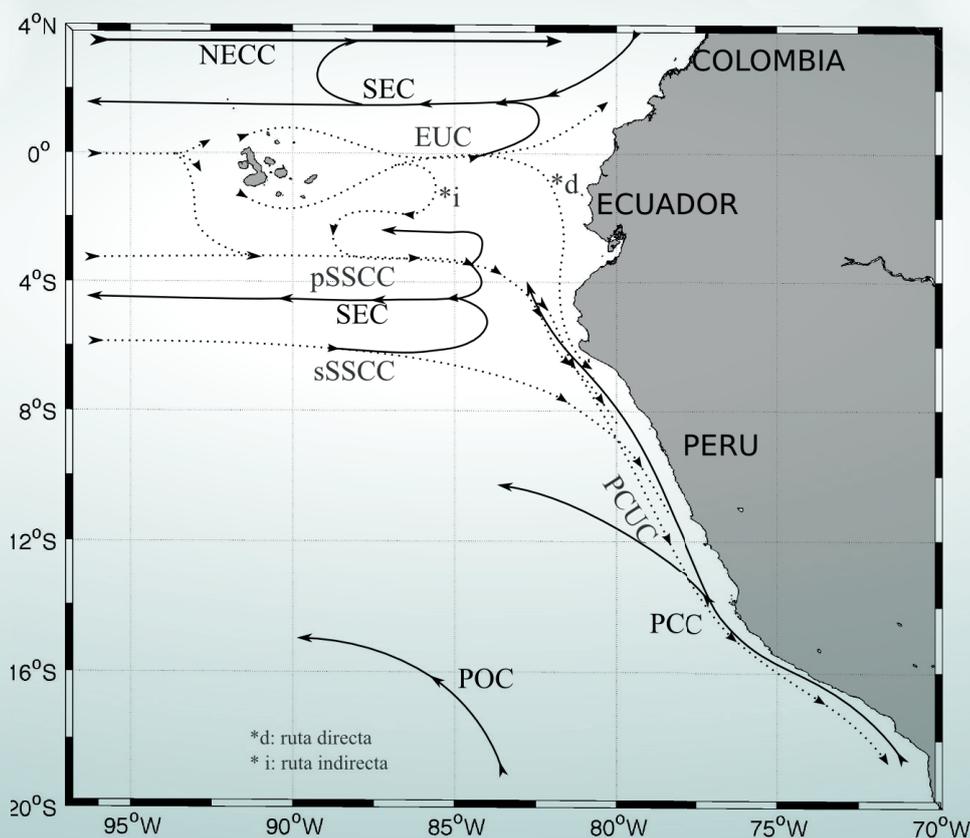




Programa Presupuestal por Resultados N° 068: "Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres" Producto: "Entidades informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño"

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

Boletín Técnico



Esquema de la circulación oceánica del Pacífico tropical este.

Las líneas sólidas indican corrientes superficiales y las líneas punteadas muestran las corrientes subsuperficiales.

Contenido

2 - 3 Introducción

4 - 7 Artículo de Divulgación Científica

8 - 9 Avances de Investigación

10 Novedades

11 - 13 Resumen Informe Técnico

14 Comunicado Oficial Extraordinario ENFEN

15 Comunicado Oficial ENFEN

Programa Presupuestal por Resultados N° 68 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”.

Producto: Entidades informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño.

Actividad: Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño.

Manuel Pulgar Vidal
Ministro del Ambiente

Ronald Woodman
Presidente Ejecutivo IGP

José Macharé
Director Técnico IGP

Ken Takahashi
Responsable Producto El Niño - IGP

Equipo de investigación: Ken Takahashi,
Kobi Mosquera, Jorge Reupo, Berlín Segura

Edición: Cristiana Leucci
Diseño y Diagramación: Dante Guerra

Instituto Geofísico del Perú
Calle Badajoz 169 Mayorazgo
IV Etapa - Ate
Teléfono (511) 3172300

Impreso por:
Lettera Gráfica SAC
Jr. Emilio Althaus 460 Lince
Teléfono (511) 4710700

Lima, mayo del 2014

Hecho el Depósito Legal en la
Biblioteca Nacional del Perú N° 2014 - 07176

Introducción

El Programa Presupuestal por Resultados (PPR) es una estrategia de gestión pública que vincula la asignación de recursos a productos y resultados medibles a favor de la población. Dichos resultados se vienen implementando progresivamente a través de los programas presupuestales, las acciones de seguimiento del desempeño sobre la base de indicadores, las evaluaciones y los incentivos a la gestión, entre otros instrumentos que determina el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) a través de la Dirección General de Presupuesto Público, en colaboración con las demás entidades del Estado.

El Instituto Geofísico del Perú (IGP) viene participando en el Programa Presupuestal por Resultados 068: “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres” A partir del año 2014, algunas de las instituciones integrantes del Comité Multisectorial para el Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) participan en este PPR con el producto denominado “Entidades informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño”, que consiste en la entrega en forma oportuna de información científica sobre el monitoreo y pronóstico de este evento natural océano-atmosférico, mediante informes técnicos mensuales, que permitan la toma de decisiones a autoridades a nivel nacional y regional.

A este producto, el IGP contribuye con la actividad “Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño”, la cual incluye la síntesis y evaluación de los pronósticos de modelos climáticos internacionales, el desarrollo y validación de nuevos modelos de pronóstico, así como el desarrollo de investigación científica que fortalecerá en forma continua la capacidad para este fin.

El presente Boletín tiene como objetivo difundir conocimientos científicos, avances de investigación y noticias relacionadas a este tema, con la finalidad de mantener informados a los usuarios y proporcionarles las herramientas para un uso óptimo de la información presentada. Además, comparte una versión resumida del Informe Técnico que el IGP elabora mensualmente para cumplir con los compromisos asumidos en el marco del PPR 068. Dicho Informe contiene información actualizada operativamente y proporcionada por el IGP como insumo para que el ENFEN genere en forma colegiada la evaluación final que será diseminada a los usuarios. Se advierte que, en caso de discrepancias, el Informe Técnico del ENFEN prevalecerá.

Los resultados de esta actividad están disponibles en:
www.igp.gob.pe/sysppr.



IGP



ENFEN

El Instituto Geofísico del Perú es una institución pública al servicio del país, adscrito al Ministerio del Ambiente, que genera, utiliza y transfiere conocimientos e información científica y tecnológica en el campo de la geofísica y ciencias afines, forma parte de la comunidad científica internacional y contribuye a la gestión del ambiente geofísico con énfasis en la prevención y mitigación de desastres naturales y de origen antrópico. En el marco del Comité Multisectorial para el Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), el IGP rutinariamente aporta información experta sobre modelos y pronósticos relacionados con El Niño y fenómenos asociados.

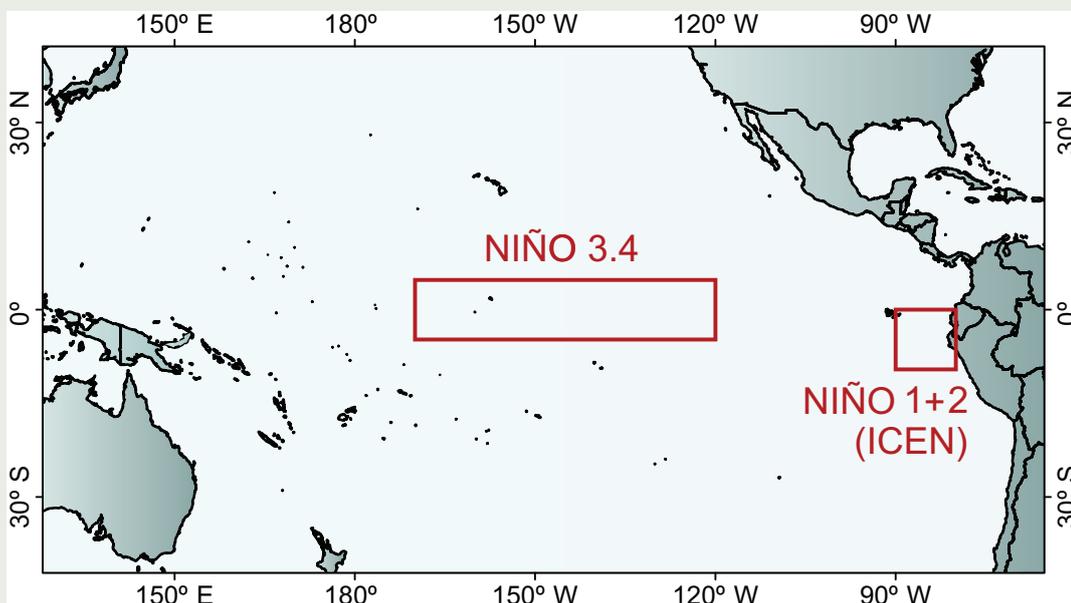
El ENFEN es el ente que genera la información oficial de monitoreo y pronóstico del Fenómeno El Niño y otros asociados.

El Comité Multisectorial para el Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), conformado por representantes de IMARPE, DHN, IGP, SENAMHI, ANA e INDECI, es el ente que genera la información oficial de monitoreo y pronóstico del Fenómeno El Niño y otros asociados.

Según Resolución Ministerial 761-97-PE, el ENFEN tiene entre sus funciones el “mantener informado sobre la posible ocurrencia del Fenómeno El Niño, para que con ello se permita adoptar decisiones para adecuar y proteger la infraestructura existente en los distintos sectores, en prevención a los posibles daños que pudiera causar este fenómeno a la economía nacional y la población peruana”, así como “orientar a los diversos sectores medidas pragmáticas de previsión que permitan reducir daños y/o aprovechar beneficios”.

Para este fin, el ENFEN realiza el pronóstico, monitoreo y estudio continuo de las anomalías del océano y la atmósfera del mar peruano y a nivel global, a través de la elaboración de estudios y análisis científicos basados en la información proveniente de diversas redes de observación y modelos de variables oceanográficas, meteorológicas, hidrológicas y biológico-pesqueras. También, al menos mensualmente, emite pronunciamientos que son “preparados colegiadamente, acopiando la mejor información científica disponible y de competencia de cada institución respecto de su sector y genera la información técnica en forma colegiada para su difusión a los usuarios”.

Además, un objetivo central del ENFEN es “estudiar el Fenómeno El Niño, con el fin de lograr una mejor comprensión del mismo, poder predecirlo y determinar sus probables consecuencias”, lo cual se desarrolla mediante la investigación científica.



El mapa muestra las dos regiones que definen los principales índices de temperatura superficial del mar utilizadas para monitorizar El Niño y La Niña. La región Niño 1+2 (90°-80°W, 10°S-0°), en la que se basa el Índice Costero El Niño (ICEN), se relaciona con impactos en la costa peruana, mientras que la región Niño 3.4 (5°S-5°N, 170°W-120°W) se asocia a impactos remotos en todo el mundo, incluyendo los Andes y Amazonía peruana.

La circulación del Pacífico tropical este y su conexión con el Perú

El Pacífico tropical este, delimitado por el meridiano de 120°W y la costa oeste de América del Sur, presenta una circulación muy interesante y compleja que abarca dos importantes sistemas de corrientes: el Sistema de Corrientes Ecuatorial y el Sistema de Corrientes de Perú (Fig.1). Ambos sistemas son de gran importancia, ya que el primero interviene en el clima del planeta y el segundo representa uno de los sistemas más productivos del mundo¹.



Ph. D. Ivonne Montes Torres
Investigadora Científica del
Instituto Geofísico del Perú

PhD en Oceanografía de la Universidad de Concepción, Chile y Física de la Universidad Nacional del Callao. Actualmente es investigadora científica en el Instituto Geofísico del Perú (IGP), donde se desempeña como especialista en Oceanografía Física para el área de Investigación en Variabilidad y Cambio Climático. Es autora de varios artículos científicos y recientemente sus estudios están enfocados en entender el rol de la variabilidad global sobre la circulación oceánica frente a Perú, analizar el rol de la interacción océano - atmósfera a escala regional sobre el clima y prever la evolución de eventos extremos climáticos (El Niño, lluvias, friajes) que impactan el país.

Sistema de Corrientes Ecuatorial

Las corrientes que forman parte del Sistema de Corrientes Ecuatorial y que son de mayor relevancia para el Perú, debido a que se encuentran al lado y en conexión directa con el Sistema de Corrientes de Perú, son cuatro: la Corriente Ecuatorial Sur, la Corriente Ecuatorial Subsuperficial y las Contracorrientes Subsuperficiales Sur primaria y secundaria.

La Corriente Ecuatorial Sur fluye superficialmente hacia el oeste a lo largo del Ecuador con una velocidad (transporte) promedio de 0.5 ms^{-1} ($\sim 30 \text{ Sv}$)² y tiene un comportamiento estacional que alcanza su mayor intensidad en invierno, cuando los vientos alisios son más fuertes. Estos vientos causan el apilamiento de agua en el borde oeste de la cuenca del Pacífico, manteniendo un gradiente zonal (oeste a este) en el nivel del mar. El desequilibrio del nivel del mar es rectificado por un flujo de retorno subsuperficial hacia el este conocido como Corriente Ecuatorial Subsuperficial (EUC)³, Fig. 2.

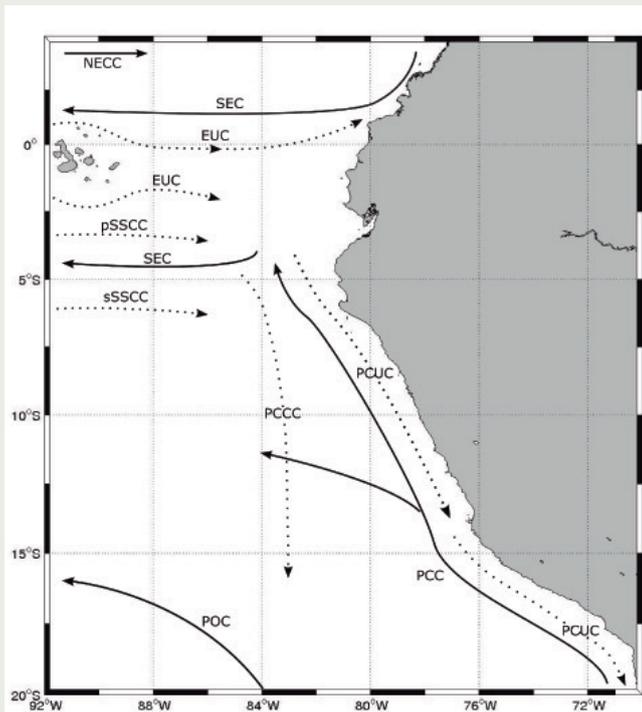


Figura 1. Esquema general de la circulación oceánica para el Pacífico tropical este^{5,20,21,27}. Las líneas sólidas indican corrientes superficiales y las líneas punteadas muestran las corrientes subsuperficiales. NECC: Contracorriente Ecuatorial Norte; SEC: Corriente Ecuatorial Sur; EUC: Corriente Ecuatorial Subsuperficial; pSSCC: Contracorriente Subsuperficial Sur primaria; sSSCC: Contracorriente Subsuperficial Sur secundaria; PCC: Corriente Costera de Perú; POC: Corriente Oceánica de Perú; PCUC: Corriente Subsuperficial de Perú-Chile; PCCC: Contracorriente de Perú-Chile.

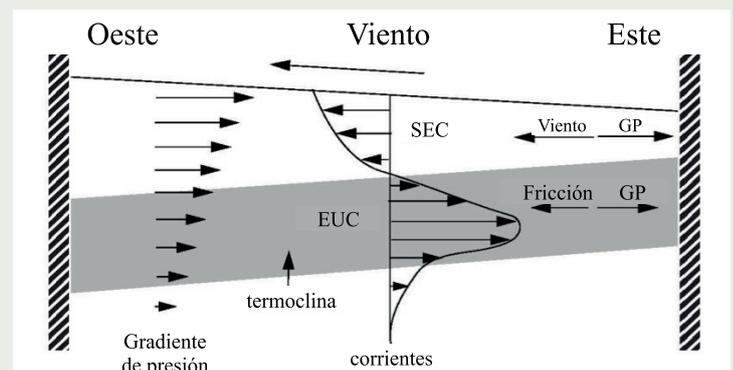


Figura 2. Diagrama esquemático de la termoclina y la topografía de la superficie del mar a lo largo del Ecuador. Extraído de Stewart (2002)²⁸.

La circulación del Pacífico tropical este y su conexión con el Perú

Montes I.

La EUC, o Corriente de Cromwell, es una de las últimas corrientes en haber sido descubiertas⁴. Su flujo zonal subsuperficial dirigido hacia el este se localiza a lo largo del Ecuador, entre los 400m de profundidad en el Pacífico oeste y los 50m de profundidad en el Pacífico este, y tiene velocidades entre 0.5 y 1.5 ms⁻¹, siendo más fuerte entre febrero–julio y más débil entre agosto–noviembre⁵. Al este de las islas Galápagos, la EUC se separa en varias ramas (Fig.3) debido al bloqueo de las islas^{5,6} y a la acción de ondas de inestabilidad tropical⁷. Investigaciones recientes indican que la llamada ‘Extensión Sur de la Corriente de Cromwell’⁸, es en realidad más compleja que lo que se creía. El concepto tradicional de un flujo de la EUC bifurcado hacia el sur que alcanza la costa y continua fluyendo con la Corriente Subsuperficial de Perú-Chile, ha sido reemplazado por un flujo reunificado de la EUC al sur del Ecuador que sigue dos rutas: una directa y una indirecta (Fig. 3)⁹. La directa es un flujo hacia el este a lo largo del Ecuador o hacia el sudeste que alcanza la costa peruana. La indirecta es un flujo que torna hacia el sudoeste, donde converge con la Contracorriente Subsuperficial Sur primaria, continúa al este y, después haber alcanzado la costa peruana, sigue fluyendo hacia el sudoeste a lo largo del litoral. Ambas rutas son caracterizadas por una alta concentración de oxígeno, nutrientes y salinidad.

Las Contracorrientes Subsuperficiales Sur primaria y secundaria (pSSCC y sSSCC, respectivamente), o Jets de Tsuchiya Sur, son flujos persistentes hacia el este encontrados a pocos grados del Ecuador (entre los 4° y 8°S¹⁰, Fig.1). Sus núcleos de velocidad bordean entre 0.18 y 0.22 ms⁻¹ y son localizados a 2.5°S en 300m y 6°S en 400m de profundidad¹¹, respectivamente, elevándose y separándose del Ecuador a medida que fluyen de oeste a este. Además, dichos núcleos son asociados con aguas ricas en oxígeno y pobres en nutrientes, debido a sus orígenes que se presumen entre 142° y 165°E.

Sistema de Corrientes de Perú

El Sistema de Corrientes de Perú, localizado entre ~3° y 18°S¹², soporta cerca del 10% de la captura mundial de peces gracias a los vientos alisios del sudeste que soplan hacia el norte casi constantemente (Fig.3), favoreciendo de esa manera al afloramiento costero (incluso durante eventos El Niño, cuando dichos vientos pueden ser más intensos)¹³.

En la superficie del Sistema de Corrientes de Perú se localizan la Corriente Oceánica de Perú y la Corriente Costera de Perú (PCC). La PCC está asociada con el afloramiento costero de agua salada y fría y tiene un ciclo estacional poco conocido, aunque se señala un máximo de velocidad durante el invierno¹⁴. En la capa subsuperficial del mismo Sistema, se encuentran la Corriente Subsuperficial de Perú-Chile (PCUC) y la Contracorriente de Perú-Chile (PCCC). Sobre la capa más profunda, se encuentra la recientemente nombrada Corriente Costera Profunda de Perú-Chile que fluye muy lentamente hacia el Ecuador por debajo de la PCUC (bajo 300-400m), transportando agua fresca y fría proveniente del agua intermedia antártica^{9,15}.

La PCUC, principal componente del Sistema de Corrientes de Perú debido a que interviene directamente en el afloramiento costero, debe su existencia a los vientos favorables para el afloramiento que manejan un gradiente de presión a lo largo de la costa hacia el sur cuyo ancho es proporcional al radio de deformación de Rossby baroclino (proporcional a 1/seno(latitud))¹⁶. Su origen se traza desde los 5°S hasta los 48°S, fluyendo continuamente a lo largo de la costa bajo la capa superficial sobre la plataforma continental y el talud¹⁷. Su máxima velocidad ocurre sobre la plataforma continental y la pendiente superior, en profundidades de 50 a 100m y temperaturas de 13 a 16°C¹⁸. Su velocidad (0.10 ms⁻¹) y transporte (~2 Sv) decrecen de norte a sur, sugiriendo que mucha del agua puede ser llevada a la superficie en el proceso de afloramiento, además de la pérdida por transporte zonal.

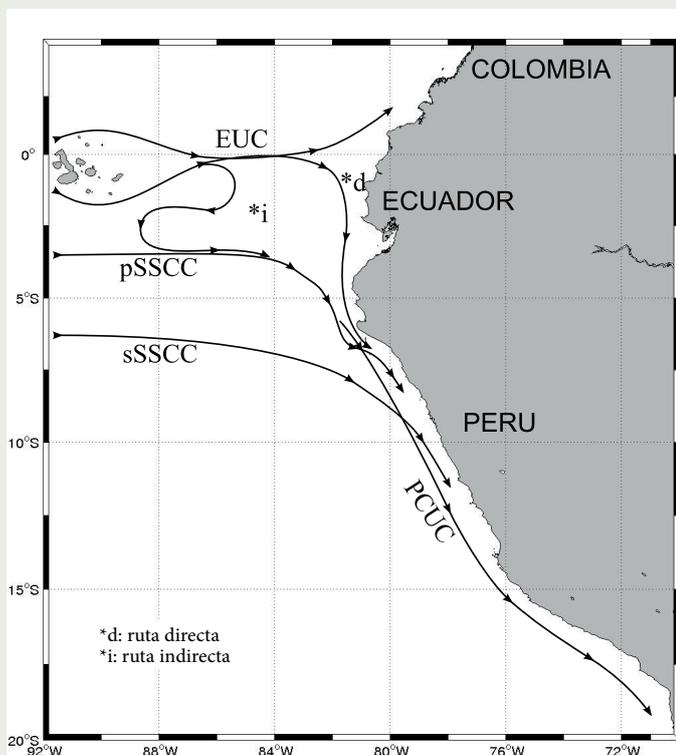


Figura 3. Esquema de la circulación subsuperficial del Pacífico tropical este mostrando las diferentes rutas ecuatoriales y la conexión con el Sistema de Corrientes de Perú. Las rutas directa e indirecta se indican con d* e i*, respectivamente.

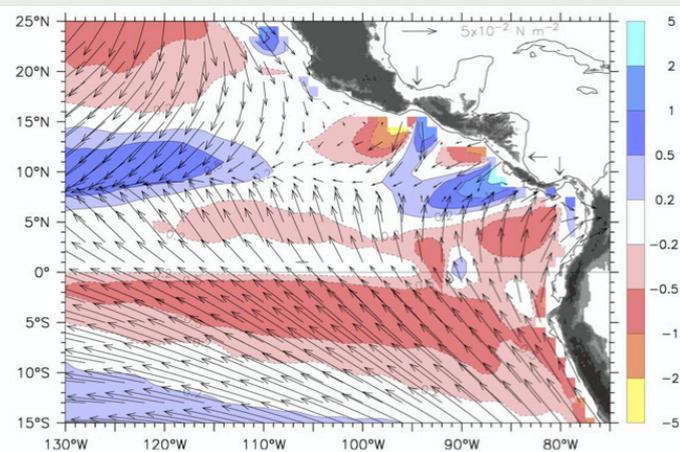


Figura 4. Esfuerzo del viento promedio (vectores) y rotor del esfuerzo del viento promedio (colores) obtenidos entre agosto 1999 y julio 2002. Tomado de Kessler (2006).

Poco es conocido sobre la PCCC, sin embargo las estimaciones de flujos geostroficados sugieren que fluye hacia el Polo con una velocidad máxima $>0.1 \text{ ms}^{-1}$ en 50m de profundidad¹⁹, siendo forzada directamente por el rotor (tendencia al giro) del esfuerzo del viento en sentido ciclónico (horario)²⁰, y que, si bien es una corriente subsuperficial, ocasionalmente puede alcanzar la superficie²¹.

El Niño–Oscilación del Sur (ENSO) y la circulación oceánica del Pacífico tropical

El Sistema de Corrientes de Perú se encuentra en conexión directa con el Sistema de Corrientes Ecuatorial. La alimentación de la PCUC por parte de las corrientes ecuatoriales subsuperficiales (EUC, pSSCC, sSSCC) bajo condiciones oceánicas y atmosféricas normales evidencia dicha interacción (Fig.5)^{9,22}, por lo que está sujeta a la dramática variabilidad interanual del ENSO (especialmente estudiado por su impacto sobre la productividad biológica marina y el clima de las Américas)²³.

Bajo condiciones normales, los vientos alisios acumulan agua superficial cálida en el Pacífico occidental y dejan agua más fría de surgencia a lo largo de la línea ecuatorial en el Pacífico oriental. Consecuentemente, la temperatura superficial es mayor y la termoclina es más profunda en el oeste que en el este²⁴. Variaciones en la intensidad de estos vientos alisios generan disturbios oceánicos atrapados alrededor de la línea ecuatorial en varias escalas de tiempo en el Pacífico occidental. Parte de

estos disturbios se propagan hacia el este en la forma de ondas de Kelvin ecuatoriales que son responsables de la transmisión de la variabilidad ecuatorial hacia la costa de Sudamérica²⁵.

En escala interanual, cambios en estos vientos pueden debilitar/reforzar el contraste este–oeste de la temperatura superficial y somerizar/profundizar la termoclina ecuatorial a través de la propagación de ondas, así como los patrones de circulación superficial y subsuperficial previamente descritos²³. Un efecto notable es el debilitamiento e, incluso, la desaparición de la EUC durante la fase cálida del ENSO (eventos El Niño), en contraste a su intensificación durante la fase fría (eventos La Niña)²⁶. Lo cierto es que la estructura vertical de la velocidad, densidad y transporte del Sistema de Corrientes Ecuatorial y el Sistema de Corrientes de Perú son muy distintas entre sí durante la fase cálida y fría del ENSO (e.g., las corrientes ecuatoriales subsuperficiales transportan significativamente más agua en el Pacífico tropical este durante La Niña que durante El Niño, mientras que la PCUC exporta más durante El Niño

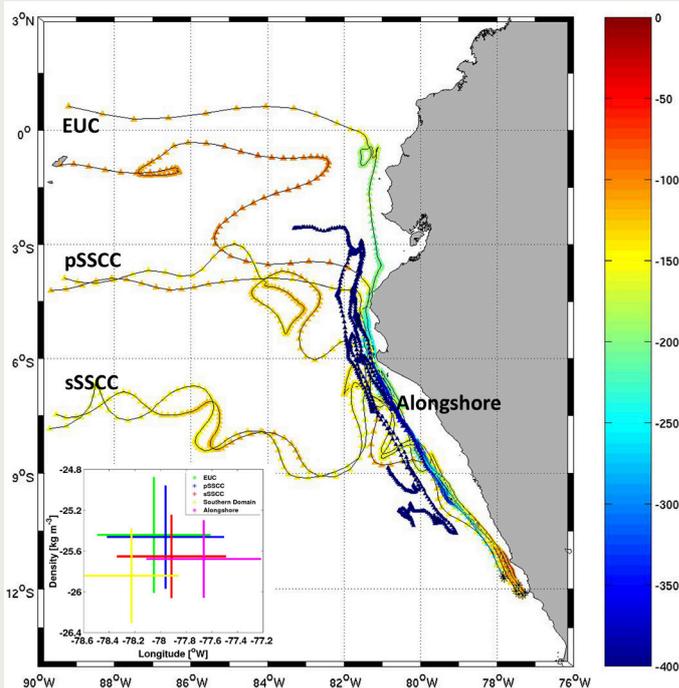


Figura 5. Caminos típicos de las fuentes de alimentación de la PCUC revelados por experimentos lagrangianos⁹. Los colores indican la profundidad de cada fuente. La PCUC es alimentada por cerca del 60% de los principales flujos subsuperficiales ecuatoriales (EUC, pSSCC, sSSCC) y por la recirculación a lo largo de la costa identificada como la Corriente Costera Profunda de Perú-Chile. Un diagrama presentando la distribución de densidad a lo largo de una sección de la PCUC, 11.5°S–12.5°S, es insertado en la esquina inferior izquierda (el centro de la cruz representa el promedio y las barras las desviaciones estándar).

que durante La Niña)²².

Por lo que, la capacidad de almacenar y transportar calor y agua del océano se ve alterada al mismo tiempo que se afectan los procesos acoplados océano-atmósfera, pudiendo repercutir en el clima de Perú. Por lo tanto, evaluar las variaciones locales y remotas de la circulación oceánica a diferentes escalas espacio-temporales y sus efectos sobre la columna de agua, es de crucial importancia y serán temas de futuras investigaciones.

Referencias

1. Bakun, A. and S. J. Weeks, 2008: *The marine ecosystem of Peru: What are the secrets of its fishery productivity and what might its future hold?*, *Prog. Oceanogr.*, 79, 290–299.
2. Johnson, G. C., and M. J. McPhaden, 1999: *Interior Pycnocline Flow from the Subtropical to the Equatorial Pacific Ocean**, *J. Phys. Oceanogr.*, 29, 3073–3089.
3. Blanke, B., and S. Raynaud, 1997: *Kinematics of the Pacific Equatorial Undercurrent: An Eulerian and Lagrangian Approach from GCM Results*, *J. Phys. Oceanogr.*, 27, 1038–1053.
4. Cromwell, T. et al., 1954: *Equatorial Undercurrent in Pacific Ocean Revealed by New Methods*, *Science*, 119, 648–649.
5. Lukas, R., 1986: *The Termination of the Equatorial Undercurrent in the Eastern Pacific*, *Prog. Oceanogr.*, 16, 63–90.
6. Karnauskas, K. B. et al., 2007: *The Effect of the Galápagos Islands on the Equatorial Pacific Cold Tongue*, *J. Phys. Oceanogr.*, 37, 1266–1281.
7. Ishida, A., 2005: *Equatorial Pacific subsurface countercurrents in a high-resolution global ocean circulation model*, *J. Geophys. Res.*, 110, C07014.
8. Flores, R. et al., 2009: *Variaciones de la extensión sur de la Corriente Cromwell frente al Perú entre los 3 y 14oS*, *Bol Inst Mar Perú*, XXIV (1-2), 39–52.
9. Montes, I. et al., 2010: *On the pathways of the equatorial subsurface currents in the eastern equatorial Pacific and their contributions to the Peru-Chile Undercurrent*, *J. Geophys. Res.*, 115.
10. Donohue, K. A. et al., 2002: *Equatorial Pacific Subsurface Countercurrents: A Model–Data Comparison in Stream Coordinates*, *J. Phys. Oceanogr.*, 32, 1252–1264.
11. Furue, R., et al., 2009: *Dynamics of the Northern Tsuchiya Jet**, *J. Phys. Oceanogr.*, 39, 2024–2051.
12. Chavez, F. P. et al., 2008: *The northern Humboldt Current System: Brief history, present status and a view towards the future*, *Prog. Oceanogr.*, 79, 95–105.
13. Colas, F., et al., 2008: *1997–1998 El Niño off Peru: A numerical study*, *Prog. Oceanogr.*, 79, 138–155.
14. Fiedler, P. C., 1994: *Seasonal and interannual variability of coastal zone color scanner phytoplankton pigments and winds in the eastern Pacific*, *J. Geophys. Res.*, 99, 18371–18384.
15. Chaigneau, A. et al., 2013: *Near-coastal circulation in the Northern Humboldt Current System from shipboard ADCP data*, *J. Geophys. Res. Ocean.*, 118, 5251–5266.
16. McCreary, J. P. et al., 1987: *On the dynamics of the California Current System*, *J. Mar. Res.*, 45(1), 1–32.
17. Huyer, A. et al., 1987: *Coastal upwelling off Peru during normal and El Niño times*, *J. Geophys. Res.*, 92, 14297–14307.
18. Brink, K. H. et al., 1983: *The physical environment of the Peruvian upwelling system*, *Prog. Oceanogr.*, 12(3), 285–305.
19. Huyer, A. et al., 1991: *The Peru Undercurrent: a study in variability*, *Deep - Sea Res.*, 38 (Suppl.1), 247–279.
20. Penven, P. et al., 2005: *Average circulation, seasonal cycle, and mesoscale dynamics of the Peru Current System: A modeling approach*, *J. Geophys. Res.*, 110, C10021.
21. Wyrtki, K., 1963: *Oceanography of the Eastern Equatorial Pacific Ocean*, *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 33–68.
22. Montes, I. et al., 2011: *Subsurface connections in the eastern tropical Pacific during La Niña 1999–2001 and El Niño 2002–2003*, *J. Geophys. Res.*, 116.
23. Wang, C., and P. C. Fiedler, 2006: *ENSO variability and the eastern tropical Pacific: A review*, *Prog. Oceanogr.*, 69, 239–266.
24. McPhaden, M. J. et al., 2006: *ENSO as an integrating concept in earth science*, *Science*, 314, 1740–1745.
25. Brainard, R. E., and D. R. McLain, 1987: *Seasonal and interannual subsurface temperature variability off Peru, 1952–1984*, in *The Peruvian Anchoveta and Its Upwelling Ecosystem: Three Decades of Change*, *ICLARM Stud. Rev. Ser.*, 15, edited by D. Pauly and I. Tsukayama, 14–45, IMARPE.
26. Izumo, T., 2005: *The equatorial undercurrent, meridional overturning circulation, and their roles in mass and heat exchanges during El Niño events in the tropical Pacific Ocean*, *Ocean Dyn.*, 55, 110–123.
27. Kessler, W. S., 2006: *The circulation of the eastern tropical Pacific: A review*, *Prog. Oceanogr.*, 69, 181–217.
28. Stewart, R. H., 2002: *Introduction to physical oceanography*, Department of Oceanography, Texas A & M University, Spring 2002 Edition, pp. 350, http://oceanworld.tamu.edu/resources/ocng_textbook/PDF_files/book_pdf_files.html.

Altimetría satelital para el monitoreo de la onda Kelvin ecuatorial en el Océano Pacífico

Kobi Mosquera, David Pareja y Ken Takahashi
Instituto Geofísico del Perú

Desde mediados del verano del año en curso, se viene monitorizando en el Pacífico ecuatorial la evolución de dos ondas Kelvin muy intensas que se formaron en el extremo oeste y que pueden tener un impacto en la temperatura de la superficie del mar (TSM) a lo largo de la costa peruana. Desafortunadamente, desde varios meses atrás, el principal sistema de boyas para el monitoreo del Pacífico ecuatorial (proyecto TAO: www.pmel.noaa.gov) está colapsando en el extremo este (Takahashi et al, 2014a, Takahashi et al., 2014b) por problemas, principalmente, presupuestales. Como consecuencia, el seguimiento de las ondas Kelvin se ha dificultado. Por este motivo, el Instituto Geofísico del Perú está implementando productos alternativos para la monitorización de las ondas Kelvin usando otras fuentes de datos (Takahashi et al, 2014b). A continuación se muestran los avances conseguidos con los datos de altimetría de JASON-2.

El satélite de altimetría JASON-2, lanzado en el año 2008, es la continuación científica de los proyectos Topex/Poseidon y

JASON-1, que son parte de la misión topográfica de la superficie oceánica (*Ocean Surface Topography Mission – OSTM*). JASON-2 es un proyecto de cooperación entre cuatro agencias internacionales: *Centre National d'Etudes Spatiales* (CNES), *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), la *European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites* (EUMETSAT) y la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA)¹.

Entre sus características básicas, JASON-2 sigue una órbita terrestre a 13.336 km de altitud y tiene una cobertura del globo que abarca desde 66°N a 66°S de latitud, explorando el 95% de las regiones oceánicas sin hielo. Es importante señalar que JASON-2 tiene una precisión de 3.4 cm en las mediciones del nivel del mar y se espera que en el futuro se logre un valor de 2.5 cm con un nuevo proyecto denominado JASON-3². Finalmente, para cubrir toda la superficie oceánica del globo terrestre, el satélite realiza 254 pasadas (trayectorias) cada diez días, terminadas las cuales repite el ciclo en la toma de datos¹.

Con respecto a los productos del nivel 2 (L2), JASON-2 los agrupa en: 1) *Operational Geophysical Data Record* (OGDR), el cual se caracteriza por la disponibilidad de la información en tiempo real (3-5 horas); 2) *Interim Geophysical Data Record* (IGDR), que proporciona datos con un retraso de un día; y 3) *Geophysical Data Record* (GDR), el cual, después haber aplicado un control de calidad, coloca la información con una demora de aproximadamente 60 días¹.

En esta primera etapa de generación de productos alternativos, el IGP ha procesado la información de anomalía del nivel del mar de JASON-2 en tiempo real (OGDR)³ para crear un diagrama Longitud vs. Tiempo a lo largo del Pacífico ecuatorial de la siguiente manera:

1) Se seleccionó solamente la información de la anomalía del nivel del mar que pasa por la línea ecuatorial, a la cual se le restó el promedio que va desde el 01 de junio de 2009 hasta el 31 de diciembre de 2013. Adicionalmente, se aplicaron algunas condiciones para eliminar valores extraños (Fig. 1). Es importante señalar que la información de OGDR tuvo una disminución brusca del valor promedio en julio de 2012; este cambio, que es una corrección, se debe a que se detectó un error de altimetría luego del lanzamiento del satélite (Shailen Desai (NASA), comunicación personal). Para poder utilizar la información completa se tuvo que restar 17.8 cm a los valores anteriores al 31 de julio de 2012. Los resultados muestran que la corrección es buena.

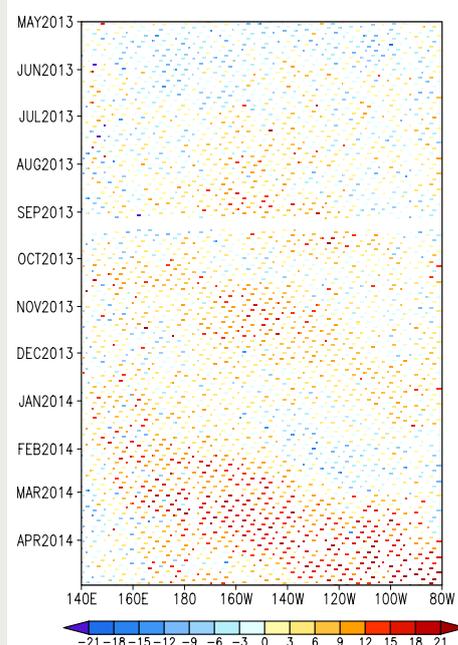


Figura 1. Anomalía del nivel del mar (cm) calculada por JASON-2 en los puntos, a lo largo del Pacífico ecuatorial, en donde el altímetro obtiene la información.

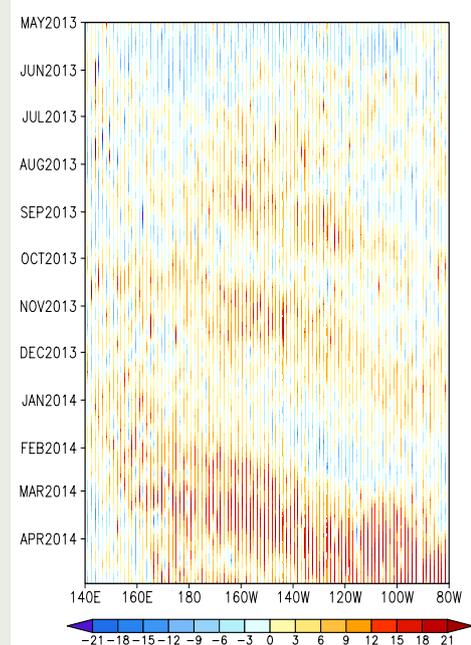


Figura 2. Similar a la Figura 1, pero para la información de la anomalía del nivel del mar (cm) interpolada linealmente en el tiempo.

¹Para mayor detalle, ver el manual de usuario que se encuentra en el siguiente enlace: <ftp://podaac-ftp.jpl.nasa.gov/allData/ostm/preview/L2/GPS-OGDR/docs/userhandbook.pdf>.

²Para mayor información, <https://sealevel.jpl.nasa.gov/missions/jason3>.

³La información de OGDR está disponible del 30 de mayo de 2009 al día de hoy.

Altimetría satelital para el monitoreo de la onda Kelvin ecuatorial en el Océano Pacífico

Mosquera K., Pareja D. y Takahashi K.

2) Con la información corregida, se aplicó una interpolación lineal en el eje del tiempo, aprovechando que el altímetro vuelve a obtener información del mismo punto luego de 10 días (Fig. 2).

3) Se calculó una correlación retrasada de la anomalía del nivel del mar de JASON-2 con respecto al punto 140°W y la región que va desde 160°E hasta 80°W . Este cálculo se aplicó considerando que la principal variabilidad del nivel del mar en el Pacífico ecuatorial se debe a la presencia de la onda Kelvin, la cual tiene una señal coherente que se inicia en el oeste y concluye en el este en un tiempo posterior⁴. Por lo tanto, un(a) mejor suavizado (interpolación) no solo debe incluir la información de la dirección zonal, sino también la del eje temporal. El resultado de la correlación se aprecia en la Figura 3, la cual, según hemos indicado arriba, debe ser el patrón característico de la onda Kelvin ecuatorial en el producto de la anomalía del nivel del mar de JASON-2 para el periodo 2009-2014 en el eje Longitud-Tiempo. Basado en este patrón, se seleccionan los valores máximos de la correlación en cada punto de la dirección zonal, los mismos que luego se someten a un ajuste de mínimos cuadrados para obtener una recta en la cual se hará el suavizado (o interpolación) de la información (línea azul, Fig. 3). Los resultados del proceso de suavizado a lo largo de una diagonal de pendiente $0.5 \text{ día grado}^{-1}$ se muestran en la Figura 4.

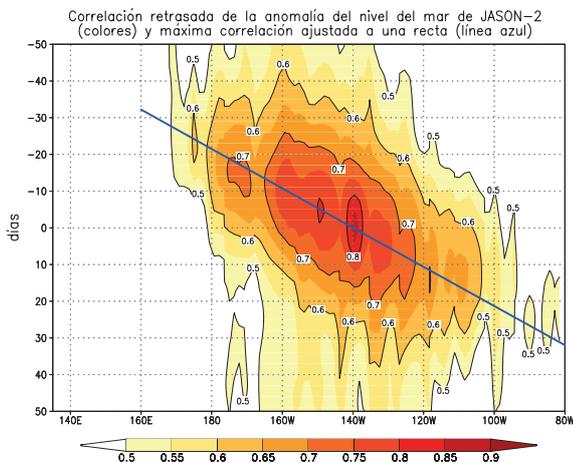


Figura 3. Correlación retrasada de la anomalía del nivel del mar de JASON-2 con respecto al punto 140°W y la región que va desde 160°E hasta 80°W (en colores). La línea recta de color azul representa el ajuste por mínimos cuadrados de los valores de la máxima correlación en cada punto del Pacífico ecuatorial, entre 160°E y 80°W , y tiene como pendiente el valor absoluto de $0.5 \text{ día grado}^{-1} \approx 1/(2.6 \text{ m s}^{-1})$, donde 2.6 m s^{-1} es una cantidad equivalente a la velocidad teórica de la onda Kelvin del primer modo baroclínico (Boulanger y Menkes, 1995).

Como se mencionó arriba, el patrón que se observa en la Figura 3 debe ser el característico de la onda Kelvin. Para corroborar esto, se usó nuevamente la pendiente de la línea azul de la Figura 3, cuyo valor es $0.5 \text{ día grado}^{-1}$, que es equivalente a $1/(2.6 \text{ m s}^{-1})$, donde 2.6 m s^{-1} se encuentra dentro del rango de la velocidad teórica de la onda Kelvin del primer modo baroclínico

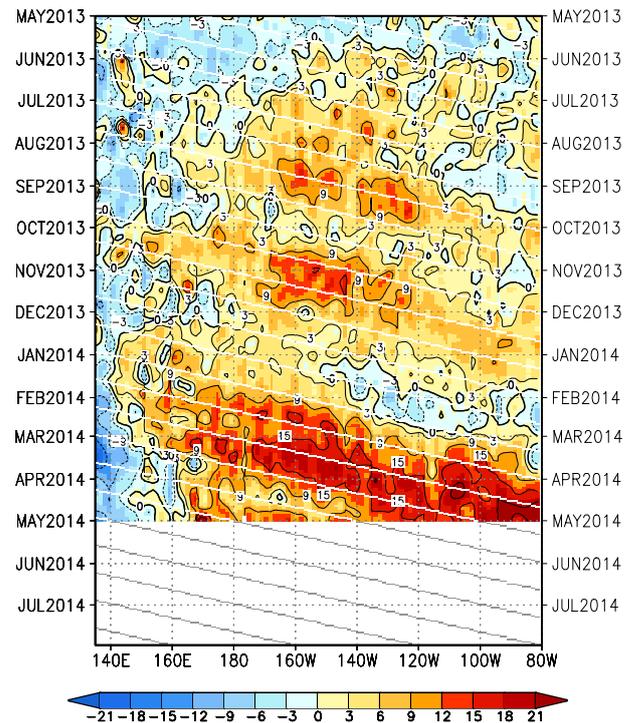


Figura 4. En colores se representa la anomalía del nivel del mar de JASON-2 suavizada a lo largo de la línea de máxima correlación retrasada (ver Figura 3). Las líneas diagonales, blancas y grises, representan la evolución característica de una onda Kelvin oceánica ecuatorial de velocidad 2.6 m s^{-1} (ver texto y Figura 3).

(Boulanger y Menkes, 1995). Este resultado permite establecer un diagrama con líneas diagonales, las cuales se muestran en la Figura 4 en color blanco y gris que indican la evolución teórica, en el tiempo y espacio, de una onda Kelvin con una velocidad igual a 2.6 m s^{-1} ("Kelvingrama ecuatorial para $c = 2.6 \text{ m s}^{-1}$ "). Este producto permitirá tener una idea de cuándo debe llegar una onda Kelvin al extremo este, una vez que se observa en los datos de nivel del mar de JASON-2.

Para el futuro se espera juntar la información de GDR con la de OGDR y tener un producto temporalmente más largo, el cual se inicie en el año 2008. Asimismo se espera calcular, usando la proyección meridional de la onda Kelvin, la contribución exacta de dicha onda sobre el nivel del mar a lo largo de las trayectorias de los satélites.

Referencias

- Boulanger, J-P., y C. Menkes, 1995: Propagation and reflection of long equatorial waves in the Pacific Ocean during 1992-1993 El Niño, *J. geophysical Research*, 100 (C12), 25, 041-25, 059.
- Takahashi, K., R. Martínez, A. Montecinos, B. Dewitte, D. Gutiérrez, and E. Rodríguez-Rubio, 2014a: Regional applications of observations in the eastern Pacific: Western South America, TPOS 2020 Whitepaper 8a⁵.
- Takahashi, K., K. Mosquera, D. Pareja, J. Reupo y J. Aparco, 2014b: Monitoreo del Pacífico ecuatorial, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Vol. 1, No. 3, Marzo, Instituto Geofísico del Perú.

⁴ Similar procedimiento se aplica en Mosquera et al. (The Central Pacific intraseasonal equatorial Kelvin wave, enviado a *Journal Geophysical Research-Oceans*) para observar el cambio de las características de la onda Kelvin ecuatorial intra-estacional cuando cruza la longitud 120°W .

⁵ http://ioc-unesco.org/index.php?option=com_oe&task=viewDocumentRecord&docID=13044.

Especialistas del IGP obtienen el grado de *doctor philosophiae*

En el mes de abril, el área de Investigación en Variabilidad y Cambio Climático del Instituto Geofísico del Perú celebró la obtención del grado de doctor de dos de sus especialistas: Sergio Morera y James Apaéstegui.

Sergio Morera, doctor en Recursos Hídricos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UANLM), sustentó la tesis “Magnitud, frecuencia y factores que controlan los flujos sedimentarios desde los Andes centrales occidentales hacia el Océano Pacífico peruano”. Su trabajo tuvo el objetivo de cuantificar y entender la frecuencia espacial y temporal de las tasas de erosión, así como caracterizar el origen e identificar los factores que controlan la producción de sedimentos y fue calificado por los miembros de la comisión evaluadora con el grado de excelente. En el marco de las investigaciones relacionadas al fenómeno El Niño, el Dr. Morera desarrollará un análisis de las tasas de erosión y transporte de sedimentos durante los eventos El Niño en los Andes centrales occidentales.



Sergio Morera obtuvo su doctorado en Recursos Hídricos.



James Apaéstegui obtuvo su doctorado en Geociencias, dentro del área de Geoquímica Ambiental – Paleoclimatología.

Con el estudio “Monzón Sudamericano: Variabilidades e Impactos en las paleo-precipitaciones de los Andes orientales durante los últimos 1400 años a partir de estudios isotópicos en espeleotemas”, el especialista James Apaéstegui obtuvo su doctorado en Geociencias, dentro del área de Geoquímica Ambiental – Paleoclimatología, en la Universidad Federal Fluminense de Rio de Janeiro, Brasil. A través de su tesis fue posible reconstruir la historia de las lluvias en Sudamérica durante los últimos 1400 años y, al compararla con otros registros paleoclimáticos, contribuir a mejorar la comprensión sobre la variabilidad espacial del monzón sudamericano en escalas de tiempo mayores a las de los registros instrumentales.

Entre las investigaciones futuras del Dr. Apaéstegui está incluido un análisis de los espeleotemas obtenidos de cavernas de la región Nor-Occidental de los Andes peruanos (región la Libertad), donde los eventos de intensas precipitaciones presentan un alto nivel de asociación con los eventos El Niño, para entender la relación de los eventos ENSO en la formación de espeleotemas y extrapolar esta señal al pasado con el objetivo de construir un indicador confiable y que pueda ser abordado en diferentes estudios de modelado en el Perú y a escala global.

Resumen del Informe Técnico

PPR/El Niño - IGP/ 2014 - 04

Advertencia: El presente informe sirve como insumo para el Comité Multisectorial para el Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN). El pronunciamiento colegiado del ENFEN es la información oficial definitiva. La presente información podrá ser utilizada bajo su propia responsabilidad.

Resumen

Según el Índice Costero El Niño (ICEN), las condiciones climáticas en la costa peruana fueron neutras hasta marzo de 2014. Actualmente, no hay presencia de evento El Niño o La Niña en nuestra costa.

Los modelos oceánicos lineales en promedio indican que la segunda onda Kelvin ya alcanzó el continente americano. Además se observa que una tercera onda Kelvin se habría formado en el Pacífico central y estaría arribando a la costa americana a inicios de junio del año en curso.

El pronóstico de la temperatura superficial indica condiciones entre cálida débil y moderada para los siguientes tres meses tanto cerca a nuestra costa (Niño 1+2, ICEN) así como en el Pacífico central (Niño 3.4). Para los meses posteriores la incertidumbre sigue alta. Sin embargo, a partir de mayo, se espera que los pronósticos sean más confiables.

Es importante resaltar que el monitoreo de las condiciones oceánicas en el Pacífico ecuatorial se ha dificultado en los últimos meses debido a la ausencia de información en las boyas del proyecto TAO (<http://www.pmel.noaa.gov/tao>) en el extremo oriental del Pacífico. Por este motivo el IGP está implementando otros productos que permitan aminorar esta limitación.

Índice Costero El Niño

Utilizando los datos de temperatura superficial del mar promediados sobre la región Niño1+2, actualizados hasta abril de 2014, inclusive, del producto ERSST v3b y generados por el *Climate Prediction Center* (CPC) de la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA, EEUU), se ha calculado el Índice Costero El Niño (ICEN; ENFEN 2012) hasta el mes de marzo de 2014. Los valores recientes hasta esa fecha son:

Año	Mes	ICEN	Condiciones costeras del mes
2013	Noviembre	-0.51	Neutro
2013	Diciembre	-0.30	Neutro
2014	Enero	-0.49	Neutro
2014	Febrero	-0.54	Neutro
2014	Marzo	-0.64	Neutro

(Descarga: <http://www.met.igp.gob.pe/datos/icen.txt>)

Según los valores del ICEN, se confirma que las condiciones climáticas hasta marzo de 2014 en la costa peruana se clasifican como NEUTRAS. Se recuerda que, para declarar El Niño o La Niña en la costa, las condiciones costeras del mes deben ser cálidas o frías por al menos tres meses consecutivos, respectivamente (ENFEN, 2012). Por lo que se puede afirmar que no estamos actualmente ante un evento El Niño o La Niña en la costa.

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones.

Los modelos oceánicos lineales del IGP (Mosquera, 2009, 2011) con la profundidad referencial de la termoclina uniforme (LOM1) y profundidad variable (LOM2) fueron forzados con anomalías de vientos superficiales obtenidos del NCEP-CDAS hasta el 29 de abril del 2014. Este modelo es luego corrido en modo de pronóstico con las anomalías de viento i) igualadas a cero (LOM1a y LOM2a), y ii) iguales al promedio de los últimos 30 días (LOM1b y LOM2b). Asimismo, el modelo LOM1 es forzado con productos de vientos estimados por ASCAT y para el modo pronóstico usa el viento igual a cero (LOM1a_ASCAT).

Los modelos lineales indican en promedio que la segunda onda Kelvin ya alcanzó el continente americano. Además, se observa que una tercera onda Kelvin se habría formado en el Pacífico central y estaría arribando a la costa americana a inicios de junio del año en curso (Figs.1ab, 3ab, 4a, 5a).

Pronóstico estacional con modelos climáticos

Los pronósticos del ICEN para los próximos tres meses continúan indicando una tendencia positiva, proyectando condiciones entre cálida débil y moderada. Para los meses siguientes hay bastante mayor dispersión, pero los pronósticos siguen favoreciendo condiciones entre cálidas débiles y moderadas (Fig. 6). Sin embargo, la validación del modelo CFS2 para el pronóstico en la región Niño 1+2 (para el periodo 1982-2010, así como para 2000-2010) indica que las predicciones son menos confiables cuando son inicializadas antes del mes de febrero ("barrera de predictabilidad"; Reupo, 2012), por lo cual se recomienda tomar con mucho cuidado los pronósticos actuales. Se espera que los pronósticos sean más confiables cuando sean inicializados en mayo de 2014.

Resumen del Informe Técnico PPR/EI Niño - IGP/ 2014 - 04

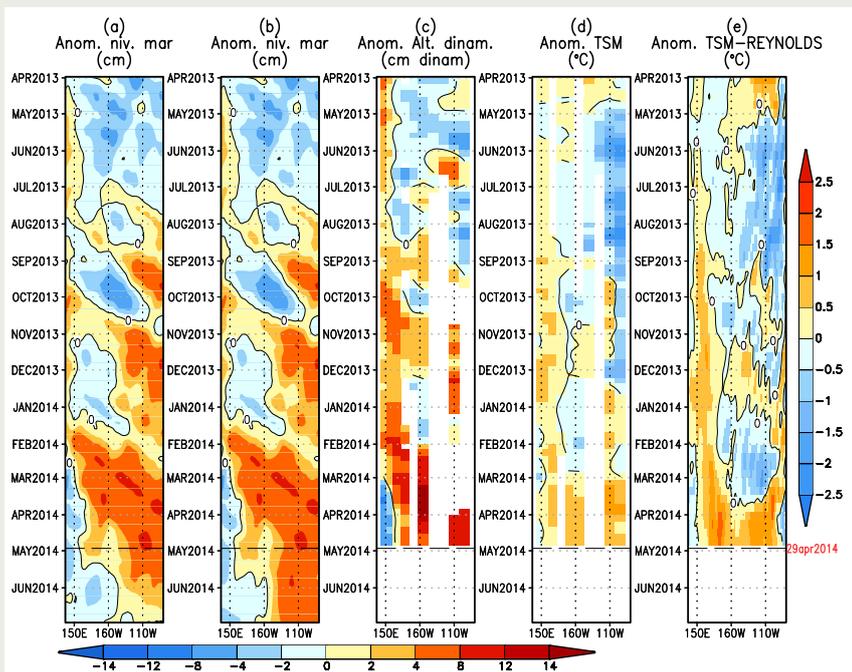


Figura 1. Anomalías (a y b) del nivel medio del mar simulado con LOM1 (termoclina uniforme), (c) de la altura dinámica (TAO), (d) y (e) de la temperatura superficial del mar observada de TAO y Reynolds, respectivamente, en la región ecuatorial (2°S y 2°N). En (a) y (b) la línea cortada en color negro indica el momento en que el modelo empieza a utilizar el esfuerzo de viento igual a cero (LOM1a) y persistida (LOM1b), respectivamente, para la predicción (ver fecha en color rojo a la derecha). La escala de (a), (b) y (c) se ubica abajo en forma horizontal, mientras que la escala de (d) y (e) está a la derecha (Fuente: IGP, NOAA PMEL, climatología: 2000-2013).

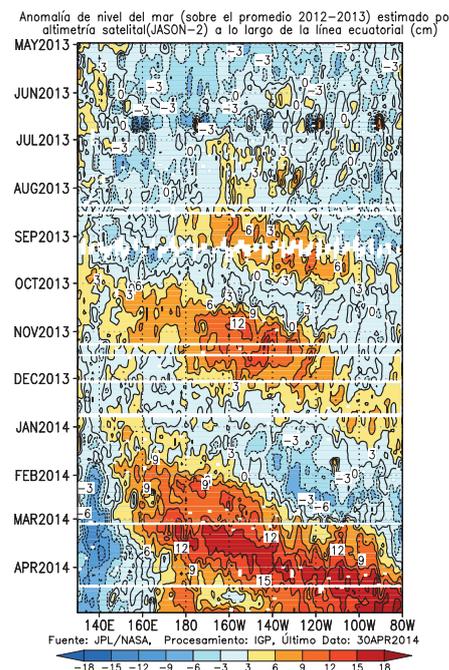


Figura 2. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del nivel del mar ecuatorial (cm) por el altímetro satelital JASON-2.

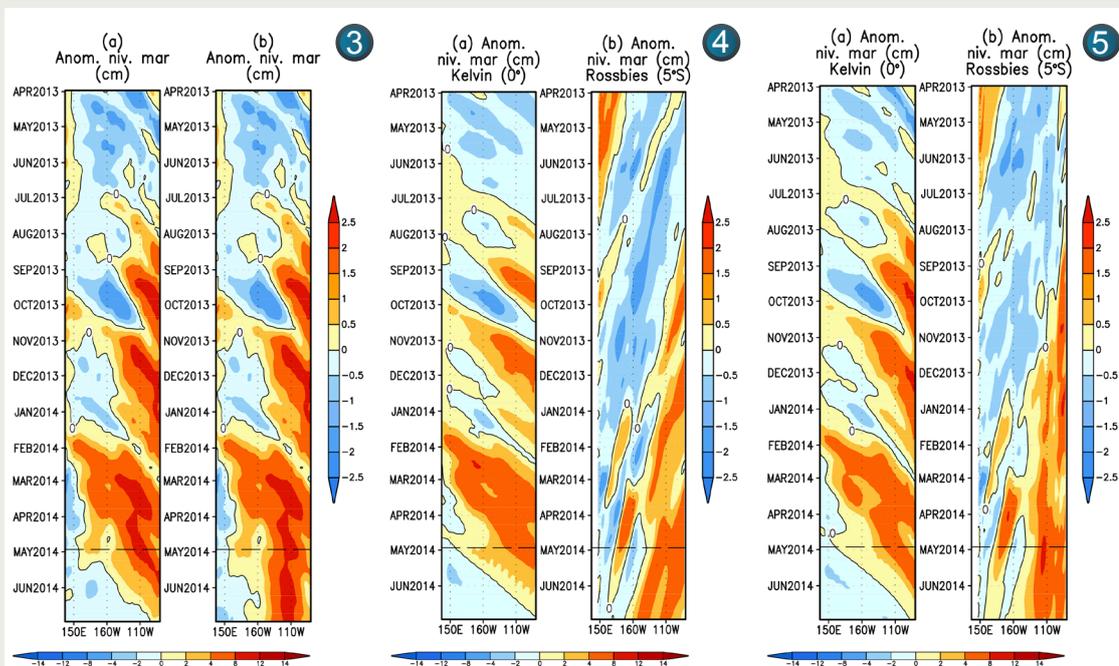


Figura 3. Similar a la Figura 1, pero para LOM2 (termoclina variable).

Figura 4. (a) Contribución de la onda Kelvin al nivel del mar; (b) contribución de la onda Rossby al nivel del mar en 5°N obtenida de LOM1a. (Fuente: IGP, NOAA PMEL, climatología: 2000-2013).

Figura 5. (a) Similar a la Figura 4, pero para LOM2a.

Los pronósticos para la región del Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) también indican condiciones entre neutras y cálidas, pero la conocida "barrera primaveral de predictabilidad" implica que dichos modelos serán más confiables cuando sean inicializados después de la primavera boreal (marzo-mayo; ej. Barnston et al., 2012). Por lo pronto, entonces, se considera que en la región Niño 3.4 continuará la tendencia a condiciones entre neutro y cálido en los próximos tres meses. Hacia final del año, los pronósticos son más cálidos que los inicializados el mes previo, indicando condiciones entre cálida débil y fuerte en la región Niño 3.4.

Resumen del Informe Técnico

PPR/EI Niño - IGP/ 2014 - 04

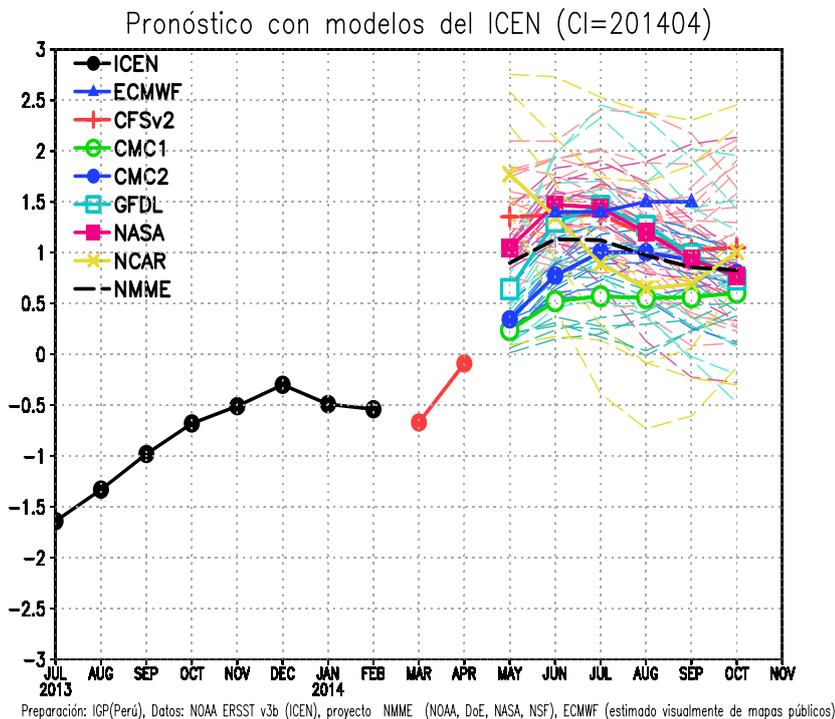


Figura 6. Índice Costero El Niño (ICEN, negro con círculos llenos) y sus valores temporales (ICEN_{tmp}, rojo con círculos llenos). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de tres meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Las líneas entrecortadas corresponden a los miembros de los "ensembles". Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA y NCAR tienen como condición inicial el mes de marzo de 2014. El modelo ECMWF tiene como condición inicial el mes de abril de 2014 (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME, ECMWF).

Conclusiones

1. El ICEN para los meses de febrero y marzo de 2014 disminuyó a -0.54 y -0.64, respectivamente, quedando dentro del rango neutral.
2. Para los próximos tres meses, los pronósticos de la ATSM en el Pacífico oriental (Niño 1+2, ICEN) por los modelos numéricos de las agencias internacionales continúan indicando una tendencia positiva, proyectando condiciones entre cálida débil y moderada.
3. Para los próximos tres meses, los pronósticos de la ATSM en el Pacífico central (Niño 3.4) por los modelos numéricos de las agencias internacionales indican una tendencia hacia condiciones entre neutras y cálidas moderadas.
4. Para finales del año, los escenarios en el Pacífico oriental (Niño 1+2, ICEN) de los modelos de las agencias internacionales indican condiciones cálidas entre débil y moderada. Por la estacionalidad, estos pronósticos serán más confiables después de mayo.
5. Para finales del año, los escenarios en el Pacífico central de los modelos de las agencias internacionales son dispersos, con los modelos indicando condiciones entre cálida débil y fuerte. Por la estacionalidad, estos pronósticos serán más confiables después de mayo.
6. Los modelos lineales indican que la segunda onda Kelvin cálida ya alcanzó el continente americano. Además, se observa que una nueva onda Kelvin cálida de menor magnitud se habría formado en el Pacífico central y según

el modelo estaría arribando a la costa americana a inicios de junio del año en curso.

7. El monitoreo de las condiciones oceánicas en el Pacífico ecuatorial se ha dificultado en los últimos meses debido a la ausencia de información en las boyas del proyecto TAO (<http://www.pmel.noaa.gov/tao>) en el extremo oriental del Pacífico.

Referencias

- Barnston, A., M. Tippett, M. L'Heureux, S. Li, D. DeWitt, 2012: Skill of Real-Time Seasonal ENSO Model Predictions during 2002-11: Is Our Capability Increasing?, *Bull. Amer. Met. Soc.*, 93, 5, 631-351.
- ENFEN 2012: Definición operacional de los eventos "El Niño" y "La Niña" y sus magnitudes en la costa del Perú, Nota Técnica ENFEN.
- 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., 2014: Ondas Kelvin oceánicas y un modelo oceánico simple para su diagnóstico y pronóstico, Boletín mensual "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Vol. 1, No1, Enero, Instituto Geofísico del Perú.
- 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*, 5, 9, p. 55.
- Reupo, J., 2011: Evaluación y desarrollo de metodologías para el pronóstico estacional de anomalías de la temperatura en el mar peruano asociadas al Fenómeno El Niño y otros, *Compendio de trabajos de investigación realizado por estudiantes*, Vol. 12, Instituto Geofísico del Perú.

Comunicado Oficial Extraordinario ENFEN

COMITÉ MULTISECTORIAL ENCARGADO DEL ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO (ENFEN)



COMUNICADO OFICIAL ENFEN EXTRAORDINARIO N° 02 - 2014 CONTINÚA LA PRESENCIA DE ONDAS KELVIN CÁLIDAS EN LA COSTA PERUANA

El Comité encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) se reunió en la quincena del mes de abril para analizar y actualizar la información de las condiciones meteorológicas, oceanográficas, biológico-pesqueras e hidrológicas, observándose la presencia de ondas Kelvin cálidas. Sin embargo, continúan los procesos de afloramiento de aguas frías frente a las costas del Perú. Se mantiene la previsión de un posible evento El Niño costero a mediados del año 2014 con una magnitud que se estima sería entre débil y moderada.

En el océano Pacífico ecuatorial occidental-central, los vientos en superficie presentaron ligeras anomalías del Oeste, mientras que en el Pacífico oriental se observó una tendencia a la normalización.

El Anticiclón del Pacífico Sur¹ (APS) se ubicó ligeramente al suroeste de su posición normal con una anomalía positiva en su núcleo de +6 hPa., incrementando la intensidad de los vientos de dirección Sur y Sureste frente a la costa peruana, y favoreciendo focos de afloramiento de aguas frías durante este periodo.

El Índice Costero el Niño² (ICEN) continúa en el rango neutral.

En el litoral peruano, las anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM) continuaron con valores negativos, aunque de menor magnitud asociado al arribo de las ondas Kelvin³, mientras que las temperaturas del aire presentaron valores alrededor de su normal. Así mismo, se registró el incremento de las anomalías del nivel medio del mar (NMM) hasta +11 cm, principalmente en la costa norte del Perú.

Por otro lado, debajo de la superficie del mar, se observó la profundización gradual de las isotermas de 13°C a 15°C, del norte al centro de la costa peruana, corroborando la presencia de las ondas Kelvin.

Los indicadores reproductivos de la anchoveta, en la región norte – centro, indicaron la declinación del desove de verano de este recurso, de acuerdo a su patrón normal.

Los ríos de la costa, en la zona norte, presentaron caudales por debajo de sus promedios históricos. A la fecha, los principales reservorios del país no completaron su capacidad útil de almacenamiento.

PERSPECTIVAS

Debido al arribo de las ondas Kelvin cálidas, se espera que hacia final del mes de abril, la TSM tienda a normalizarse, mientras que el NMM continúe incrementándose. Por otro lado, las temperaturas del aire (mínima y máxima) presentarán ligeras anomalías positivas principalmente en la costa norte del Perú.

De presentarse el incremento de la TSM en lo que resta del mes, se mantiene la probabilidad que se presenten lluvias localizadas en la zona norte del país.

Por otro lado, de continuar la persistencia en la intensificación de los vientos a lo largo de la costa del Perú, el impacto de las ondas Kelvin en la TSM sería menor a lo esperado.

Para los próximos tres meses, los modelos numéricos de las agencias internacionales pronostican condiciones de neutrales a cálidas moderadas para las regiones Niño⁴ 1+2 y Niño 3.4. Sin embargo, para periodos más largos, existe mucha incertidumbre en los pronósticos. Según la estacionalidad, esta incertidumbre será menor para los pronósticos inicializados en el transcurso del mes de mayo.

El Comité ENFEN continúa en estado de vigilancia, monitoreando e informando la evolución de las condiciones actuales.

Callao, 15 de abril de 2014

¹ APS: Anticiclón del Pacífico Sur. Sistema de alta presión, ubicado sobre el Pacífico Sur, que gira en sentido contrario a las agujas del reloj.

² ICEN: Las categorías para la definición de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes (ENFEN, 2012), se asignan de acuerdo con el valor correspondiente del ICEN.

³ Onda Kelvin: Movimiento ondulatorio en el mar, que se propaga del Oeste al Este a lo largo de la línea ecuatorial y luego en dirección hacia los polos a lo largo de la costa. Existen dos tipos: a) onda Kelvin de hundimiento, y b) Onda Kelvin de afloramiento. La onda Kelvin cálida o de hundimiento está asociada con la profundización de la termoclina; la segunda es lo opuesto.

⁴ Regiones Niño: El Pacífico tropical ha sido dividido en áreas denominadas "Regiones Niño". La región Niño 1 (80°O - 90°O y 5°S - 10°S), la Región Niño 2 (80°O - 90°O y 0° - 5°S), la Región Niño 3 (90°O - 150°O y 5°N - 5°S), la Región Niño 4 (150°O - 160°E y 5°N - 5°S), la Región Niño 3.4 (120°O - 170°O y 5°N - 5°S) y la región Niño 1+2 (90°O - 80°O, 0° - 10°S).



COMITÉ MULTISECTORIAL ENCARGADO DEL ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO (ENFEN)



COMUNICADO OFICIAL ENFEN N° 04 - 2014 SE MANTIENE PREVISIÓN DE EVENTO EL NIÑO COSTERO A MEDIADOS DEL AÑO 2014, CON MAGNITUD ENTRE DÉBIL Y MODERADO

El Comité encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) se reunió para analizar y actualizar la información de las condiciones meteorológicas, oceanográficas, biológico-pesqueras e hidrológicas, observándose un calentamiento de la temperatura del mar, lluvias esporádicas en la costa norte del Perú e incrementos importantes del nivel medio del mar (NMM) a lo largo de todo el litoral, debido a la propagación de la onda Kelvin. Se mantiene la previsión de un evento El Niño costero¹ a mediados del año 2014, con magnitud entre débil y moderado.

Durante el mes de abril, en el océano Pacífico ecuatorial occidental-central, los vientos en superficie presentaron anomalías del Oeste, lo que generó una nueva onda Kelvin cálida débil que actualmente se observa en dicha zona.

El Anticiclón del Pacífico Sur² (APS), en la primera quincena de abril, se ubicó ligeramente al suroeste de su posición normal, con una anomalía positiva, incrementando la intensidad de los vientos de dirección Sur y Sureste frente a la costa peruana, favoreciendo focos de afloramiento de aguas frías durante este periodo, mientras que en la segunda quincena disminuyó su intensidad, lo que ocasionó disminución en la intensidad de los vientos y en los procesos de afloramiento.

El Índice Costero El Niño³ (ICEN) se mantiene dentro del rango neutral con tendencia hacia valores positivos.

En el litoral peruano, durante la segunda quincena de abril, las anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM) se incrementaron hasta alcanzar anomalías positivas entre 2° y 3°C en la costa norte del Perú, mientras que en las temperaturas del aire también se presentaron ligeros incrementos. Así mismo, el nivel medio del mar incrementó las anomalías positivas hasta alcanzar valores entre 15 y 30 cm, en la costa norte y central del Perú, asociado al arribo de las ondas Kelvin⁴.

Por otro lado, debajo de la superficie del mar de la región norte-centro de la costa peruana, se observó una mayor profundización de las aguas de 13° a 15°C, corroborando la presencia de las ondas Kelvin.

Se observó un desplazamiento de la anchoveta hacia el sur asociada a la profundización de las aguas frías. Igualmente, la merluza y el barbudo, especies típicas de la zona norte, ampliaron su distribución hasta la costa central del Perú, además se registraron especies oceánicas como jurel fino y agujilla frente a Pisco.

Los ríos de la costa, en la zona norte, presentaron una tendencia de disminución de sus caudales a excepción de los últimos días del mes de abril, debido al incremento significativo de las lluvias. Los principales reservorios en la costa norte y sur registraron 58.1 y 59 % de la capacidad de almacenamiento, respectivamente.

PERSPECTIVAS

Debido a la presencia de las ondas Kelvin cálidas, se espera que durante el mes de mayo, las anomalías de la TSM se extiendan

a lo largo de la costa con valores entre +1° y +3°C, mientras que el NMM se mantenga con anomalías positivas entre 15 y 30 cm. Por otro lado, las temperaturas mínimas del aire presentarán anomalías positivas principalmente en la costa norte y central del Perú.

Se prevé que la nueva onda Kelvin cálida generada en el océano Pacífico occidental-central, arribe a la costa peruana en el mes de junio.

De persistir el incremento de la TSM durante el mes de mayo, éste no produciría lluvias intensas en la costa norte del país por la estacionalidad.

Para los próximos tres meses, los modelos numéricos de las agencias internacionales pronostican condiciones de cálidas débiles a cálidas moderadas para las regiones Niño⁵ 1+2 y Niño 3.4. Sin embargo, para periodos más largos, existe mucha incertidumbre en los pronósticos. Según la estacionalidad, esta incertidumbre será menor para pronósticos futuros inicializados en el transcurso del mes de mayo.

El Comité ENFEN continúa en estado de vigilancia, monitoreando e informando la evolución de las condiciones actuales.

Callao, 06 de mayo de 2014

¹ El Niño Costero: Se denomina "Evento El Niño en la región costera de Perú" (o expresión similar) al periodo en el cual el ICEN indique "condiciones cálidas" durante al menos tres (3) meses consecutivos. La magnitud de este evento es la mayor alcanzada o excedida en al menos tres (3) meses durante el evento.

² APS: Anticiclón del Pacífico Sur. Sistema de alta presión, ubicado sobre el Pacífico Sur, que gira en sentido contrario a las agujas del reloj.

³ ICEN: Las categorías para la definición de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes (ENFEN, 2012), se asignan de acuerdo con el valor correspondiente del ICEN. Consiste en la media corrida de tres meses de las anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (TSM) en la región Niño 1+2.

⁴ Onda Kelvin: Movimiento ondulatorio en el mar, que se propaga del Oeste al Este a lo largo de la línea ecuatorial y luego en dirección hacia los polos a lo largo de la costa. Existen dos tipos: a) onda Kelvin de hundimiento, y b) Onda Kelvin de afloramiento. La onda Kelvin cálida o de hundimiento está asociada con la profundización de la termoclina; la segunda es lo opuesto.

⁵ Regiones Niño: El Pacífico tropical ha sido dividido en áreas denominadas "Regiones Niño". La región Niño 1 (80°O - 90°O y 5°S - 10°S), la Región Niño 2 (80°O - 90°O y 0° - 5°S), la Región Niño 3 (90°O - 150°O y 5°N - 5°S), la Región Niño 4 (150°O - 160°E y 5°N - 5°S), la Región Niño 3.4 (120°O - 170°O y 5°N - 5°S) y la región Niño 1+2 (90°O - 80°O, 0° - 10°S).





© Instituto Geofísico del Perú
Calle Badajoz 216, Urb. Mayorazgo IV Etapa, Ate, Lima, Perú
Central Telefónica: (511) 317 2300
<http://www.igp.gob.pe>
 <http://www.facebook.com/igp.peru>
 http://twitter.com/igp_peru

En el marco del:

