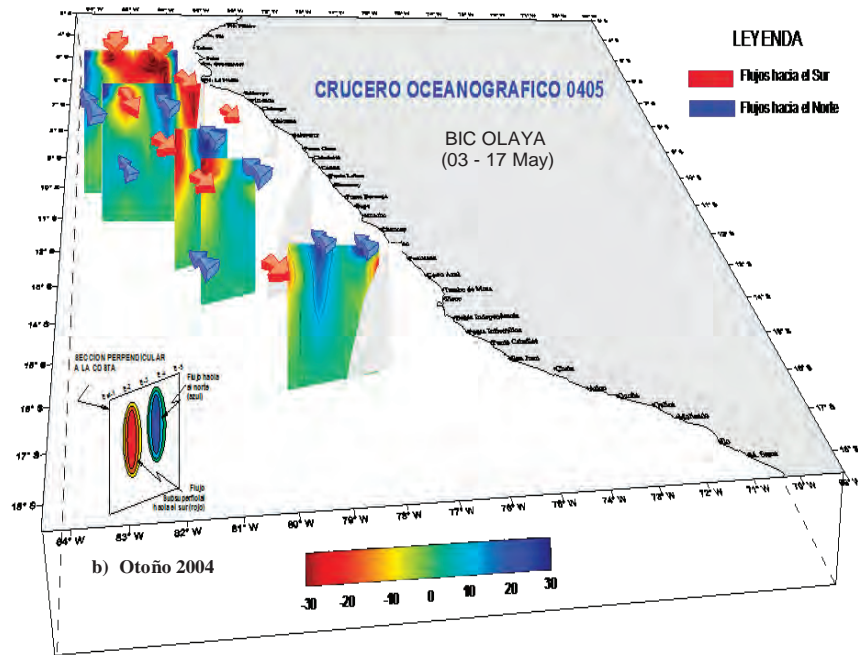


Figura 10.- Flujos geostroficados calculados con datos de cruceros del Otoño 2004

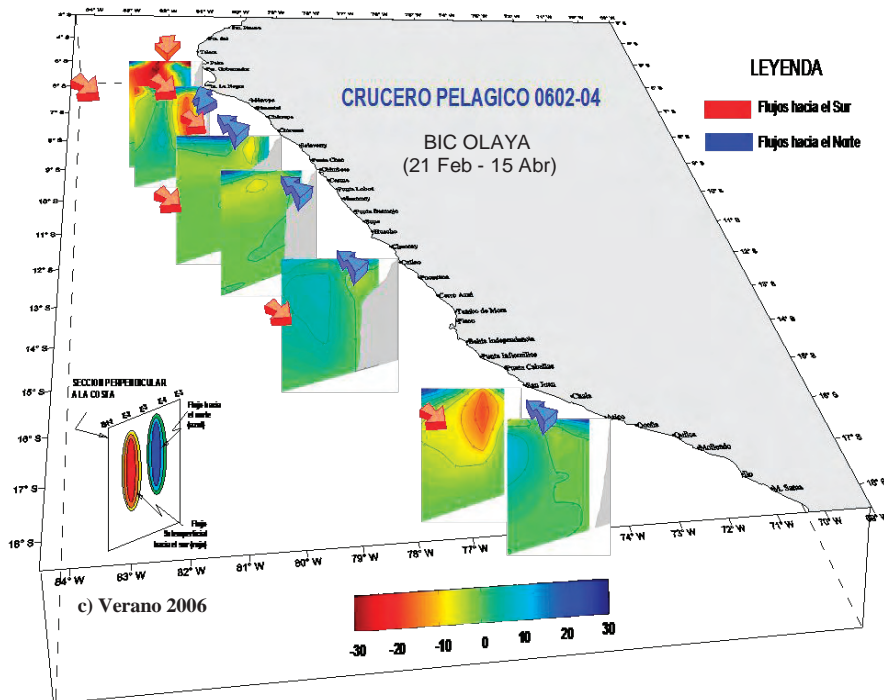


Figura 11.- Flujos geostroficados calculados con datos de cruceros de Verano 2006

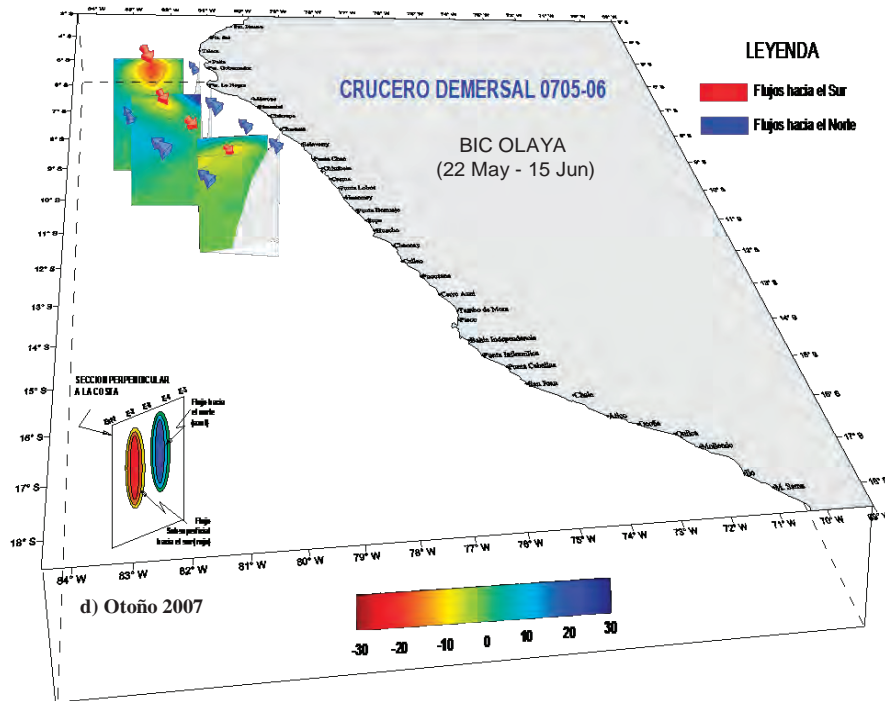


Figura 12.- Flujos geostroficados calculados con datos de cruceros de Otoño 2007

para el primer período (1975-1990) fue en abril, y para el segundo (1991-2007), fue en junio. Esto permite ver la variación intraanual de la intensidad de la ESCC en diferentes periodos de tiempo.

LA EXTENSIÓN SUR DE LA CORRIENTE CROMWELL (ESCC)

Otros resultados que determinaron los flujos subsuperficiales hacia el sur frente al Perú, fueron los obtenidos a través de los cálculos geostroficados. Se realizaron los perfiles frente a la costa, durante los años 2002 al 2007, mostrando principalmente las variaciones estacionales de veranos y otoños (Figuras 9, 10, 11 y 12). Se observa los cambios en la intensidad de los flujos subsuperficiales en los diferentes años y estaciones.

CONTENIDO DE OXÍGENO DISUELT

La situación geográfica de la costa del Perú hace que sus aguas costeras subsuperficiales tengan mayor influencia que las aguas de la región ecuatorial, predominantemente hacia el norte de Punta Falsa (6°S). Estas aguas subsuperficiales con relativo alto contenido de oxígeno, son las que provienen del ramal sur de la Corriente Cromwell y se encuentran presentes entre los 50 - 300 m de profundidad, frente a la costa peruana (ZUTA et al. 1970).

Las variaciones de los valores de oxígeno se calcularon entre los 50 y 180 m de profundidad y de 3°S a 11°S, donde la ubicación promedio de la ESCC se encuentra entre los 03° - 07°S. La serie de tiempo de los valores de oxígeno muestra que éstos oscilan entre 0,5 a 2,0 mL/L para el flujo de la ESCC, y son mayores a 2,0 mL/L durante eventos El Niño (Figura 13).

La distribución latitudinal del oxígeno (mL/L) en el fondo marino, obtenida de los datos de cruceros demersales en los años 2003 al 2008, para las estaciones de verano y otoño, mostraron valores de 0,5 y 1,0 mL/L. Esta distribución presentó una mayor proyección hacia el sur de la ESCC en otoño.

Observamos también que para los veranos de los años 2006 y 2008 se presentaron situaciones de hipoxia relacionadas con la casi nula proyección hacia el sur de la ESCC. Cabe resaltar que el eje principal de este flujo estaría asociado en gran medida a la isoxígena de 1,0 mL/L, situada al borde de la plataforma (Figura 14).

Discusión

En la serie de tiempo mensual de la profundidad de la isoterma de 15 °C, referida latitudinalmente, se presentaron las mayores profundidades en abril y junio y las menores en septiembre-octubre (Figura 7).

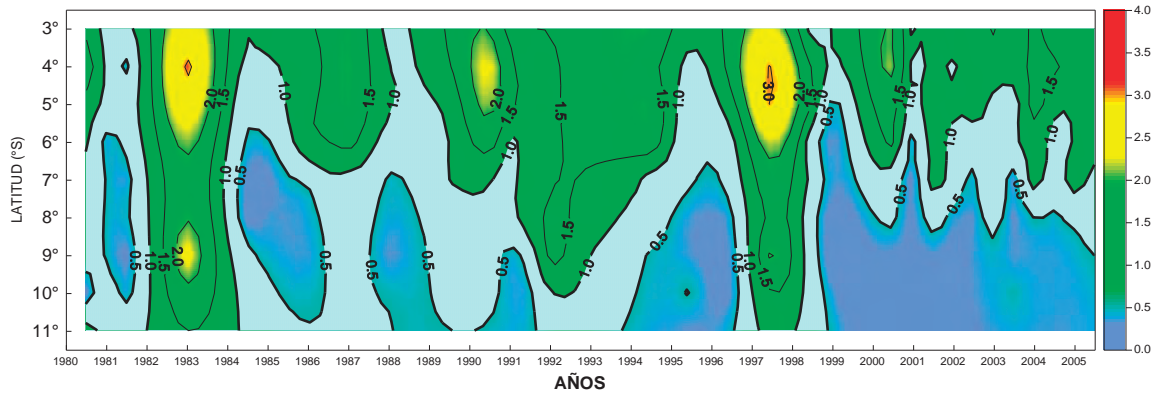


Figura 13.- Variaciones anuales medias de la distribución de oxígeno disuelto (mL/L) entre los 50 a 180 m. de profundidad, durante los años de 1980 a 2006.

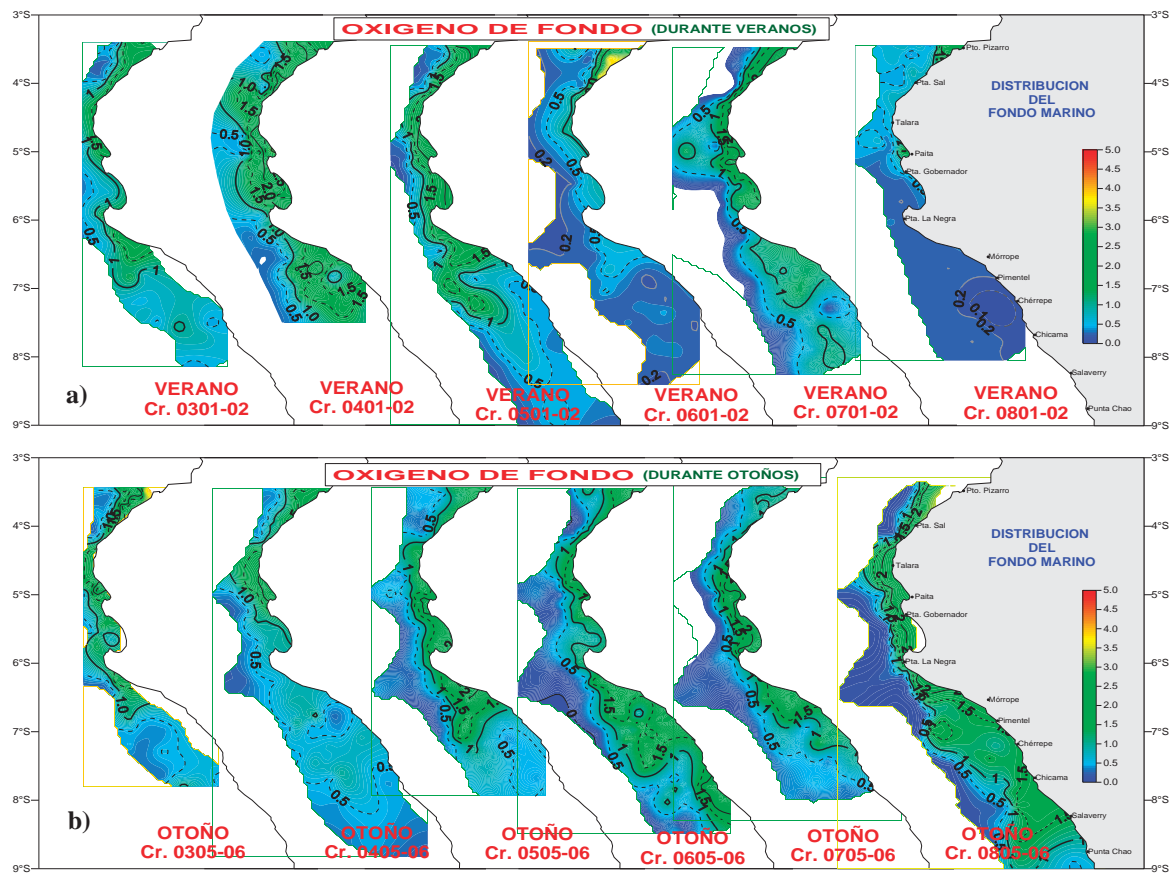


Figura 14.- Distribución del Oxígeno disuelto en el fondo (mL/L) asociado a la proyección de la ESCC frente a la costa peruana con datos de cruces demersales del 2003-2008. Arriba, durante el verano. Abajo, durante el otoño.

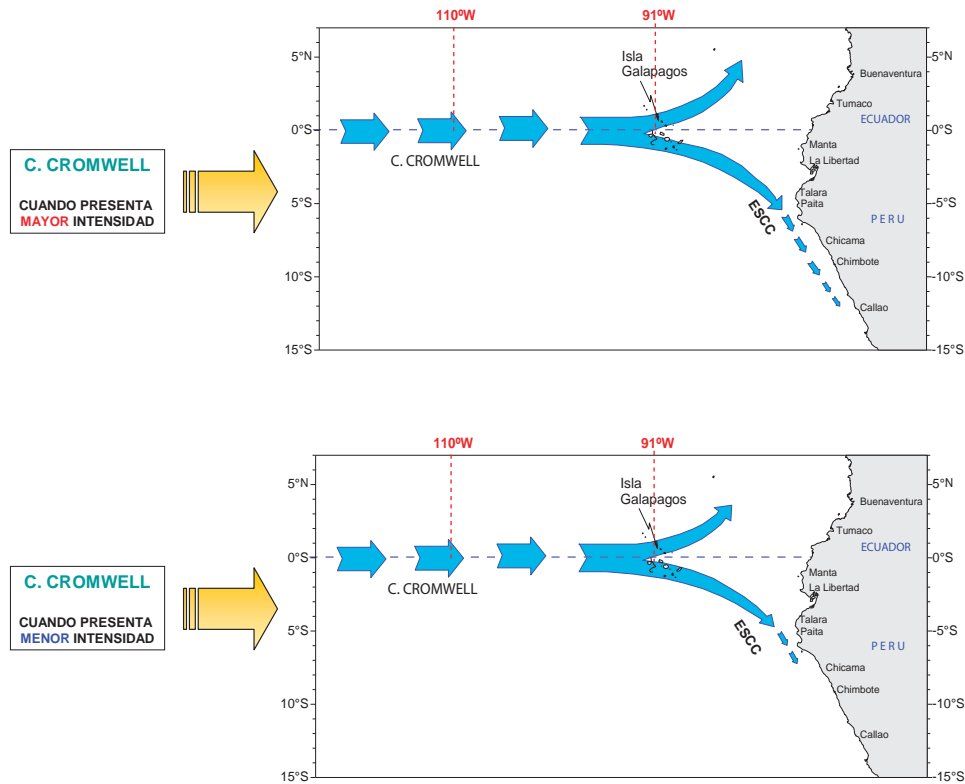


Figura 15.- Esquema: Proyección de la Corriente Cromwell, y la bifurcación hacia el sur, frente a la costa peruana. Arriba con mayor intensidad. Abajo, con menor intensidad

En la serie de tiempo latitudinal de la profundidad de la isoterma de 15 °C (Figura 6), se muestran los grandes cambios en la profundización de la isoterma de 15 °C durante los eventos El Niño (EN), entre los cuales destacaron, como los más intensos, EN 1972-1973, EN 1982-1983, EN 1997-1998; y como los de mayor duración EN 1982-1983, EN 1991-1993, que además mantuvieron a la isoterma de 15 °C por debajo de los 200 m de profundidad en las áreas del norte, entre los 3 - 9°S. Todos estos años estuvieron precedidos por años de periodos fríos.

Se observó también, que las profundidades mayores de 100 m se encontraban fuertemente asociadas a los flujos subsuperficiales hacia el sur.

Los resultados de los cálculos geostroficados, mostraron, un flujo subsuperficial que se desplazó hacia el sur, con el eje principal al borde de la plataforma, tal como lo observado por BROCKMANN et al. (1980), y un flujo cerca de la superficie también al sur por fuera de la plataforma (Figuras 9, 10, 11, 12).

Al respecto algunos investigadores han sugerido que este flujo cerca de la superficie hacia el sur representa la Contra Corriente del Perú (llamada por otros

autores como Contra Corriente Peruano-Chilena), que se desplaza entre la corriente costera y la corriente oceánica peruana.

Las intensidades de la CC en los correntómetros anclados en los 110°W y 0°N y las intensidades encontradas de la ESCC frente a la costa peruana, presentan una relación directa, destacando que el transporte de masa tiene un avance latitudinal de acuerdo a su intensidad (FLORES et al., en prep.).

Los rangos de oxígeno comprendido entre 2,0 - 0,5 mL/L estuvieron fuertemente correlacionados con la presencia de la ESCC en la zona norte del Perú, principalmente entre los 3° y 7°S para profundidades entre los 90 -180 m, mientras que para valores mayores a 2 mL/L se encontraron asociados a la presencia de un evento El Niño (Figura 13).

De la distribución del oxígeno en el fondo marino, se corroboró que las mayores proyecciones hacia el sur de la ESCC se presentaron en las estaciones de otoño (Figura 14).

Se destaca el papel que juegan las islas Galápagos en la bifurcación de la Corriente Cromwell en el Pacífico

Tabla 1.- Profundidad media (m) de la isoterma de 15 °C (dentro de las 60 mn de la costa) entre los grados 3° - 15°S frente a la costa peruana. Estas medias (M) son valores promedios de las medias mensuales para las seis áreas estudiadas (3-4°S, 5-6°S, 7-8°S, 9-10°S, 11-12°S y 13-14°S), calculadas de los perfiles de temperatura. La profundidad media se encuentra al lado izquierdo y el número de perfiles de cada media se encuentra al lado derecho. Se calcularon ceros basados en las medias de los perfiles con valores interpolados.

AÑOS	Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun		Jul		Ago		Set		Oct		Nov		Dic	
	PROM	CANT	PROM	CANT	PROM	CANT	PROM	CANT	PROM	CANT	PROM	CANT	PROM	CANT	PROM	CANT	PROM	CANT	PROM	CANT	PROM	CANT	PROM	CANT
1961	63	0	67	29	74	28	33	29	65	0	39	4	37	6	51	44	63	0	21	3	54	0	15	7
1962	67	31	61	45	34	17	34	32	23	42	64	15	30	15	33	0	26	0	8	6	27	74	29	24
1963	33	14	62	37	78	17	24	30	81	0	90	0	98	0	122	23	94	7	32	17	39	0	40	0
1964	39	14	35	4	53	24	19	36	27	31	42	24	38	0	24	10	41	15	25	0	29	53	27	19
1965	57	0	79	0	99	0	116	10	120	0	118	0	87	12	117	11	53	16	44	1	62	36	104	9
1966	104	0	117	8	101	0	71	3	59	22	57	0	102	1	49	0	43	25	40	0	47	8	37	17
1967	41	0	44	13	54	0	63	0	74	13	64	0	56	0	44	11	56	6	42	0	30	6	30	23
1968	29	0	30	0	32	0	34	0	30	17	43	0	48	0	53	0	62	15	55	0	34	5	59	13
1969	100	11	79	0	62	0	44	0	16	4	93	4	96	9	48	9	59	4	63	0	54	6	55	0
1970	52	0	49	0	47	0	44	0	45	12	44	7	39	0	49	2	38	28	40	6	22	17	35	23
1971	268	4	82	0	79	0	74	12	52	7	116	6	60	0	43	12	28	2	36	0	41	30	34	26
1972	48	0	50	8	108	5	82	8	121	0	132	0	131	2	98	9	162	0	67	1	91	1	293	1
1973	127	0	79	12	77	7	63	0	16	3	40	0	35	0	31	0	28	0	26	0	25	0	25	0
1974	27	0	26	24	43	19	58	0	56	4	101	5	88	0	86	0	82	0	77	0	71	0	64	0
1975	59	0	29	7	37	3	93	7	63	0	22	7	55	11	35	0	13	15	32	1	35	17	39	9
1976	57	0	70	0	83	0	59	18	116	0	141	3	164	3	99	16	114	0	113	0	114	0	120	10
1977	121	0	126	0	147	4	132	53	126	24	77	2	84	0	72	0	60	0	50	0	22	9	41	0
1978	41	0	44	0	47	0	50	0	54	0	58	0	61	0	65	0	68	0	72	0	75	0	78	0
1979	81	18	93	4	84	0	79	0	80	12	117	5	76	0	55	7	78	0	78	0	78	0	77	0
1980	76	3	73	0	67	3	85	2	58	0	50	0	44	0	36	21	43	19	45	0	50	0	58	6
1981	58	0	58	11	71	3	75	0	111	14	92	1	41	2	42	10	49	0	55	0	68	3	66	0
1982	70	0	60	2	62	1	96	0	110	0	125	0	140	0	153	0	165	0	173	0	163	3	183	3
1983	120	9	138	1	161	2	141	4	162	1	131	0	120	0	90	2	99	0	82	17	92	8	63	12
1984	43	5	54	13	64	0	117	3	131	4	77	0	48	3	44	15	44	9	48	0	48	0	57	4
1985	47	0	34	3	37	5	72	2	46	0	44	0	35	3	38	7	35	22	35	5	41	0	42	0
1986	44	0	45	0	46	0	71	1	35	6	53	0	57	0	61	0	65	0	69	0	69	3	80	1
1987	69	0	65	0	60	0	55	0	51	0	47	0	45	0	44	0	45	23	56	0	68	0	89	11
1988	78	0	76	0	72	0	67	0	63	0	55	8	54	4	58	0	62	0	67	0	72	0	78	0
1989	83	0	89	0	94	0	98	0	101	0	101	0	119	23	61	3	54	7	46	44	42	75	29	94
1990	39	32	53	0	87	1	98	1	136	49	106	5	64	39	39	49	40	47	44	44	40	0	39	37
1991	53	0	71	0	111	5	102	4	98	0	103	10	76	4	36	1	69	0	61	9	85	0	105	0
1992	126	0	157	5	148	0	149	0	146	0	143	0	138	0	132	0	126	0	120	0	114	0	108	0
1993	103	0	99	23	91	11	98	0	95	0	92	0	89	0	85	0	82	0	78	0	75	0	72	0
1994	80	13	47	5	72	0	77	0	81	0	85	0	109	15	49	27	39	11	60	0	75	9	87	5
1995	100	7	83	2	86	0	77	0	77	62	105	57	79	0	60	56	56	38	57	8	37	38	42	39
1996	48	0	54	0	60	43	58	0	58	13	31	9	59	99	49	40	35	25	26	17	23	22	38	57
1997	47	0	60	0	52	6	116	11	195	11	190	13	114	12	137	0	131	27	175	6	180	0	200	11
1998	168	0	134	11	135	13	19	10	113	11	121	22	138	12	69	19	45	16	58	32	70	9	42	15
1999	38	18	43	6	54	17	69	6	41	27	49	8	76	19	86	21	61	17	45	0	15	9	26	21
2000	8	1	36	16	70	0	143	14	106	55	103	8	88	6	73	5	38	22	39	19	15	4	31	0
2001	35	16	39	43	52	27	88	6	110	16	172	15	80	18	43	3	35	16	36	26	43	3	45	9
2002	76	6	163	4	89	21	165	5	86	42	72	0	68	0	79	17	61	51	68	19	96	6	87	0
2003	94	13	87	46	87	10	95	2	46	14	88	48	61	0	69	12	44	6	51	55	50	10	106	7
2004	140	31	104	10	84	0	70	0	64	14	108	51	65	0	51	13	48	8	42	12	61	14	44	14
2005	76	0	112	11	67	14	130	8	85	0	118	48	38	4	69	15	43	15	28	24	33	3	27	25

oriental, creando un flujo subsuperficial que se dirige hacia el norte y otro hacia el sur por el lado costero (Figura 15).

Los resultados de este trabajo, contribuyen a explicar la distribución de los recursos demersales, ya que la ESCC permite la existencia de un rico subsistema demersal debido a su alto contenido de oxígeno (SAMAMÉ et al. 1978, MORÓN et al. 2001), y su variabilidad estacional e interanual en velocidad, profundidad y alcance latitudinal, produce un desplazamiento hacia el norte o sur del recurso merluza de las tallas espacialmente segregadas, variando la disponibilidad de los diferentes grupos de edad a la flota pesquera (VARGAS 2008).

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

AGRADECIMIENTO

A los doctores CLAUDIA WOSNITZA-MENDO, RENATO GUEVARA-CARRASCO y SALVADOR ZUTA por sus recomendaciones y estímulo.

Referencias

- BROCKMANN C, FAHBACH E, HUYER A, SMITH RL. 1980. The poleward undercurrent along the Perú coast: 5° to 15° S. Deep Sea Research, Vol. 27A: 847-856.
- BRAINARD RE, McLAIN DR. 1987. Seasonal and interannual subsurface temperature variability off Perú, 1952 to 1984, p. 14-45. In D. Pauly and I. Tsukayama (eds.) The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: Three decades of change. ICLAM Studies and Reviews 15, 351pp.
- DIETRICH G, KALLE K, KRAUSS W, SIEDLER G. 1975. Allgemeine Meereskunde. Eine Einführung in die Ozeanographie. Gebrueder Borntraeger. Berlin, Stuttgart. 593 pp.
- HUYER A, KNOLL M, PALUSZKIEWICZ T, SMITH R. 1991. The Peru Undercurrent: a study in variability. Deep Sea Research. 38(1): 247-271.
- ICOCHEA L, ROJAS E. 2001. La Corriente Cromwell y sus variaciones en los 0°N, 110°W. In: FORUM- La Merluza Peruana (*Merluccius gayi peruanus*) Biología y Pesquería. Instituto del Mar del Perú. 120 pp.
- KRAUSS J. 1960. Measurements of the Cromwell Current. Deep-Sea research 6: 265-286 pp.
- MORÓN O, VÁSQUEZ L, TELLO E. 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.
- SAMAMÉ M, FLORES L, VÍLCHEZ R, CASTILLO J. 1978. Estructura, distribución y abundancia de peces demersales. Crucero Tareq II, 7605. Inf. Inst. Mar del Perú 47: 112-121.
- VARGAS N. 2008. Relación entre la distribución de la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*) y la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell. Tesis para Magister en Recursos Acuáticos. Escuela de Postgrado. Facultad de Ciencias Biológicas. UNMSM.
- WOLFF M, WOSNITZA-MENDO C, MENDO J. 2003. The Humboldt Current Upwelling System-Trends in exploitation, protection and research. In: Large Marine Ecosystems of the World- Trends in Exploitation, Protection, and Research. Hempel, G. and Sherman, K. (Eds.). Elsevier 279-309.
- WYRTKI K. 1964. Surface currents of the eastern tropical Pacific Ocean. Inter-Amer. Tropical Tuna Comm. Bull. 9(5): 270-304.
- ZUTA S, GUILLÉN O. 1970. Oceanografía de las Aguas Costeras del Perú. Bol. Inst. Mar del Perú-Callao, 2 (5): 161-223

Anexo "A" (Continuación)

RELACION DE CRUCEROS NACIONALES 90'

1990	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-HUMBOLDT	9002	15/02-21/03 1990
	BIC-SNP-1	9003	29/03-28/04 1990
	BIC-SNP-1	9005	18/05-06/05 1990
	BIC-HUMBOLDT	9008	04-30/08 1990
	BIC-HUMBOLDT	9011-12	24/11-12/12 1990
	BIC-SNP-1	9011-12	01-30/12 1990
1991	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-SNP-1	9101	14/01-03/02 1991
	BIC-SNP-1	9103-04	13/03-07/04 1991
	BIC-SNP-1	9106-07	03/06-05/08 1991
	BIC-SNP-1	9108	16-25/08 1991
	BIC-SNP-1	9110	02-17/10 1991
	LANCHA	9110-11	29/10-08/11 1991
1992	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-SNP-1	9201-02	22/01-28/02 1992
1993	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-SNP-1	9301-03	27/01-31/03 1993
	BAP-CARRILLO	9310-11	20/10-05/11 1993
	BAP-MELO	9312	17-28/12 1993
1994	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-SNP-1	9407	03-31/07 1994
	BIC-SNP-1	9408-09	
	E/E HUAMANGA	9408-09	
	E/E HUAMANGA	9411-12	22/11-01/12 1994
	BIC-HUMBOLDT	9411-12	30/11-05/12 1994
1995	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	E/E HUAMANGA	9501	23-30/01 1995
	BIC-HUMBOLDT	9502	15-20/02 1995
	BIC-HUMBOLDT	9504-05	18/03-16/05 1995
	E/E HUAMANGA	9506	06-17/06 1995
	E/E HUAMANGA	9508	07-12/08 1995
	BIC-HUMBOLDT	9508-09	11/08-21/09 1995
	E/E HUAMANGA	9510-11	26/10-10/11 1995
	E/E HUAMANGA	9511	11-18/11 1995
	BIC-HUMBOLDT	9511-12	23/11-19/12 1995
1996	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-HUMBOLDT	9605-06	15/05-15/06 1996
	BIC-SNP-1	9607-08	02/07-10/08 1996
	BIC-HUMBOLDT	9608-09	12/08-19/09 1996
	BAP-CARRASCO	9610-11	22/10-10/11 1996
	BIC-SNP-1	9611-12	13/11-21/12 1996
1997	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-SNP-1	9702-04	15/02-05/04 1997
	BIC-HUMBOLDT	9704	05-21/04 1997
	BIC-HUMBOLDT	9705-06	15/05-09/06 1997
	BIC-HUMBOLDT	9706-07	16/06-17/07 1997
	BIC-HUMBOLDT	9709-10	02/09-10/10 1997
	BAP-CARRASCO	9711-12	23/11-22/12 1997
1998	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BAP-CARRASCO	9802-03	12/02-18/03 1998
	BIC-HUMBOLDT	9803-05	20/03-07/05 1998
	BIC-OLAYA	9805-06	20/05-27/06 1998
	BIC-OLAYA	9806-07	27/06-13/07 1998
	BICs HUMBOLDT-OLAYA	9808-09	20/08-18/09 1998
	BIC-OLAYA	9811-12	28/11-23/12 1998
1999	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-OLAYA	9901	07-27/01 1999
	BIC-OLAYA	9902-03	10/02-31/03 1999
	BIC-SNP-2	9903-04	23/03-12/04 1999
	BIC-OLAYA	9905	03-28/05 1999
	BIC-OLAYA	9908-09	30/08-12/09 1999
	BIC-OLAYA/SNP-2	9911-12	23/11-15/12 1999

RELACION DE CRUCEROS NACIONALES 2000'

2000	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-OLAYA/SNP-2	0001-02	18/01-29/02 2000
	BIC-OLAYA	0004-05	24/04-21/05 2000
	BIC-HUMBOLDT	00 05	23-26/05 2000
	BICs OLAYA-SNP2		
	IMARPE V	0006-07	07/06-07/07 2000
	BIC-OLAYA	0008-09	25/08-23/09 2000
	BICs OLAYA-SNP2		
	IMARPE V	0010-11	09/10-12/11 2000
2001	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-OLAYA	0101-02	21/01-18/02 2001
	BIC-OLAYA/SNP-2	0103-04	01/03-13/04 2001
	BIC-OLAYA	0105-06	23/05-10/06 2001
	R/V SHINKO MARU	0105-06	13/05-03/06 2001
	BIC-OLAYA/SNP-2	0107-08	02/07-09/08 2001
	BIC-OLAYA	0108-09	28/08-30/09 2001
	BIC-HUMBOLDT	01 09	10-28/09 2001
	BICs HUMBOLDT-OLAYA-SNP-2	0110-11	09/10-12/11 2001
2002	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	L/P-CHOLI	02 01	19-21/01 2002
	BIC-OLAYA/SNP-2	0202-03	17/02-17/03 2002
	L/P-CHOLI	02 03	14-21/03 2002
	BIC-OLAYA	02 05	08-29/05 2002
	BIC-IMARPE V	02 03	18-23/03 2002
	BIC-OLAYA/SNP-2	02 08	07-31/08 2002
	BIC-IMARPE V	02 09	17-26/09 2002
	BIC-HUMBOLDT	02 09	07-26/09 2002
	BICs HUMBOLDT-OLAYA-SNP-2	0209-11	28/09-16/11 2002
2003	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-OLAYA	0301-02	24/01-17/02 2003
	BIC-OLAYA/SNP-2	0302-03	26/02-06/04 2003
	BIC-SNP-2	0305-06	20/05-12/06 2003
	BIC-OLAYA	0305-06	20/05-18/06 2003
	BIC-OLAYA/SNP-2	03 08	08-31/08 2003
	BIC-HUMBOLDT	03 10	06-23/10 2003
	BICs HUMBOLDT-OLAYA-APROPISCO	0310-12	30/10-10/12 2003
2004	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-OLAYA	0401-02	14/01-07/02 2004
	BIC-OLAYA/SNP-2	0402-03	06/02-25/03 2004
	BIC-OLAYA	04 05	03-16/05 2004
	BIC-OLAYA	0406-07	08/06-03/07 2004
	BIC-IMARPE V	04 07	10-14/07 2004
	BIC-OLAYA/SNP-2	0408-09	06/08-08/09 2004
	BIC-APROPISCO	0409-10	24/09-10/10 2004
	BIC-OLAYA	0409-10	28/09-07/10 2004
	BIC-OLAYA	04 11	02-12/11 2004
	E.H.R	0411-12	28/11-06/12 2004
	BIC-OLAYA	0411-12	29/11-21/12 2004
2005	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-OLAYA	0501-02	18/01-16/02 2005
	BIC-OLAYA	0502-04	20/02-04/04 2005
	BIC-APROPISCO	05 03	04-14/03 2005
	BIC-OLAYA	05 05	09-22/05 2005
	BIC-OLAYA	0505-06	25/05-24/06 2005
	E/P TASA 52	05 07	22-29/07 2005
	BIC-IMARPE V	05 08	02-13/08 2005
	BIC-OLAYA/SNP-2	0508-09	15/08-24/09 2005
	BIC-OLAYA	0509-10	30/09-21/10 2005
	BIC-IMARPE V	05 10	13-20/10 2005
	BIC-OLAYA	0511-12	25/11-24/12 2005
2006	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-OLAYA	0601-02	21/01 -14/02 2006
	BIC-OLAYA/SNP-2	0602-03	22/02-15/04 2006
	BIC-OLAYA	0605-06	28/05-24/06 2006
	BIC-OLAYA/SNP-2	0608-09	10/08-10/09 2006
	BIC-OLAYA	06 10	04-21/10 2006
	BIC-OLAYA/SNP-2	0611-12	08/11-10/12 2006
2007	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	BIC-OLAYA	0701-02	21/01 -14/02 2007
	BIC-OLAYA/SNP-2	0702-04	23/02-08/04 2007
	BIC-OLAYA	0705-06	22/05-15/06 2007
	BICs HUMBOLDT-OLAYA-SNP2	0708-09	09/08-22/09 2007
	BIC-OLAYA	0709-10	29/09-21/10 2007

Anexo "A" (Continuación)

RELACION DE CRUCEROS INTERNACIONALES 60°

60°	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	R/V ANTON BRUUN	6511-12	Nov-Dic 1965
	R/V YUDACA	6602	Feb 1966
	R/V ANTON BRUUN	6603	Mar 1966
	R/V ANTON BRUUN	6603-04	Mar-Abr 1966
	R/V ANTON BRUUN	6605-06	May-Jun 1966
	R/V ANTON BRUUN	6606-07	Jun-Jul 1966
	R/V ANTON BRUUN	6608-09	Ago-Set 1966
	R/V ALAMINOS	6702-03	Feb-Abr 1967
	R/V ROCKAWAY	6708	Ago 1967
	R/V OCEANOGRAPHER	6711	Nov 1967
	R/V ROCKAWAY	6802	Feb 1968
	R/V KURCHATOV	6809-11	Set-Nov 1968
	R/V CALIPSO	6811	09-15 Nov 1968
	R/V KAIYO MARU	6812	Dic 1968
	R/V THOMPSON	6903-05	Mar-May 1969
	R/V WASHINGTON	6906	Jun 1969

RELACION DE CRUCEROS INTERNACIONALES 80°

80°	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	R/V SIEDLECKI	8001	11-29 Nov 1980
	R/V SIEDLECKI	8002-04	Feb-Mar 1980
	R/V ATLANTIS II	8003-04	Mar-Abr 1980
	R/V OCEANOGRAPHER	8105-06	May-Jun 1981
	R/V RESEARCHER	8111-12	24/11-10/12 1981
	R/V KURCHATOV	8202	Feb 1982
	R/V NOAA DISCOVER	8202-03	Feb-Mar 1982
	R/V WELCOMA	8302-03	Feb-Mar 1983
	R/V WELCOMA	8302	01-24 Feb 1983
	R/V RESEARCHER	8303-04	Mar-Abr 1983
	R/V RESEARCHER	8306	07-24 Jun 1983
	R/V ENDEAVOR	8311	Nov 1983
	R/V ENDEAVOR	8312	Dic 1983
	R/V ENDEAVOR	8401	Ene 1984
	R/V ENDEAVOR	8404	Abr 1984
	R/V WELCOMA	8502-03	04/02-03/03 1985
	R/V WELCOMA	8503	10-30 Mar 1985
	R/V WELCOMA	8504	07-24 Abr 1985
	R/V OCEANOGRAPHER	8604-05	Abr-May 1986
	R/V JEAN CHARCOT	8608	07-19 Ago 1986
	R/V OCEANOGRAPHER	8611-12	15/11-01/12 1986
	R/V OCEANOGRAPHER	8611-12	28/11-08/12 1986
	R/V OCEANOGRAPHER	8612	03-08 Dic 1986
	R/V MENDELEEV	8702	02-13 Feb 1987
	R/V RESEARCHER	8704-05	Abr-May 1987
	R/V RESEARCHER	8707	12-26 Jul 1987
	R/V MOANA WAVE	8707	13-28 Jul 1987
	R/V D. POKRAMOVICH	8907-08	14/07-26/08 1989
	R/V BAF ELBRUS	8909-10	07/09-10/10 1989
	R/V F. NANSEN	8909-11	27/09-15/11 1989
	R/V BAF ELBRUS	8910-11	26/10-26/11 1989
	R/V F. NANSEN	8911-12	18/11-16/12 1989
	R/V BAF -PODMOSKOVIE	8990	07/12-02/01 8990

RELACION DE CRUCEROS INTERNACIONALES 70°

70°	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	R/V CHARTYR DAG	7109	Set 1971
	R/V CHARTYR DAG	7109-10	Oct 1971
	R/V WASHINGTON	7205	09-14 May 1972
	R/V MESYATSEV	7207-08	Jul-Ago 1972
	R/V MESYATSEV	7209	06-22 Set 1972
	R/V MESYATSEV	7212	Oct-Dic 1972
	R/V MESYATSEV	7305-06	May-Jun 1973
	R/V POSEIDON	7310	22-23 Oct 1973
	R/V AGASSYZ	7407	Jul 1974
	R/V MOANA WAVE	7502-03	11/02-31/03 1975
	R/V MOANA WAVE	7504-05	17/04-27/05 1975
	R/V ALPHA HELIX	7603-04	Mar-Abr 1976
	R/V THOMPSON	7604-06	25/04-25/06 1976
	R/V EASTWARD	7608	Ago 1976
	R/V EASTWARD	7608-09	Ago-Set 1976
	R/V EASTWARD	7609	Set 1976
	R/V EASTWARD	7609-10	Set-Oct 1976
	R/V EASTWARD	7610	Oct 1976
	R/V EASTWARD	7610-11	Oct-Nov 1976
	R/V WELCOMA	7703	Mar 1977
	R/V CAYUSE	7703	Mar 1977
	R/V ISELIN	7704	Abr 1977
	R/V MELVILLE	7703	04-08 Mar 1977
	R/V MELVILLE	7703	12-28 Mar 1977
	R/V MELVILLE	7704	04-25 Abr 1977
	R/V MELVILLE	7705	05-22 May 1977
	R/V BAFFIN	7711	Nov 1977
	R/V KNORR	7802-03	Feb-Mar 1978
	R/V MENDELEEV	7803	Mar 1978
	R/V SIEDLECKI	7912	02-24/12 1979

RELACION DE CRUCEROS INTERNACIONALES 90°

90°	EMBARCACION	CRUCERO	FECHA
	R/V NANSEN	9001-02	12/01-19/02 1990
	R/V NANSEN	9002-04	23/02-23/04 1990
	R/V NANSEN	9004-05	25/04-23/05 1990
	B/P SEYANG-51	9006-08	(28/06-12/07) (20/07-26/08) 1990
	B/P KWANG YANG-108	9006-07	28/06-12/07 1990
	R/V NANSEN	9007-08	02/07-15/08 1990
	R/V NANSEN	9008-09	25/08-22/09 1990
	R/V NANSEN	9009-11	29/09-06/11 1990
	R/V NANSEN	9011-12	30/11-24/12 1990
	B/C KAIYO MARU 5	9106-07	17/06-17/07 1991
	B/C SHOTOKU MARU 61	9107-09	28/07-18/09 1991
	B/C FUKUCHO MARU 31	9107-09	31/07-08/09 1991
	B/C RYOON MARU 2	9108-09	03/08-20/09 1991
	B/C KANESHIGE M.25	9108-09	03/08-28/09 1991
	B/C RYOEL MARU 68	9109-10	20/09-29/10 1991
	B/C KANESHIGE M.25	9110-11	03/10-24/11 1991
	B/C DONG WON 608	9110	03-27 Oct 1991