

## EVOLUCIÓN MENSUAL DE LAS CORRIENTES VERTICALES Y ZONAS DE SURGENCIA EN LA CUENCA DEL PACÍFICO COLOMBIANO – CPC

Nancy Liliana Villegas Bolaños \*

División de Oceanografía, Centro Control Contaminación del Pacífico – CCCP  
 Vía El Morro, Capitanía de Puerto, San Andrés de Tumaco, Nariño, Colombia  
 Tél. (57-2) – 727 26 37, Fax: (57-2) – 727 11 80. e-mail: [cccpaci@col2.telecom.com.co](mailto:cccpaci@col2.telecom.com.co)  
 \*e-mail: [sciplionok@yahoo.com](mailto:sciplionok@yahoo.com)

*Recibido en septiembre de 2002; aceptado en noviembre de 2002*

### RESUMEN

La distribución de las zonas de surgencia en la cuenca del Pacífica colombiana, CPC, se encontró por medio del cálculo de las velocidades verticales con los promedios mensuales de temperatura y salinidad del área de estudio. El cálculo se basa en la teoría de solución de problemas de diagnóstico con la integración de la ecuación de continuidad y un modelo tridimensional no lineal. Los resultados muestran la existencia de zonas de surgencia en la CPC durante todo el año, con 15600 millas cuadradas, aproximadamente, en la capa 0-100 m. La velocidad vertical de las aguas ascendentes es en  $2 \times 10^{-5}$  cm/s mayor que la velocidad vertical de las aguas descendentes. Estas magnitudes y la distribución de las zonas de surgencia cambian durante el año con la migración de la Zona de Convergencia Intertropical, ZCIT. La zona de surgencia más extensa e intensiva puede ser observada en los primeros meses del año (febrero-abril) y los últimos (noviembre-diciembre) meses del año. Las zonas de surgencia inician su decrecimiento desde mayo y son mínimas entre agosto y octubre. La surgencia cercana a la isla de Malpelo es observada en todo el año, excepto en noviembre y diciembre. Alrededor de la isla la surgencia no se aprecia cada mes, pero es intensa en febrero, abril y diciembre.

**Palabras claves:** Velocidades Verticales, Convergencia, Surgencia, Gorgona, Malpelo, Pacífico Colombiano.

### ABSTRACT

The distribution of the upwelling zones in the River basin of the Colombian Pacific has been found by the calculation of the vertical velocities with monthly average of water temperature and salinity data. The calculation is based on the theory of the solution of diagnostic problems with the vertical integration of the equation of continuity and a no lineal three-dimensional model. The results show the existence of the upwelling zones in the CPO during the whole year with 15600 quadrates miles approximately in the thin 0-100 m. Here the vertical velocity of the water going up is in  $2 \times 10^{-5}$  cm/s more than the vertical velocity of the water going down. These magnitudes and the distribution of the upwelling zones chance during the year with the migration of the Inter tropical convergence zone, ITCZ. The most intensive and extended upwelling zone can be observed at the first months of the year (february-april) and at the last months (november-december). The upwelling zones start to decrease from May and are minimums between august and october. The upwelling near the Malpelo island, is observed in all the year except in november and December. Around the Gorgona Island upwelling in every month were not appraised, but it is intensive in february, april and december.

**Key Words:** Vertical Velocities, Convergence, Upwelling, Gorgona, Malpelo, Colombian Pacific.

## INTRODUCCIÓN

Desde 1997 en la CPC se han realizado estudios de los movimientos verticales del agua, teniendo en cuenta valores obtenidos en algunos cruceros oceanográficos (Villegas, 1997a; Villegas, 1997b y Villegas y Karlin, 2003). También se estudió en una oportunidad la variación de las zonas de surgencia y la velocidad de sus corrientes verticales relacionando al ciclo ENOS, de acuerdo con información de este fenómeno a nivel global, tomando como ejemplo tres años diferentes (Villegas, 1997b), pero no se ha discutido si existen ascensos de agua dentro del año en la CPC.

Los cálculos de corrientes verticales y determinación de zonas de surgencia realizados en el presente trabajo son una aproximación de lo que se podría ver mes a mes en la CPC y sirven como referencia para dar continuidad a esta investigación, con el incremento de información inicial.

La distribución de zonas de surgencia en la CPC ha sido determinada a través del cálculo de velocidades de las corrientes verticales de surgencia con información promedio mensual. El cálculo se basa en la teoría de solución de problemas de diagnóstico con el modelo no lineal D3 de cálculo de velocidades de corrientes verticales (Sarkicyan y Denima, 1986; Villegas, 1997a; Villegas, 1997b y Villegas y Karlin, 2003).

Se obtuvo que existen zonas de surgencia en la CPC durante todo el año, con una velocidad de corrientes verticales en ascenso mayor a la de descenso en  $2 \times 10^{-5}$  cm/s en la capa 0-100 m, de 15600 millas cuadradas aproximadamente. Estas magnitudes varían durante el año por la migración de la ZCIT.

La mayor intensidad y extensión de zonas de surgencia se aprecia en los primeros meses del año (febrero-abril) y los dos últimos (noviembre-diciembre), empiezan su disminución en mayo y son menores entre agosto y octubre.

Dentro del área costera no se han determinado zonas de surgencia, ya que no se tiene información inicial para los cálculos. La ascensión cerca de la isla de Malpelo se observa en todo el año, exceptuando noviembre y diciembre. Alrededor de la isla de Gorgona no se apreciaron surgencias en todos los meses, pero hay en forma intensa en febrero, abril y diciembre.

## ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio es la CPC, localizada entre los meridianos  $77^{\circ} 45'$  y  $84^{\circ} 00'$  longitud Oeste y los paralelos  $1^{\circ} 30'$  y  $6^{\circ} 30'$  latitud Norte (Fig.1).

## METODOLOGÍA

Se utilizó como información inicial el campo de presión atmosférica (resultado del modelo atmosférico del Centro Meteorológico de Europa con datos de 1988-1998) (Málikov, 1998 y Málikov y Camacho, 1998), la elevación de la superficie (resultado del modelo oceanológico de la Universidad Hidrometeorológica del Estado Ruso, según salinidad y temperatura del World Ocean Atlas 1994 CD-ROM Data set NOAA) (Neelov y Villegas, 2002) y los valores promedio mensuales de la temperatura del mar y salinidad de la CPC (a excepción de enero y julio, por falta de información) (Málikov, 1998).

Para la determinación de los movimientos verticales de las aguas de la CPC a través del año (Villegas y Karlin, 2003) se utiliza la teoría de solución de problemas de diagnóstico con un modelo no lineal de cálculo de velocidades en regiones con dificultades dinámicas como es el caso de la Zona Ecuatorial y sus alrededores, denominado modelo D3, desarrollado por Sarkicyan (Sarkicyan y Denima, 1986), usando la metodología de cálculo de corrientes verticales para la CPC descrita en Villegas, 1997a; Villegas, 1997b y Villegas y Karlin, 2003.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en los cálculos de velocidades de corrientes verticales para todo el año se presenta en la tablas 1-3. El valor promedio de la capa 0-10 m es de  $14.6 \times 10^{-5}$  cm/s y luego disminuye en forma leve ( $0.4 \times 10^{-5}$  cm/s) con el incremento de la profundidad, en lugar de aumentar, llegando a  $14.2 \times 10^{-5}$  cm/s en la capa 75-100 m.

Este comportamiento se debe a que los datos con los cuales se realizaron los cálculos son insuficientes en profundidades mayores a los 100 m (sobre todo de salinidad) y ya que el modelo utilizado se basa en la integración del factor baroclínico en la columna de agua, además del componente gradiental y eólico (Semionov, 1981; Sarkicyan y Demina, 1986; Sarkicyan, 1991; Villegas, 1997a y Villegas y Karlin 2003), los resultados se hacen sensibles a esta falta de información, provocando inconsistencias capa a capa en los valores de las corrientes verticales, sin afectar el sentido de las corrientes.

Las corrientes verticales, por lo general, aumentan con el incremento de la profundidad. En cálculos de corrientes verticales realizados en la CPC con datos obtenidos de cruceros oceanográficos en los años de 1986, 1988, 1990 (Villegas, 1997a) y 1996 (Villegas, 1997b) esta relación se aprecia claramente. En 1986 la velocidad vertical promedio en la capa 0-10 m fue  $11.5 \times 10^{-5}$  cm/s y en la capa 100-150 m fue  $420 \times 10^{-5}$  cm/s; en 1988 en la capa 0-10 m el promedio fue de  $5 \times 10^{-5}$  cm/s; en la capa 100-150 m fue de  $75 \times 10^{-5}$  cm/s; en 1990 en la capa 0-10 m fue de  $15 \times 10^{-5}$  cm/s, y  $210 \times 10^{-5}$  cm/s en la capa de 100-150 m. En junio y octubre de 1996 los promedios fueron de  $20 \times 10^{-5}$  cm/s en las capas 0-10 m y de  $200 \times 10^{-5}$  cm/s en 100-150 m, teniendo que junio presentó velocidades relativamente más altas que octubre y, finalmente, en el año 2000 se tuvo  $40 \times 10^{-5}$  cm/s en la capa 0-10 m y  $250 \times 10^{-5}$  cm/s en la capa de 100-150 m.

La velocidad promedio de las corrientes verticales de la CPC, según los cálculos del presente trabajo, es de  $14 \times 10^{-5}$  cm/s en las aguas superficiales (0-100 m). La variación mensual muestra que en la capa 0-100 m los valores de las velocidades de corrientes verticales en ascenso (intensidad de surgencia) son mayores que las de descenso en  $2 \times 10^{-5}$  cm/s.

Los meses de valores máximos de velocidades de corrientes verticales son febrero y marzo, tanto en ascenso como en descenso. Los mínimos coinciden en ascenso y descenso en octubre y noviembre. Una explicación a esto podría ser el hecho de que durante estos cuatro meses la ZCIT se encuentra al Sur o al Norte de la región de estudio, respectivamente (Málikov, 1998); lo cual indicaría que los vientos actúan permitiendo una oscilación libre (máxima) de los movimientos verticales o un impedimento de estos movimientos (mínima).

Las zonas de ascenso de aguas abarcan un mayor porcentaje del área de estudio en los meses de febrero, cuando el 56% de la CPC presenta zonas de surgencia; en marzo, abril y mayo, un 49%, y en diciembre, cuando las surgencias abarcan un 51% del área de estudio (Fig.2).

Para determinar cuáles son los sectores de la CPC donde se presentan las zonas de surgencia y cómo varían su posición en la capa de 0-10 m cada mes (a excepción de enero y julio) se ha graficado en gamas de azul la distribución de las zonas de surgencia, encerradas con una isolínea negra punteada. Los tonos más claros corresponden a los focos de surgencia, donde la velocidad de corriente vertical en ascenso es máxima.

En febrero (Fig.3a.) se aprecia que la zona de surgencia cubre una gran parte de la CPC. Se extiende desde los  $81^{\circ} 30' W - 5^{\circ} N$ , pasando por la isla de Malpelo hacia los  $78^{\circ} 30' W - 2^{\circ} 30' N$ . Las dimensiones aproximadas de la zona de surgencia que se observa en las capas superficiales son: largo 260 millas y ancho 60 millas. Se observa la presencia de cinco focos de surgencia, cuyas coordenadas son:  $79^{\circ} W - 3^{\circ} N$ ;  $79^{\circ} W - 4^{\circ} N$ ;  $80^{\circ} W - 4^{\circ} N$ ;  $80^{\circ} W - 2^{\circ} 30' N$  y  $81^{\circ} 30' W - 2^{\circ} N$ . El foco de surgencia con mayor velocidad de corrientes verticales se encuentra al Suroeste de la CPC.

Para marzo (Fig.3b.) las dimensiones del foco de surgencia que se encontraba alrededor de la isla de Gorgona disminuyen y éste se desplaza hacia los  $79^{\circ} W - 3^{\circ} N$ . La distribución de la zona de surgencia cambia en las aguas superficiales, donde se ve su división, dejando al sector central con aguas en descenso. Una zona se ubica al Nordeste de la CPC entre los  $78^{\circ} 30' W - 79^{\circ} 30' W$  y  $3^{\circ} 45' N - 5^{\circ} 45' N$  y otra al Suroeste de la CPC, en forma de anillo semicerrado que rodea un área con aguas de descenso.

Los focos de surgencia en marzo son cuatro y muestran el desplazamiento de los encontrados en el mes anterior. Sus coordenadas son:  $79^{\circ} W - 3^{\circ} N$ ;  $79^{\circ} W - 4^{\circ} 30' N$ ;  $80^{\circ} W - 2^{\circ} 30' N$  y  $80^{\circ} 45' W - 2^{\circ} N$ .

En la Figura 3c. el mes de abril muestra en la capa 0-10 m una disminución en sus dimensiones, prácticamente, cortada en cinco pequeñas zonas repartidas por la CPC con los focos ubicados así:  $79^{\circ} 30'W - 2^{\circ}N$ ;  $79^{\circ} 30'W - 3^{\circ}N$ ;  $80^{\circ}W - 2^{\circ} 30'N$ ;  $81^{\circ}W - 2^{\circ}N$  y  $79^{\circ}W - 5^{\circ}N$ .

En mayo (Fig.3d.) se aprecia cómo las zonas de ascenso de aguas han disminuido sus dimensiones y se han desplazado unas 30 millas en dirección sureste. A diferencia de la isla de Gorgona, alrededor de la isla de Malpelo se observa ascenso de aguas. Se pueden definir en forma general dos zonas de surgencia, una diagonal de 216 millas de largo por 30 millas de ancho y otra correspondiente a la línea del meridiano  $81^{\circ} 30'W$ , que avanza tomando mayores áreas al Norte y Sur de la misma. Los núcleos de surgencia (focos) siguen siendo cinco, ubicados así:  $78^{\circ} 30'W - 4^{\circ} 30'N$ ;  $79^{\circ}W - 4^{\circ}N$ ;  $79^{\circ} 30'W - 3^{\circ}N$ ;  $80^{\circ} 30'W - 2^{\circ} 15'N$  y  $81^{\circ} 30'W - 2^{\circ} 30'N$ .

Para junio las zonas de surgencia presentan dimensiones menores a las de mayo (Fig. 4<sup>a</sup>.) y se estabilizan en las capas superiores con cinco focos de surgencia:  $78^{\circ} 30'W - 4^{\circ} 30'N$ ;  $79^{\circ} 45'W - 3^{\circ}N$ ;  $80^{\circ} 30'W - 2^{\circ}N$ ;  $81^{\circ} 30'W - 2^{\circ}N$  y  $80^{\circ} 30'W - 4^{\circ} 30'N$ .

Para los meses de agosto, septiembre y octubre (Fig. 4b, 4c. y 4d). las zonas de ascenso de aguas se asemejan entre sí. Alrededor de la isla de Malpelo se siguen observando surgencias, pero alrededor de la isla de Gorgona éstas no se presentan. En estos meses la zona de surgencia atraviesa a la CPC sobre el meridiano  $80^{\circ}W$ , con dimensiones aproximadas de 180 millas por 60 millas. A lo largo del meridiano  $81^{\circ} 30'W$  el ascenso de aguas se hace leve, como en los primeros meses del año, y se concentra al Suroeste. En agosto y septiembre se observan solamente dos focos de surgencia (aunque extensos) en el meridiano  $80^{\circ}W$ , uno entre  $4^{\circ} - 5^{\circ}N$  y otro entre  $2^{\circ} 30'N - 3^{\circ} 45'N$ . En octubre se acentúa un nuevo foco en este mismo meridiano dividiendo en dos al de  $2^{\circ} 30'N - 3^{\circ} 45'N$ .

En noviembre y diciembre las zonas surgencia, nuevamente, se extienden por varios sectores de la CPC (Fig. 5a. y 5b.), pero no se aprecian ascensos de aguas en los alrededores de las islas de Malpelo y Gorgona. Aparecen, en forma leve, ascensos de aguas en el nordeste y a lo largo del meridiano  $81^{\circ} 30'W$ . El meridiano  $80^{\circ}W$  sigue siendo el centro de la zona de surgencia, la cual se presenta en noviembre con 180 millas de largo y 60 millas de ancho, para hacerse más pequeña en diciembre (120 millas de largo con 60 millas de ancho). Aparece, además, una nueva zona con aproximadamente las mismas dimensiones (120 x 60 millas), entre los meridianos  $78^{\circ}W - 79^{\circ}W$  y otra sobre el meridiano  $81^{\circ} 30'W$ .

Los focos de surgencias para noviembre son cuatro:  $78^{\circ} 30'W - 4^{\circ} 30'N$ ;  $80^{\circ}W - 3^{\circ} 30'N$ ;  $80^{\circ}W - 2^{\circ} 30'N$  y  $81^{\circ} 30'W - 2^{\circ}N$ . En diciembre los focos son los mismos, pero aumenta uno a los  $79^{\circ}W - 3^{\circ}N$ , el cual se apreciaba en forma leve desde noviembre.

En general, en la CPC se observan zonas de surgencia durante todo el año. La mayor intensidad y extensión de éstas se aprecian en los primeros meses del año (febrero-abril) y los dos últimos (noviembre-diciembre). La disminución se inicia en mayo y son menores entre agosto-octubre.

La distribución e intensidad de los ascensos de agua presentan concordancia con la migración de la ZCIT. Los primeros meses del año las zonas de surgencia se encuentran distribuidas por toda la CPC y aparecen con mayor intensidad desde el suroeste. A partir de mayo se cubre el meridiano  $81^{\circ} 30'W$  y las zonas se desplazan 30 millas hacia el interior; entre agosto y octubre se concentran en el centro de la CPC, sobre el meridiano  $80^{\circ}W$ . Hacia noviembre y diciembre empiezan, nuevamente, a distribuirse por toda la CPC.

Las mayores concentraciones de zonas de surgencia se encontraron en los primeros meses del año, con 296 millas de largo por 90 millas de ancho. Las menores se observaron a mitad de año, con dimensiones de 120 millas de largo y 60 millas de ancho. El promedio aproximado es de 208 millas de largo por 75 millas de ancho, o sea, 15600 millas cuadradas.

La zona de surgencia más cercana a esta región, la surgencia del Perú, tiene 25250 millas cuadradas y se presenta en forma continua todo el año, por la permanente influencia de los vientos (Wyrcki, 1965) (y, como es claro, es más intensa que la de la CPC, con un espesor de 200 m. En la CPC, aunque parece ser que las aguas ascienden desde profundidades mayores a 400 m, el espesor medio de la capa de surgencia es, aproximadamente, de 100 m y varía durante el año de acuerdo con el desplazamiento de la ZCIT (Villegas y Karlin, 2003)).

La cantidad de focos de surgencia encontrados en la CPC varía entre cinco y dos, los cuales aparecen y desaparecen durante el año y se ubican por lo general alrededor de las coordenadas:  $78^{\circ} 30'W - 4^{\circ} 30'N$ ;  $79^{\circ}W - 3^{\circ}N$ ;  $80^{\circ}W - 2^{\circ} 30'N$ ;  $80^{\circ}W - 3^{\circ} 30'N$  y  $81^{\circ} 30'W - 2^{\circ}N$ .

Dentro del área costera no se han determinado zonas de surgencia, ya que no se tiene información inicial para los cálculos. La ascensión comienza en la parte más alejada de la costa (a profundidades medias de 100 a 400 m) y está determinada por el paso de la ZCIT, por lo tanto el movimiento ascendente alrededor de las islas de Malpelo y Gorgona varían durante el año. Cerca de la isla de Malpelo el ascenso de aguas se observa todo el año, exceptuando los meses de noviembre y diciembre. Alrededor de la isla de Gorgona no se apreciaron surgencias en todos los meses, pero hay en forma intensa en febrero, abril y diciembre.

## CONCLUSIONES

La velocidad promedio de las corrientes verticales de la CPC, según los cálculos del presente trabajo, es de  $14 \times 10^{-5}$  cm/s en las aguas superficiales (0-100 m).

La variación mensual de los valores de las velocidades de corrientes verticales en ascenso son mayores que las de descenso en  $2 \times 10^{-5}$  cm/s en la capa 0-100 m.

Los meses con valores máximos de velocidades de corrientes verticales son febrero y marzo, los mínimos octubre y noviembre.

En la CPC se observan ascensos de agua durante todo el año. La mayor intensidad y extensión de zonas de surgencia se aprecian en los primeros meses del año (febrero-abril) y los dos últimos (noviembre-diciembre).

Las zonas de surgencia empiezan a disminuir en mayo y son menores entre agosto-octubre.

La distribución e intensidad de los ascensos de agua presentan concordancia con el desplazamiento de los frentes atmosféricos generados por el paso de la ZCIT.

Los primeros meses del año las zonas de surgencia se distribuyen por toda la CPC y aparecen con mayor intensidad desde el suroeste; a partir de mayo se cubre el meridiano  $81^{\circ} 30'W$  y las zonas se desplazan 30 millas hacia el interior; de agosto a octubre se concentran en el centro de la CPC sobre el meridiano  $80^{\circ}W$ , disminuyendo sus dimensiones, y en noviembre-diciembre empiezan a distribuirse por toda la CPC.

Las zonas de surgencia tienen como dimensiones aproximadas 208 millas de largo por 75 millas de ancho (15600 millas cuadradas), con un espesor medio de capa de aguas ascendentes de 100 m que varía durante el año por el desplazamiento de la ZCIT.

La cantidad de focos de surgencia encontrados varía entre cinco y dos, los cuales aparecen y desaparecen durante el año y se ubican por lo general alrededor de las coordenadas:  $78^{\circ} 30'W - 4^{\circ} 30'N$ ;  $79^{\circ}W - 3^{\circ}N$ ;  $80^{\circ}W - 2^{\circ} 30'N$ ;  $80^{\circ}W - 3^{\circ} 30'N$  y  $81^{\circ} 30'W - 2^{\circ}N$ .

Cerca de la isla de Malpelo el ascenso de aguas se observa en todo el año, excepto en noviembre y diciembre. Alrededor de la isla de Gorgona no se apreciaron surgencias en todos los meses, pero hay en forma intensa en febrero, abril y diciembre.

Es necesario realizar monitoreos puntuales para estudios de surgencia costera en la CPC. Se debe efectuar un análisis de distribución de zonas de afloramiento, estudiando la influencia de las corrientes marinas (movimientos horizontales en diferentes capas), de la topografía del fondo marino y de las zonas homogéneas determinadas en investigaciones sobre la CPC.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Climate Diagnostics Bulletin – Delayed mode analyses, ocean/atmosphere.** National meteorological Center, Washington, 1988 – 1995.

**Climate Diagnostics Bulletin – Near Real - Time analyses, ocean/atmosphere.** National meteorological Center, Washington, 1990 – 1998.

**Málikov I. 1998.** Determinación de los Cambios Entreañuales del Campo de Presión Atmosférica en el Pacífico Colombiano. Informe técnico. San Andrés de Tumaco : CCCP, Colombia.

**Málikov, I. y G. Camacho. 1998.** Método de Aproximación para Determinar Cambios Entreanuales Aplicado a Parámetros de Temperatura y Salinidad del Pacífico Colombiano. Boletín Científico CCCP No.7. San Andrés de Tumaco : CCCP, Colombia, Pp. 30 – 41.

**Sarkicyan, A. y L. Demina, 1986.** Métodos y Resultados de Cálculos de Circulación de las Aguas del Océano Mundial. San Petersburgo : Hidrometeoizdat, Pp. 100 – 152.

**Sarkicyan, A. 1991.** Modelación de la Dinámica del Océano. San Petersburgo : Hidrometeoizdat, 296 pp.

**Semionov, B. 1981.** Cálculos de los Movimientos Verticales con Modelos Numéricos de Circulación de las Aguas Oceánicas. Oceanología Tomo XXI. San Petersburgo : Hidrometeoizdat, Pp. 433 – 440.

**Villegas, N. 1997a.** Estudio del Movimiento de las Aguas en la Región Este de la Cuenca del Pacífico Colombiano. Boletín Científico CCCP No. 6. San Andrés de Tumaco : CCCP, Colombia, Pp. 71 – 80.

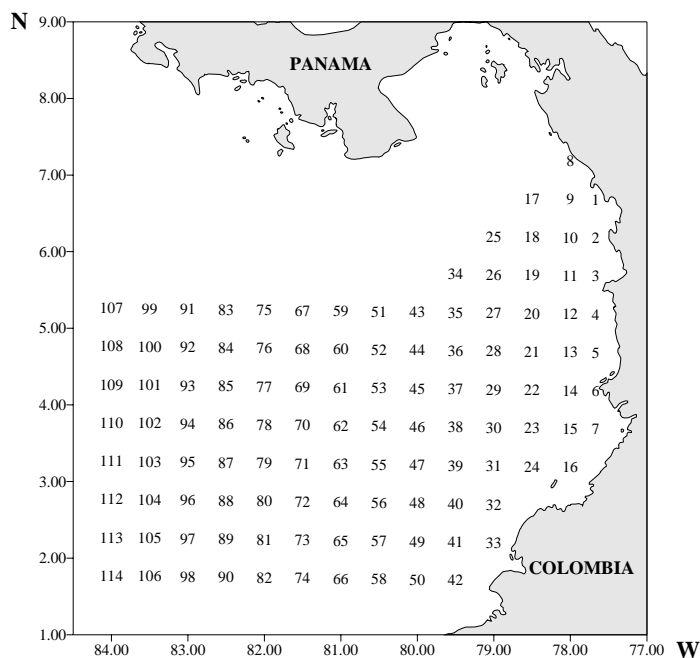
**Villegas, N. 1997b.** Movimiento Vertical de las Aguas en el Pacífico Colombiano Durante Junio y Octubre de 1996. Boletín Científico CCCP No. 6. San Andrés de Tumaco : CCCP, Pp. 81 – 93.

**Villegas, N. y L. Karlin. 2003.** Modelación de la Circulación Vertical y Upwelling en la Cuenca del Pacífico Colombiano (CPC) por medio de un Modelo de Diagnóstico.// Material de la sección final del Consejo Científico 27 – 28 enero 2003. Parte II. Sección de Oceanología, Ecología y Física del Medio Ambiente Natural. San Petersburgo : Ed. RSHU, Pp. 29 – 31.

**Wyrcki, K. 1965.** Oceanographic Observations in the Panamá Bight. 'Askoy' Expedition, 1941. Amer. Mus. Nat. Hist., Bull. 118(3):113-152.



## FIGURAS Y TABLAS



**Figura 1.** Pacífico Colombiano y estaciones oceanográficas.

**Tabla 1.** Valores promedio de la velocidad de corrientes verticales ( $\times 10^{-5}$  cm/s) en la capa 0-100 m, Pacífico colombiano.

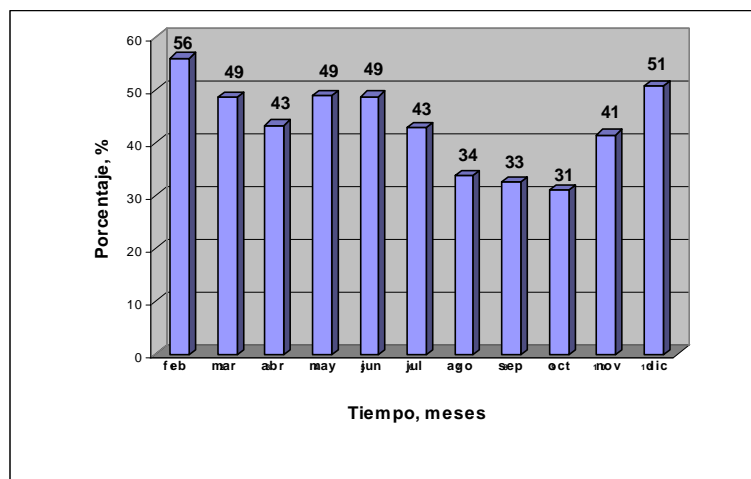
	0-10 m	10-25 m	25-50 m	50-75 m	75-100 m	Promedio
<b>Ascenso</b>	15.219	15.161	15.243	14.994	14.449	15.013
<b>Descenso</b>	13.929	13.937	13.736	13.769	13.937	13.861
<b>Promedio</b>	14.574	14.549	14.489	14.381	14.193	14.437

**Tabla 2.** Variación mensual de la velocidad de corrientes verticales en aguas ascendientes ( $\times 10^{-5}$  cm/s) en la capa 0-100 m, Pacífico colombiano.

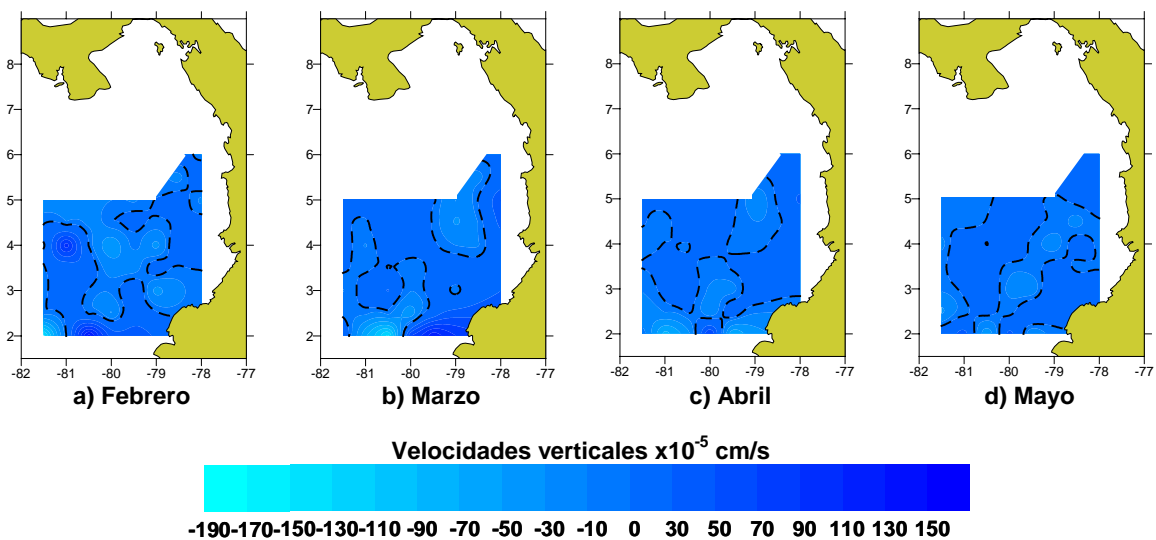
	0-10 m	10-25 m	25-50 m	50-75 m	75-100 m	Promedio
<b>Febrero</b>	-17.2	-17.3	-18.0	-16.9	-15.8	-17.0
<b>Marzo</b>	-19.7	-19.9	-20.1	-20.4	-19.6	-19.9
<b>Abril</b>	-17.5	-17.6	-17.6	-18.7	-17.8	-17.8
<b>Mayo</b>	-11.1	-11.1	-11.1	-11.1	-11.6	-11.2
<b>Junio</b>	-16.1	-16.0	-16.0	-16.1	-15.0	-15.8
<b>Agosto</b>	-13.1	-12.9	-11.9	-11.3	-10.2	-11.9
<b>Septiembre</b>	-13.6	-13.5	-13.3	-13.5	-13.8	-13.6
<b>Octubre</b>	-13.7	-13.5	-13.1	-13.0	-13.1	-13.3
<b>Noviembre</b>	-13.5	-13.3	-14.3	-13.4	-12.3	-13.4
<b>Diciembre</b>	-16.7	-16.5	-16.9	-15.5	-15.3	-16.2

**Tabla 3.** Variación mensual de la velocidad de corrientes verticales en aguas descendientes ( $\times 10^{-5}$  cm/s) en la capa 0-100 m, Pacífico colombiano.

	0-10 m	10-25 m	25-50 m	50-75 m	75-100 m	Promedio
<b>Febrero</b>	25.0	24.8	23.3	23.1	23.0	23.8
<b>Marzo</b>	20.3	20.1	19.8	19.4	19.7	19.9
<b>Abril</b>	11.7	11.7	11.7	11.0	10.8	11.4
<b>Mayo</b>	15.6	15.6	15.5	15.1	14.0	15.1
<b>Junio</b>	15.8	15.8	16.0	16.0	16.7	16.0
<b>Agosto</b>	9.7	9.7	10.1	10.3	11.1	10.2
<b>Septiembre</b>	10.1	10.2	10.3	10.3	10.6	10.3
<b>Octubre</b>	8.6	8.7	8.9	9.0	9.3	8.9
<b>Noviembre</b>	8.7	8.8	8.3	8.6	9.3	8.7
<b>Diciembre</b>	13.9	13.9	13.5	14.8	15.0	14.2



**Figura 2.** Porcentaje de zonas de surgencia presentes en el Pacífico colombiano.



**Figura 3.** Zonas de surgencia en la capa 0-10 m, febrero–mayo, Pacífico colombiano.

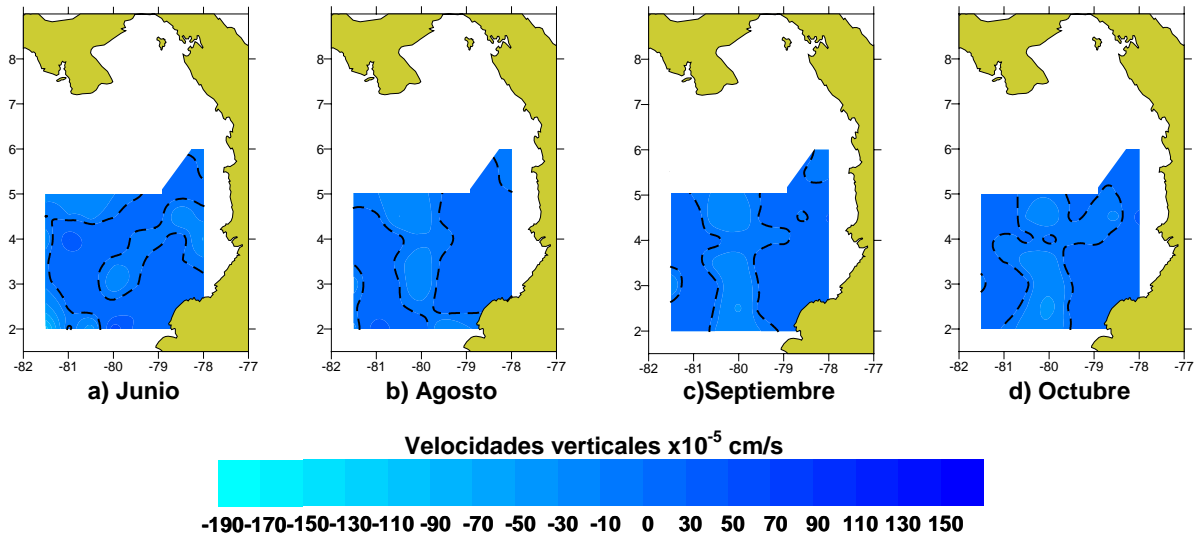


Figura 4. Zonas de surgencia en la capa 0-10 m, junio–octubre, Pacífico colombiano.

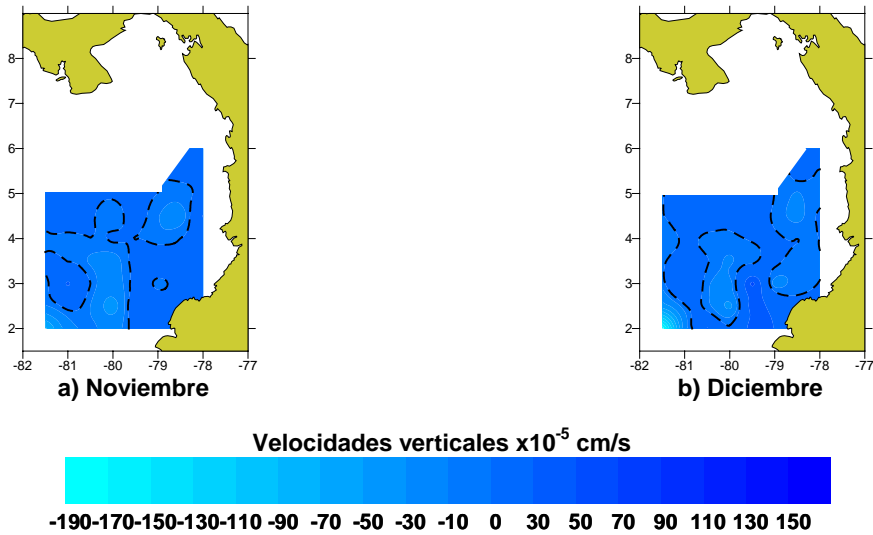


Figura 5. Zonas de surgencia en la capa 0-10 m, noviembre–diciembre, Pacífico colombiano.