

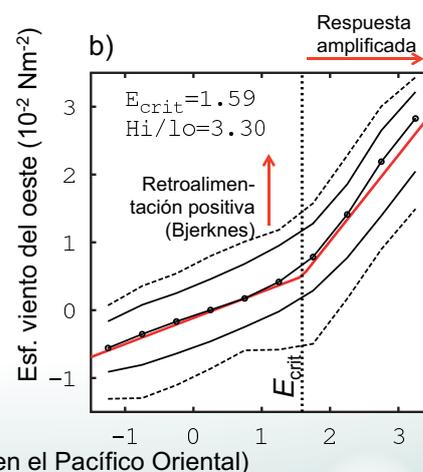
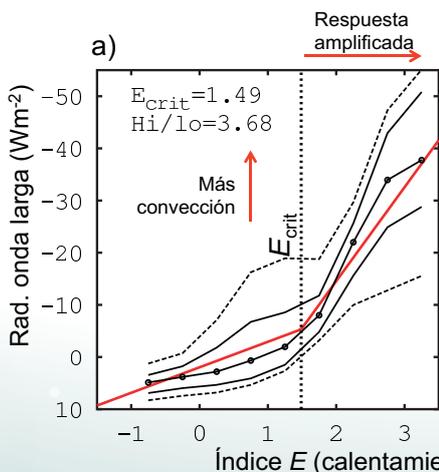
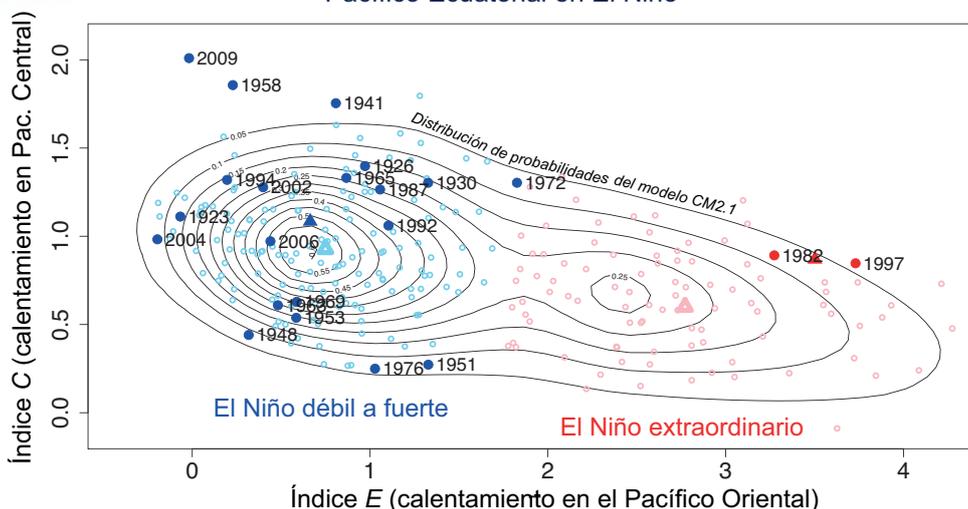
Programa Presupuestal por Resultados N° 068: "Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres" Producto: "Entidades informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño"

# "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño"

## Boletín Técnico

### Regímenes de El Niño

Valores de  $E$  y  $C$  durante el máximo calentamiento en el Pacífico Ecuatorial en El Niño



## Experimentos numéricos en la implementación de una configuración Tropical en el Pacífico usando el modelo oceánico ROMS

Kobi Mosquera<sup>1</sup>, Boris Dewitte<sup>2</sup> y Serena Illig<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Geofísico del Perú

<sup>2</sup>Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales

### Introducción

En la actualidad, existe información de variables oceanográficas y atmosféricas en la región del Pacífico Ecuatorial que permite no solo realizar una monitorización de las condiciones climáticas, sino también hacer investigación. Los datos *in situ* (boyas, flotadores, barcos, etc.) son de utilidad para monitorizar el nivel del mar, la temperatura del mar, vientos y otros factores, en periodos de tiempo que llegan incluso a los minutos. Asimismo, la información satelital, cuyo periodo de tiempo no alcanza el de los instrumentos *in situ*, nos brinda datos superficiales detallados (nivel del mar, temperatura superficial del mar (TSM), salinidad superficial, etc.).

A pesar de contar con toda esta información, aún esta, en su conjunto, es incompleta si se quieren entender algunos procesos físicos que se dan bajo la superficie y que pueden afectar la TSM. Por ejemplo, un caso particular y que es de interés para el Perú, es la evolución de la onda Kelvin ecuatorial en su camino hacia el extremo Este. Se ha observado que la onda Kelvin, según información satelital y de boyas, sufre cambios en su velocidad de propagación en 120°W, básicamente a lo largo de la termoclina, lo que cambiaría su tiempo de llegada hacia la costa peruana con respecto a la señal de la onda Kelvin en el nivel del mar

(Mosquera-Vásquez et al., 2014) y, al parecer, también su impacto en la temperatura superficial del mar. Para entender qué proceso físico está involucrado en este fenómeno se requiere del uso de modelos numéricos de circulación general.

A continuación se describen los esfuerzos realizados con el uso de un Modelo Oceánico de Circulación General (OGCM, por sus siglas en inglés) conocido como *Regional Ocean Modeling System* (ROMS) sobre el océano Pacífico Ecuatorial (15°S y 15°N). El ROMS utiliza las condiciones iniciales y de frontera del *Simple Ocean Data Assimilation* (SODA 2.1.6; Carton y Giese, 2008) y es forzado por flujos superficiales del *reanalysis* de ERA-I. En esta etapa se realizaron doce experimentos con el objetivo principal de representar correctamente la profundidad de la termoclina en su estado promedio y su variabilidad interanual. Básicamente, se hicieron pruebas relacionadas al aumento de los niveles verticales en la región cercana a la superficie, a las condiciones de frontera abierta y cerrada en el Pacífico Occidental y, finalmente, al aumento de la intensidad de la media de los vientos zonales. Como se mencionó anteriormente, esta configuración será útil para la investigación, en particular para el diagnóstico de la termodinámica y dinámica del Pacífico Ecuatorial durante los eventos El Niño, con énfasis en el Pacífico del extremo oriental. Los resultados de esta

Nombre del experimento	Extensión zonal	Niveles verticales	Velocidad zonal del viento (ERA-I)	Periodo
TROP_PAC01 (TP01)	De 135°E a 70°W	32	U,V	2000-2001
TROP_PAC02 (TP02)	De 135°E a 70°W	32	U,V	2000-2001
TROP_PAC03 (TP03)	De 135°E a 70°W	32	U,V	2000-2001
TROP_PAC04 (TP04)	De 170°E a 70°W	54	U,V	2000-2001
TROP_PAC07 (TP07)	De 135°E a 70°W	54	U,V	2000-2001
TROP_PAC08 (TP08)	De 135°E a 70°W	54	1.1*U,V	2000-2001

Tabla 1. Lista de experimentos numéricos.

# Experimentos numéricos en la implementación de una configuración Tropical en el Pacífico usando el modelo oceánico ROMS

Mosquera K., Dewitte B., Illig S.

herramienta numérica contribuirán al análisis mensual del Comité Técnico para el Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN, [www.imarpe.gob.pe](http://www.imarpe.gob.pe)), entidad gubernamental encargada del diagnóstico y predicción de El Niño en base a información nacional e internacional (datos *in situ* y modelos numéricos).

Los resultados en lo que respecta al estado promedio indican que el experimento denominado TP07 es la mejor configuración (la Tabla 1 muestra algunos detalles de los experimentos más importantes). TP07 se caracteriza por tener 54 niveles verticales en la parte superior del océano con un dominio zonal (meridional) que va de 135°E a 70°W (15°S a 15°N). A pesar que no se ha mostrado mayor influencia de su topografía, las Islas Galápagos son consideradas en algunas simulaciones. La Figura 1a muestra el promedio de la profundidad de las isotermas de 16°, 20°C y 24°C para tres productos: TAO (color negro), SODA (color rojo), MERCATOR (color verde, análisis oceánico) y TP07 (color azul). La Figura 1a muestra que TP07 simula bien la estructura zonal de la termoclina, a pesar de no ser un modelo de *reanalysis*, y es comparable a SODA. La Figura 1b muestra la diferencia entre la profundidad de la isoterma de 16° y 24°C, es decir diagnóstica el realismo de la estratificación vertical a lo largo del ecuador (parámetro fundamental para la dinámica de las ondas ecuatoriales largas), indicando que, a pesar que TP07 se aproxima al resultado de SODA, aún hay una termoclina difusa en el Pacífico Central y Oriental.

Con el fin de mejorar la posición vertical promedio de las isotermas de TP07, se procedió a realizar otro experimento TP08, al cual se le incrementó, en un 10%, el valor del estado promedio del viento zonal. La elección del incremento del 10% se obtuvo realizando una comparación simple entre la profundidad de la termoclina de TP07 y TAO. El incremento contribuyó a mejorar la inclinación promedio de la profundidad de la termoclina, pero la consecuencia de esto fue que la ubicación de la isoterma de 24°C fue muy cercana a la superficie. Debido a este enfriamiento, la configuración TP07 es la mejor opción.

El objetivo final de estas simulaciones es contar con una configuración idónea que represente las características principales del Pacífico Ecuatorial gracias a la cual luego se podrán realizar experimentos de sensibilidad al viento, así como a los cambios en las características de estratificación en el Pacífico Ecuatorial. Adicionalmente, esta configuración podrá ser utilizada para la previsión operativa de la onda de Kelvin ecuatorial, algo que ya existe basado en un modelo lineal en el IGP (Mosquera, 2009; Mosquera et al., 2011).

## Referencias

Carton, J. A., and B. S. Giese, 2008: A Reanalysis of Ocean Climate Using Simple Ocean Data Assimilation (SODA), *Monthly Weather Review*, 136, 2999–3017.

Mosquera-Vásquez, K., B. Dewitte, and S. Illig, 2014: The Central Pacific El Niño Intraseasonal Kelvin wave, *Journal of Geophysical Research*, doi: 10.1002/2014JC010044.

Mosquera, K., 2009: Variabilidad Intra-estacional de la Onda de Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados. Tesis para optar el grado de Magíster en Física - Mención Geofísica en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Mosquera, K., B. Dewitte, y P. Lagos, 2011: Variabilidad Intra-estacional de la onda de Kelvin ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): simulación numérica y datos observados. Magistri et Doctores, *Revista de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, Lima, Año 5, No9, p. 55.

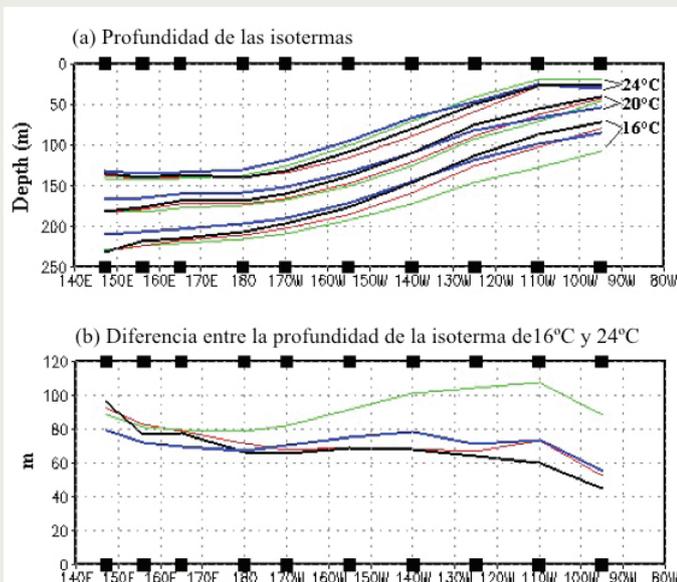


Figura 1. Profundidad de las isotermas de 20°C de TAO (línea negra gruesa), TP07 (línea azul gruesa), SODA (línea delgada roja) y MERCATOR (línea verde delgada). (a) Estado promedio de la profundidad de la isoterma de 16°C, 20°C y 24°C para cada producto. (b) Representa la diferencia entre la profundidad de la isoterma de 16°C y 24°C.