



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú - IGP



Programa Presupuestal por Resultados N° 068
"Reducción de vulnerabilidad y atención de
emergencias por desastres".
Producto: "Estudios para la estimación
del riesgo de desastres"

BOLETÍN TÉCNICO

GENERACIÓN DE INFORMACIÓN Y MONITOREO DEL FENÓMENO EL NIÑO

**MoSARD (Monitoreo de los Sedimentos
ante el Riesgo y Desastres)**

VOL. 5 N° 12 DICIEMBRE 2018

Contenido

3 - 4

Introducción

5 - 10

Artículo de Divulgación Científica

11 - 12

Talleres IGP 2018

13 - 17

Resumen del Informe Técnico

18 - 19

Comunicado Oficial ENFEN

Créditos

Programa Presupuestal N° 068 "Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres".
Producto: "Estudios para la estimación del riesgo de desastres".
Actividad: "Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño".

Fabiola Muñoz
Ministra del Ambiente

Hernando Tavera
Presidente Ejecutivo IGP

Danny Scipión
Director Científico IGP

Yamina Silva
Directora de Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera

Kobi Mosquera
Responsable de la elaboración del Boletín
El Niño - IGP

Equipo científico: Kobi Mosquera, Jorge Reupo, Berlín Segura, Andréé Galdós

Edición: Katherine Morón
Diseño y Diagramación: Luis Miguel Ybañez

Carátula: Reservoirio de Poechos en el distrito de Chocan- Sullana.
Foto: Insitute Geofísico del Perú

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

Impreso por:
INVERSIONES IAKOB S.A.C.
Telf. (051-1) 2963911
Dirección: Av. Iquitos 1481 – La Victoria

Lima, enero de 2019

Hecho el Depósito Legal en la
Biblioteca Nacional del Perú N° 2014-02860

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 de la Comisión Multisectorial para el Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) participan en este PPR con el producto denominado "Estudios para la estimación del riesgo de desastres", que consiste en la entrega en forma oportuna de información científica sobre el monitoreo y pronóstico de este evento natural oceáno-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 información y monitoreo 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 estudios científicos que fortalecerá en forma continua la capacidad para este fin.

El presente Boletín tiene como objetivo difundir conocimientos científicos, avances científicos 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: <http://intranet.igp.gob.pe/productonino/>



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 de la Comisión 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.



ENFEN

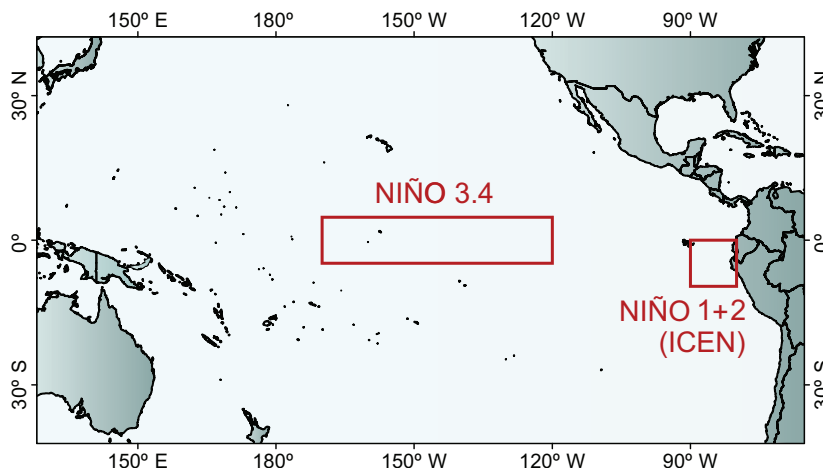
La Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), conformada por representantes de IMARPE, DHN, IGP, SENAMHI, ANA, INDECI y CENEPRED, es el ente que genera la información oficial de monitoreo y pronóstico del Fenómeno El Niño y otros asociados.

Esta Comisión es de naturaleza permanente, depende del Ministerio de la Producción y tiene por objeto la emisión de informes técnicos de evaluación y pronóstico de las condiciones atmosféricas, oceanográficas, biológico-pesqueras, ecológico marinas e hidrológicas que permitan mejorar el conocimiento del Fenómeno "El Niño" para una eficiente y eficaz gestión de riesgos (Decreto Supremo N° 007-2017-PRODUCE).

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



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.

MoSARD (Monitoreo de los Sedimentos ante el Riesgo y Desastres)



Dr. Sergio Morera Julca

INVESTIGADOR CIENTÍFICO DEL INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ (IGP)

Experto en hidrología, erosión y transporte de sedimento fluvial. Revisor en Revistas Científicas Internacionales Q1, como Sci. Reports, Earth Surf. Process. Landforms, Catena, etc. Profesor invitado en la maestría y doctorado de Recursos Hídricos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Desarrolla sus investigaciones mediante el liderazgo de proyectos de investigación nacionales e internacionales. Contribuye al entendimiento de los procesos y dinámica de la erosión en cuencas agrícolas altamente erosionadas, mediante el desarrollo de equipos para el monitoreo de sedimentos y uso de equipos hidrométricos de avanzada, así como el uso de trazadores ambientales.



Elisa Armijos Cárdenas, Ph.D

INVESTIGADORA CIENTÍFICA DEL INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ (IGP)

Es Ph.D. en hidrología, hidroquímica, suelo, clima y medio ambiente, Ing. Civil y MSc. en Ingeniería de Recursos hídricos (UNALM-Perú). Posdoctorado en la Universidad Federal de Amazonas (UFAM) con pasantía en la USGS- USA y la Universidad de Minnesota- Duluth, sobre el transporte de sedimentos de fondo en la cuenca del río Minneapolis. Desde el 2003, forma parte del Observatorio de Investigación en medio ambiente ORE-HYBAM, sobre los grandes ríos Amazónicos (www.ore-hybam.org). Cuenta con experiencia en temas de hidrología, transporte de sedimentos, monitoreo de red hidrológica y calidad del agua enfocados a la cuenca Amazónica, mostrada en varios trabajos científicos publicados como primer autor y en colaboración con otros grupos de trabajo. Actualmente integra la Subdirección de Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera del Instituto Geofísico del Perú (IGP).



Dr. Raúl Espinoza Villar

INVESTIGADOR CIENTÍFICO DEL INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ (IGP)

Doctor en geociencias aplicadas y en hidrología, hidroquímica, suelo y medio ambiente; MSc. en ingeniería de recursos hídricos; Ing. Agrícola. Especialista en Óptica de cuerpos de agua y teledetección aplicada a recursos hídricos. Con experiencia en actividades científicas en Perú, Francia y Brasil. Habiendo trabajado en el Laboratorio de Geociencias y Medio Ambiente de Toulouse (GET), en el Instituto de Geociencias de la Universidad de Brasilia (IG – UnB), realizó un posdoctorado en el IG – UnB investigando las propiedades ópticas del agua y la relación con algunos contaminantes mediante datos de radiómetros de campo, laboratorio e imágenes de sensores aerotransportados. Tiene un posdoctorado en el laboratorio de teledetección (LABTEL) de la Facultad de ciencias físicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) investigando el uso de la teledetección en zonas alto-andinas peruanas. Actualmente se desempeña como investigador científico del Instituto Geofísico del Perú (IGP).

El proyecto MoSARD, es una iniciativa de los doctores Sergio Morera, Elisa Armijos y Raúl Espinoza, investigadores científicos de la Subdirección de Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera del Instituto Geofísico del Perú (IGP), que tiene como objetivo continuar con estudios que contribuyan con el entendimiento de los procesos de transporte y la

dinámica del ciclo de sedimentos ya sea en laderas o sistemas hídricos. Generando información inédita, así como estudios técnico-científicos que faciliten la gestión-mitigación de las modificaciones abruptas en los ecosistemas Andinos, zonas de piedemonte, costero y la llanura amazónica. El proyecto está vinculado con instituciones gubernamentales, proyectos nacionales



Foto tomada el 10 de marzo del 2016 (antes de El Niño Costero).



Foto tomada el 20 de marzo 2017 (después de El Niño Costero).

e internacionales, así como centros académicos; para en conjunto actuar de manera eficiente frente a la presencia de eventos de riesgos climáticos y/o geológicos que amenazan constantemente a nuestras ciudades. De esta manera se busca disminuir el impacto de los riesgos ambientales, evitar pérdidas de infraestructuras hidráulicas y vías de comunicación e incrementar el bienestar de la población peruana.

MoSARD, incluye la compra de equipos de última tecnología tanto para los trabajos de campo y laboratorio, que bajo una previa estrategia de muestreo, nos permitirán determinar las características de los sedimentos que son transportados en los ríos. Este equipo será financiado por el Fondecyt (Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica), el mismo que consta de un granulómetro láser de amplio rango de medición para analizar el tamaño de las partículas en medio seco y acuoso. Realizar los análisis en un espacio controlado como el laboratorio que es la mejor opción; sin embargo, en

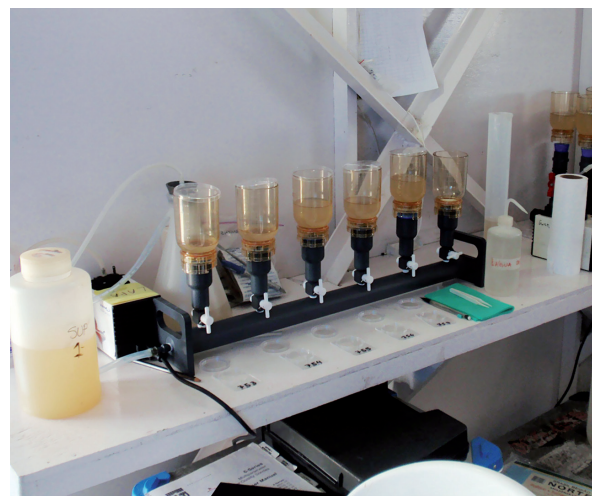
ciertos lugares es necesario realizar mediciones *in situ* debido a la floculación de los sedimentos, es por ese motivo que se contará con un granulómetro de campo, además de una sonda multiparamétrica que determine las propiedades físico-químicas del agua que se asocian a los sedimentos.

La motivación de este proyecto surge debido a las necesidades que el Perú está atravesando actualmente, por ejemplo, el desarrollo económico que origina la búsqueda de más fuentes de energía, mayor consumo de agua, intensificación en las líneas de transporte fluvial, el incremento de las obras hidráulicas, etc. Todas estas infraestructuras y ampliaciones requieren de estudios, con datos y mediciones de campo para asegurar su vida útil, así como evitar desastres frente a fuerzas naturales.

Se debe considerar que el Perú es un país atravesado por una de las mayores cadenas de montañas del mundo: "Los Andes"; dicha característica genera



Granulómetro láser de laboratorio.



Laboratorio móvil de filtración.

una fuente natural de sedimentos. Así, a lo largo de la historia, los ríos en épocas de avenidas han transportado grandes cantidades de sedimentos. Sin embargo, durante eventos climáticos extremos, dichas condiciones desarrollan una serie de desastres debido a los inmensos volúmenes de agua y sedimentos que se movilizan en los ríos facilitando las inundaciones. Por ejemplo, las inundaciones que han sufrido las principales ciudades de la costa norte del Perú durante El Niño extremo de 1982-83 y 1997-98; así como El Niño Costero (2017), o las severas inundaciones en la Amazonía durante La Niña 2009 y 2012 que dejaron incomunicadas a varias ciudades además de las pérdidas económicas.

Ante la amenaza del cambio climático es posible que los eventos de precipitación sean más intensos y frecuentes en el territorio peruano, lo cual aceleraría el proceso de erosión y, en consecuencia, incrementaría la erodabilidad, ambos directamente relacionados a las inundaciones en las ciudades costeras, valles interandinos y amazónicos. Estas inundaciones causan la sedimentación en los cauces (entre 3 y 4 metros de altura con longitudes de centenas de metros de depósitos de sedimentos).

Adicionalmente, durante las últimas décadas la explosión demográfica y su consecuente actividad antrópica han incrementado la erosión y los sedimentos a ser transportados, lo cual ha modificado la calidad de agua que es utilizada para el consumo humano, riego, la actividad industrial, etc. Las altas concentraciones de sedimentos durante las avenidas generan el cambio de la morfología de los ríos al depositarse en zonas con menor capacidad de transporte, alterando el curso de

los ríos y dificultando el transporte y comercio fluvial, cabe resaltar que en la región amazónica los ríos son los únicos medios de comunicación.

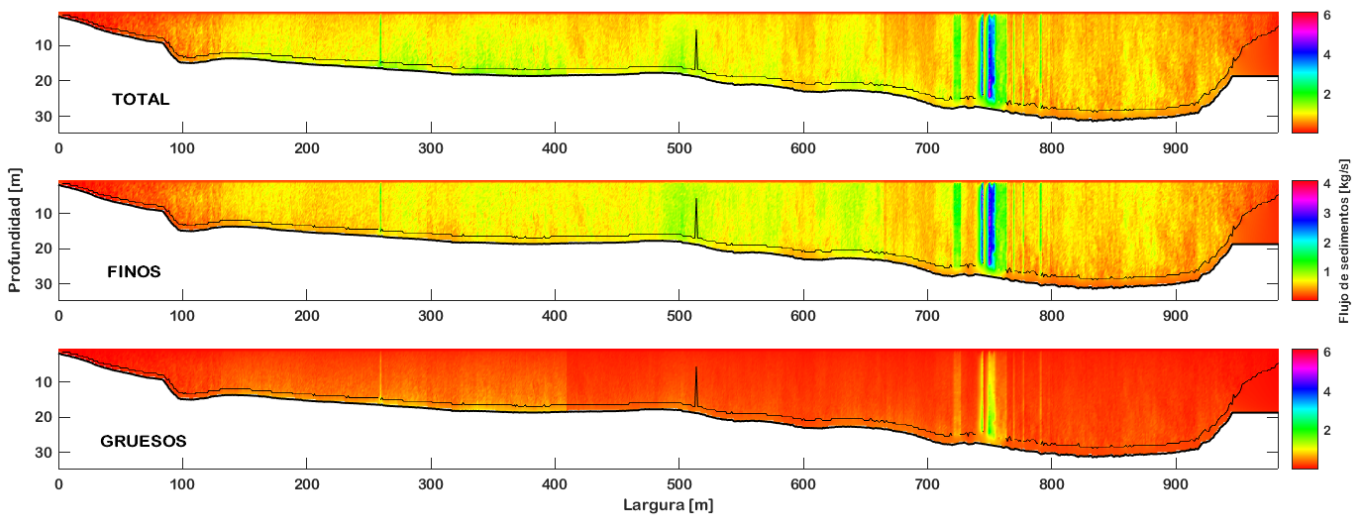
¿POR QUÉ MONITOREAR LOS SEDIMENTOS?

A pesar de los riesgos y desastres frecuentes relacionados a los sedimentos, el Perú en la actualidad no cuenta con una institución que monitoree los sedimentos, tampoco con una base de datos que sirvan para desarrollar estudios y/o planificación en las cuencas, ello con la finalidad de contribuir a la mitigación de los impactos de eventos extremos climáticos que pueden producir inundaciones.

Un ejemplo claro se da en Estados Unidos donde el monitoreo de sedimentos es realizado por la USGS (U.S. Geological Survey. <https://cida.usgs.gov/sediment/>) parte de la rutina de las variables hidrológicas y meteorológicas, realiza el seguimiento de los flujos sedimentarios (agua + sedimentos), que son indicadores de contaminación, degradación de los suelos y agua, entre otros, los que permiten que obras de envergadura como: puertos, puentes, embalses, hidrovías sean construidos con una base de datos confiable para evitar pérdidas económicas.

Además, el IGP ya está trabajando en metodologías de monitoreo e investiga sobre el transporte de sedimentos. Contamos con investigadores que tienen experiencia tanto en la parte costera, andina y amazónica; asimismo, se han formado más de 15 estudiantes, bachilleres y masters en esta área y sus resultados (ver lista de referencia) en resumen indican que:

Flujo de sedimentos en suspensión en Tamshiyacu 12-02-12



Cálculo de flujos sólidos utilizando modelo de Rouse y datos de ADCP de la Estación de Tamshiyacu, en el río Amazonas: a) Flujos totales, b) Flujos de partículas finas (limos, arcillas) y c) Flujos de partículas gruesas (arenas finas).



Río Amazonas (cerca a Iquitos).

Las recientes inundaciones durante El Niño Costero (enero - abril del 2017), en la ciudad de Piura se originaron con caudales de menor magnitud que los eventos extremos El Niño (1982-83 y 1997-98), sin embargo, las inundaciones fueron más devastadoras debido a las altas concentraciones de sedimentos que fueron acarreadas

Durante los últimos 50 años el río Puyango-Tumbes ha desbordado ~300 veces, causando pérdidas económicas cuantiosas en sus principales actividades: cultivos de exportación, daños en la infraestructura hidráulica y enfermedades en la ciudad de Tumbes. Asimismo, en los últimos 15 años, dichos desbordes se han incrementado ocurriendo incluso cuando se declara como año seco debido a la colmatación de los canales por eventos anteriores. Morera et al., (2017) muestran que, si bien, la zona costera tiene una fuerte actividad sísmica que puede ocasionar el desprendimiento de material, son los eventos climatológicos extremos los factores que controlan la erosión y el transporte de sedimento en la costa peruana.

La represa de Poechos-Piura, fue construida para un tiempo de vida de 100 años ; sin embargo, ya ha perdido ~60% de su capacidad de almacenamiento en tan solo 42 años. Nuestros estudios indican que la disminución de la capacidad se debe al incremento de sedimentos ocurrida durante eventos de El Niño. Las pérdidas económicas para el Estado peruano son millonarias, por ello monitorear los sedimentos y estudiar su dinámica contribuirá a evitar este tipo de errores en la ingeniería.

En la región amazónica se ha observado que los sedimentos pueden incrementarse en más del 50% al pasar de eventos de seca a crecida. Sin embargo, esta región ha sido reconocida como una zona de producción energética, sin considerar que es la principal fuente de

sedimentos del Atlántico. Espinoza et al., (2012) muestra un incremento de casi el 20% al pasar de un evento de seca a uno de crecida ocasionado por el fenómeno La Niña y el calentamiento de la región del Atlántico Sur. Armijos et al. (2013) indica que el afluente del Amazonas con mayor cantidad de sedimentos es el Río Ucayali, con aproximadamente 400 Mt año⁻¹. Espinoza-Villar et al. (2012) muestran que los ríos amazónicos del Perú presentan el pico de sedimentos dos a tres meses antes del pico de caudales líquidos. Estos resultados han servido de base para estudios en los que se indica que la construcción de represas en la región andino-amazónica puede ser de riesgo para la biodiversidad y la población que habita en las zonas de planicie. Como muestra tenemos la represa del Coca en Ecuador, afluente del Napo, donde ya se había mencionado los riesgos que se corrían en la construcción de esta obra al estar cerca al Volcán Reventador, datos informados por Armijos et al. (2013) y otros estudios. A pesar de esto, el proyecto continuó en marcha y ahora presenta problemas de colmatación y resquebrajamiento de la estructura.

Todos estos estudios muestran la importancia del monitoreo de sedimentos para el Perú, ante ello el IGP continuará consolidando un grupo técnico-científico especializado en estudios de erosión y transporte de sedimentos, que cuenta con un buen respaldo científico en la actualidad, tal como se aprecia a continuación en la lista de artículos.

ARTÍCULOS

Armijos, E., Laraque, A., Barba, S., Bourrel, L., Ceron, C., Lagane, C., ... & Vauchel, P. (2013). Yields of suspended sediment and dissolved solids from the Andean basins of Ecuador. *Hydrological sciences journal*, 58(7), 1478-1494.

- Armijos, E., Crave, A., Vauchel, P., Fraizy, P., Santini, W., Moquet, J. S., ... & Guyot, J. L. (2013). Suspended sediment dynamics in the Amazon River of Peru. *Journal of South American Earth Sciences*, 44, 75-84.
- Díaz, D., Morera, S. B., and Orrillo, J. (2018), High and extreme water discharger influences on bedload transport in a tropical mountain headwater catchment, in *Proceedings 12th International Symposium on Ecohydraulics*, Tokio, Japan, IAHR, p. 9
- Díaz, D. (2018). "Caracterización del rol del páramo andino en la conservación de los suelos andinos de fuerte pendiente". Tesis para optar el título de Ingeniero Hidráulico. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú.
- Espinoza, J. C., Ronchail, J., Guyot, J. L., Junquas, C., Drapeau, G., Martinez, J. M., ... & Espinoza, R. (2012). From drought to flooding: understanding the abrupt 2010–11 hydrological annual cycle in the Amazonas River and tributaries. *Environmental Research Letters*, 7(2), 024008.
- Espinoza-Villar, R., Martinez, J. M., Guyot, J. L., Fraizy, P., Armijos, E., Crave, A., ... & Lavado, W. (2012). The integration of field measurements and satellite observations to determine river solid loads in poorly monitored basins. *Journal of hydrology*, 444, 221-228.
- Goyburo, A. (2017). "Monitoreo y caracterización del transporte de sedimentos total durante crecidas o eventos extremos El Niño en la región Tumbes". Tesis para optar el título de Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 67 p.
- Huamán, D. (2018). "Hidrometría de alta precisión mediante el uso equipos de medición directa en épocas de grandes avenidas en los ríos Puyango-Tumbes y Zarumilla". Tesis para optar el título de Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional Tumbes. Tumbes, Perú.
- Martinez, J., Morera, S. B., Navas, A. and Gerd. G. (In process), Reinterpreting the RUSLE equation to estimating spatial pattern of soil erosion within a mountainous watershed in the Andean region of Peru using the Watem Sedem model, *Journal of South American Earth Sciences*.
- Martinez, Y., Morera, S.B., Navas, A., Gerd, G. (2018). Geomorphological and isotopic characterization of soils in the proglacial area of Artesonraju Glacier (Cordillera Blanca, Peru). *EGU General Assembly 2018*. Vienna, Austria, 8–13 April.
- Mendoza, R. (en proceso). "Modelado de perfiles de concentración de sedimentos en ríos de montaña tropical". Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
- Moquet, J.-S., Guyot, J.-L., Morera, S., Crave, A., Rau, P., Vauchel, P., Lagane, C., Sondag, F., Lavado, C. W., Pombosa, R., and Martinez, J.-M., 2018: Temporal variability and annual budget of inorganic dissolved matter in Andean Pacific Rivers located along a climate gradient from northern Ecuador to southern Peru. *Comptes Rendus Geoscience*, v. 350, no. 1-2, p. 76-87. [Doi.org/10.1016/j.crte.2017.11.002](https://doi.org/10.1016/j.crte.2017.11.002)
- Morera, S. B. and O. Evrard (In process), Sediment flux transfer and their specific response to 2016-2017 El Niño Costero on the west Peruvian Andes: *Journal of Hydrology*.
- Moquet, J., Morera, S. B., Poitrasson, F., Turpc, P., Turqc, B., Van Beek, P., Huamán, D., and Guyot, J. L., (In process), Sr and Nd isotopes in Tumbes River suspended matter as tracers of the ENSO: *Geoscience Frontiers*.
- Morera, S. B., Condom, T., Crave, A., Steer, P., & Guyot, J. L. (2017). The impact of extreme El Niño events on modern sediment transport along the western Peruvian Andes (1968–2012). *Scientific Reports*, 7(1), 11947.
- Morera, S. 2017. Influencia de los sismos y los eventos El Niño extremos (1982-83 y 1997-98) en la producción de sedimentos en la costa peruana. *Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño"*, Instituto Geofísico del Perú, Diciembre, 4, 12, 4-7
- Morera, S.B., A. Crave, and J. P. Guyot. (2016). Highly seasonal suspended sediment and bed load transport dynamic in tropical mountain catchments, paper presented at 13th International Symposium on River Sedimentation (ISRS 2016), Taylor & Francis Group, Stuttgart, Germany, 19-22 September.
- Morera, S. 2014. Magnitud, frecuencia y factores que controlan los flujos sedimentarios desde los Andes Centrales Occidentales hacia el océano Pacífico peruano. Tesis para optar el grado de Doctor en Recursos Hídricos - Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Morera, S. 2014. Erosión y transporte de sedimentos durante eventos El Niño a lo largo de los Andes occidentales. *Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño"*, Instituto Geofísico del Perú, Julio, 1, 7, 4-7.
- Morera, S. B.; Condom, T.; Vauchel, P.; Guyot, J.-L.; Galvez, C., & Crave, A. (2013). Pertinent spatio-temporal

scale of observation to understand suspended sediment yield control factors in the Andean region: the case of the Santa River (Peru). *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 17, 4641-4657, DOI:10.5194/hess-17-4641-2013.

Morera, S.B.; Mejía, A; Guyot, J-L.; Vauchel, P; Atoche, D.; Grover, O.; Salinas, F; Gálvez, C.; Collas, M.; & Condom, T. (2014). Erosion and sediment flux dynamics from the central occidental Andes mountainous catchment to the Pacific coast in Peru. XXV congreso latinoamericano de hidráulica. del 20 al 30 agosto. Santiago, Chile. (10 p.).

Morera-Julca, S., Mejia-Marcacuzco, A., Guyot, J., Gálvez, C., Salinas, F., Collas, M., and Ingol-Blanco, E. 2013. Uncertainty in Suspended Sediment Load Estimates for Mountain Rivers. Case of Study of Central Andes in Peru. *World Environmental and Water Resources Congress 2013*: pp. 3216-3225. doi: 10.1061/9780784412947.318.

Morera, Sergio; Condom, T; Crave, A; Espinoza, JC; Takahashi, K; Gálvez, C; Salinas, F; Collas, M. (2012). Incertidumbre de los flujos sólidos transportados por ríos de montaña en los Andes centrales (Perú). XI Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola. Lima, Perú. 13p.

Morera, Sergio; Crave, A; Condom, T; Vauchel, P; Guyot, JL & Lizares, G. (2012). Sediment transport from the central western part of the Andean range to the pacific Ocean, Santa River (1977-2010). XXV Congreso latinoamericano de hidráulica. San José, Costa Rica. 9-12 setiembre 2012. 11p.

Orrillo, J. (2018). "Caracterización del rol del páramo andino en la regulación del recurso hídrico". Tesis para optar el título de Ingeniero Hidráulico. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú.

Ortiz, R. (2018). "Caracterización de las sequías en la cuenca del río Puyango-Tumbes en base al índice de flujo base y de precipitación estandarizada". Tesis para optar el título de Ingeniero Hidráulico. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. 139 p.

Prudencio, F. (en proceso). "Análisis de cambio de cobertura y uso de suelo en región de alta montaña y la importancia de su dinámica en la regulación del recurso hídrico – caso cuenca Río Mashcón". Tesis para optar el título de Ingeniero Geógrafo. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

Quincho, J. 2015. Estudio experimental del transporte de sedimentos en suspensión y fondo y comparación con modelos teóricos en los ríos Puyango-Tumbes y Zarumilla. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Villanueva, G. (en proceso). "Modelado de perfiles de velocidad de los flujos en ríos de montaña tropical". Tesis para optar el título de Ingeniero en mecánica de fluidos. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

PROYECTOS EN EJECUCIÓN

- Páramos. Convenio de Subvención N°098-2015-FONDECYT. Influencia de los páramos en la erosión y conservación de suelos andino, e identificación de su rol en la regulación del recurso hídrico en grandes ciudades alto andinas.

- Erosión. N° 131-PNICP-PIBA-2015

(INNOVATE PERU PIAP-3-P-915-14). Monitoreo, caracterización e identificación de las principales fuentes de erosión y sedimentos durante crecidas o eventos extremos el niño en las cuencas binacionales Puyango-Tumbes y Zarumilla.

- Sedimentación en Presas. RLA-5076, IAEA. Strengthening Surveillance Systems and Monitoring Programmes of Hydraulic Facilities Using Nuclear Techniques to Assess Sedimentation Impacts as Environmental and Social Risks - ARCAL CLV.

- PER2018003. Water, erosion and sedimentation dynamics characterization in Páramo and Jalca ecosystems for climate change adaptation.

- FONDECYT-Fondo Newton, 2019. Integrated upstream and downstream thinking to mitigate the water security challenges of Peruvian glacier retreat.

Pronóstico del Fenómeno El Niño para el verano 2019 es presentado en taller del IGP



Dr. Hernando Tavera, presidente ejecutivo del IGP brinda palabras de bienvenida en el taller "Fenómeno El Niño y los huaicos en Chosica".

Con el objetivo de difundir las investigaciones que se vienen desarrollando en el Instituto Geofísico del Perú (IGP) para mejorar el pronóstico del fenómeno El Niño y sus impactos, así como proporcionar herramientas a las autoridades para la toma de decisiones y contribuir a la gestión del riesgo de desastres en el Perú; el lunes 17 de diciembre, se desarrolló el taller "**Fenómeno El Niño y los huaicos en Chosica**", que se llevó a cabo en el auditorio principal del IGP en su sede Mayorazgo en Lima.

La inauguración del evento estuvo a cargo del Dr. Hernando Tavera, presidente ejecutivo del IGP, quien señaló que "... el IGP es parte fundamental del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), el cual fue creado el año 1977 y desde entonces viene participando activamente con los pronósticos del fenómeno El Niño".

El taller contó con la participación de la Ing. Rina Gabriel, representante de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú y en



Expertos del IGP y DHN durante la ronda de preguntas del taller "Fenómeno El Niño y los huaicos en Chosica".

representación del Comité Técnico ENFEN, presentó las "Perspectivas de las condiciones de El Niño para el próximo verano"; asimismo, el Lic. Jorge Reupo, asistente de investigación del IGP, el Dr. Danny Scipión, director científico del IGP y el Dr. Juan Carlos Gómez, director de Ciencias de la Tierra Sólida del IGP; con las ponencias: "Aportes del IGP para el pronóstico de El Niño", "Radares meteorológicos para medición de lluvias", "Modelado de huaicos en las quebradas de Quirio y Pedregal en Chosica", respectivamente.

Al taller asistieron estudiantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Universidad San

Ignacio de Loyola (USIL), Universidad Nacional Mayor de San Marco (UNMSM), Universidad Nacional San Agustín de Arequipa (UNSA), representantes de Indeci, Cenepred, DHN, Imarpe, Senamhi y ANA. Así como, regidores de la Municipalidad de Chosica y San Juan de Lurigancho.

Cabe destacar que el taller se realizó en el marco del Programa Presupuestal por Resultados N° 068 "Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres" - Producto: "Estudios para la estimación del riesgo de desastres". Actividad: "Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño."



Dra. Yamina Silva, investigadora científica del IGP, presenta los resultados del taller.

Resumen del Informe Técnico PP N° 068 / El Niño- IGP/2018-11

Advertencia: El presente informe sirve como insumo para la Comisión 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

El valor del Índice Costero El Niño (ICEN), basado en los datos de ERSSTv3 y el estimado con datos de OISSTv2 (ICENOI) indicaron que la condición climática para el mes de octubre en la costa peruana es Neutra (ICEN = 0,16 °C) (ICENOI = -0,06 °C). Los valores temporales del ICEN (ICENtmp) y el ICENOI (ICENOItmp) para los meses de noviembre y diciembre, también coinciden en mostrar condiciones Neutras y Cálidas Débiles, respectivamente. En lo que respecta al Pacífico Central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI) de la NOAA indica que en octubre de 2018 se tuvo una condición Cálida Débil (0,72 °C); según los estimados temporales, para el mes de noviembre la condición sería Cálida Moderada.

En base al análisis de los datos y resultados de los modelos numéricos, se espera que continúe la actividad de la onda Kelvin cálida hasta el mes de enero en el extremo oriental. Según el promedio de los siete modelos numéricos de NMME, inicializados con condiciones del mes de diciembre de 2018, se esperan condiciones Cálidas Débiles para el Pacífico oriental hasta el mes de junio de 2019.

En la región del Pacífico central ecuatorial, el promedio de los modelos de NMME continúan indicando condiciones Cálidas Moderadas entre los meses de diciembre de 2018 y marzo de 2019.

ÍNDICE COSTERO EL NIÑO

Utilizando los datos de Temperatura Superficial del Mar (TSM) promediados sobre la región Niño1+2; actualizados hasta el mes de noviembre de 2018 del producto ERSST v3b, 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 octubre de 2018 y cuyos valores se muestran en la Tabla 1. El valor de octubre corresponde a una condición Neutra.

| Año | Mes | ICEN (°C) | Condiciones |
|------|-----------|-----------|-------------|
| 2018 | Julio | -0.57 | Neutra |
| 2018 | Agosto | -0.35 | Neutra |
| 2018 | Setiembre | -0.18 | Neutra |
| 2018 | Octubre | 0.16 | Neutra |

Tabla 1. Valores recientes del ICEN (ERSST v3b).
(Descarga: <http://www.met.igp.gob.pe/datos/icen.txt>)

Según los valores del ICENtmp, se estima que en los meses de noviembre y diciembre de 2018 las condiciones serían del tipo Neutras y Cálidas Débiles, respectivamente. El ICEN de noviembre será confirmado cuando se disponga del valor de ERSSTv3 para el mes de diciembre de 2018.

DIAGNÓSTICO DEL PACÍFICO ECUATORIAL

Según los datos observados (IR, MW, OSTIA), en el Pacífico central las anomalías de la TSM diaria, se presentaron dentro de las condiciones cálidas débiles, manteniéndose en el orden de 1.0 a 1.2 °C, descendiendo a valores cercanos a 0.90 °C en los

primeros días del mes de diciembre. Para la región Niño 1+2, la anomalía de la TSM indicó valores entre 0.8 a 1.0 °C .

El promedio mensual de las anomalías de esfuerzo de viento zonal en el Pacífico central (160°E-160°W; 5°S-5°N), para el mes de noviembre, mostró anomalías del oeste próximo a su climatología; en la segunda y tercera semana de noviembre se observaron anomalías positivas intensas en el Pacífico oeste entre 130°E y 160°E y 2°S- 2°N, según los datos de ASCAT, en la quincena de diciembre se observó una anomalía de vientos del oeste alrededor de 150°E. La actividad convectiva en el Pacífico ecuatorial central y oriental, continúa alrededor de sus valores climatológicos. La inclinación de la termoclina ecuatorial muestra menor inclinación en relación a su promedio, y el contenido de calor mostró un cambio de tendencia, de negativa a positiva .

En la región Niño 1+2 , se puede observar, según la información de los flotadores ARGO, que las ondas Kelvin Cálidas han impactado la temperatura del mar, principalmente por debajo de la superficie, incrementando sus valores desde la superficie y 50 metros de profundidad, alcanzando anomalías entre 1° y 3°C. Además, según TAO y ARGO se observa la isoterma de 20°C con una tendencia a su climatología (95°W,2°S-2°N).

PRONÓSTICO A CORTO PLAZO CON MODELO DE ONDAS Y OBSERVACIONES

La onda Kelvin formada en octubre y noviembre por pulsos de viento del oeste arribaría, teóricamente

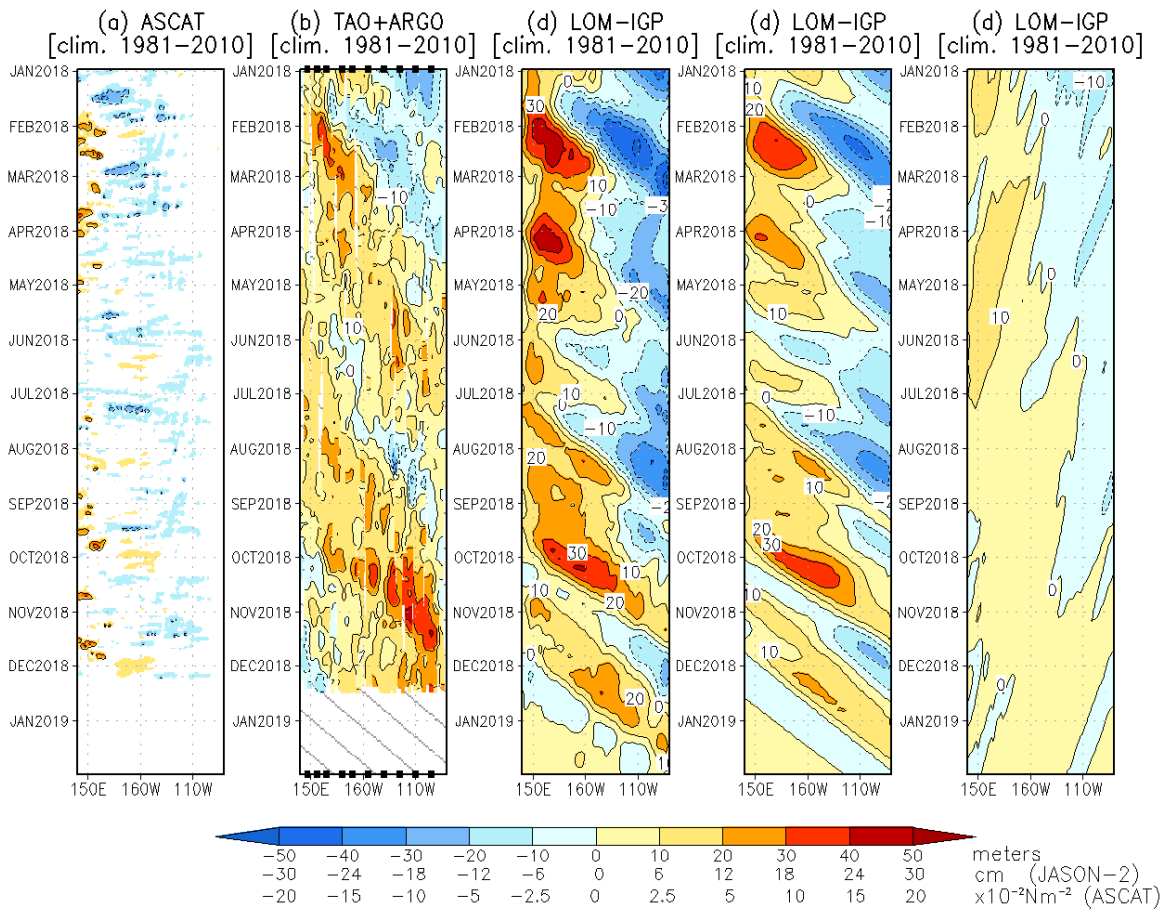


Figura 1. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARGO (b), diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda Kelvin (d) y finalmente diagrama de la onda Rossby, calculada con el modelo LOM-IGP (forzado por ASCAT, y tau=0 para el pronóstico). Las líneas diagonales representan la trayectoria de una onda Kelvin si tuviera una velocidad de 2.6 m/s. (Elaboración: IGP)

durante el mes de enero. Si bien, por el momento, tendría una intensidad no relevante, no se descarta que en su trayectoria hacia el continente americano sea reforzada por otros patrones de viento (Figura 1).

PRONÓSTICO ESTACIONAL CON MODELOS CLIMÁTICOS

Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), según los 7 modelos climáticos de NMME (CFSv2, GFDL_CMC2.1, GFDL_FLOR, NASA_GEOS5v2, NCAR_CCM4, CMC1 y CMC2), con condiciones iniciales del mes de diciembre, se indica, en promedio, condiciones Cálidas Débiles para el periodo que va entre diciembre de 2018 y junio de 2019, el modelo

NASA es el único modelo que indica condiciones Neutras para el próximo verano.

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los modelos de NMME inicializados en diciembre, el promedio de los 7 modelos indican condiciones Cálida Moderadas desde el mes de diciembre de 2018 hasta marzo de 2019 y condiciones Cálidas Débiles entre los meses de abril y junio .

CONCLUSIONES

1. El ICEN para octubre de 2018 fue de 0.16 (Neutro) y el ICENtmp para noviembre y diciembre fueron 0.39 (Neutro) y 0.59 (Cálida Débil). Usando OI mensual para el cálculo (ICENOI), los valores correspondientes

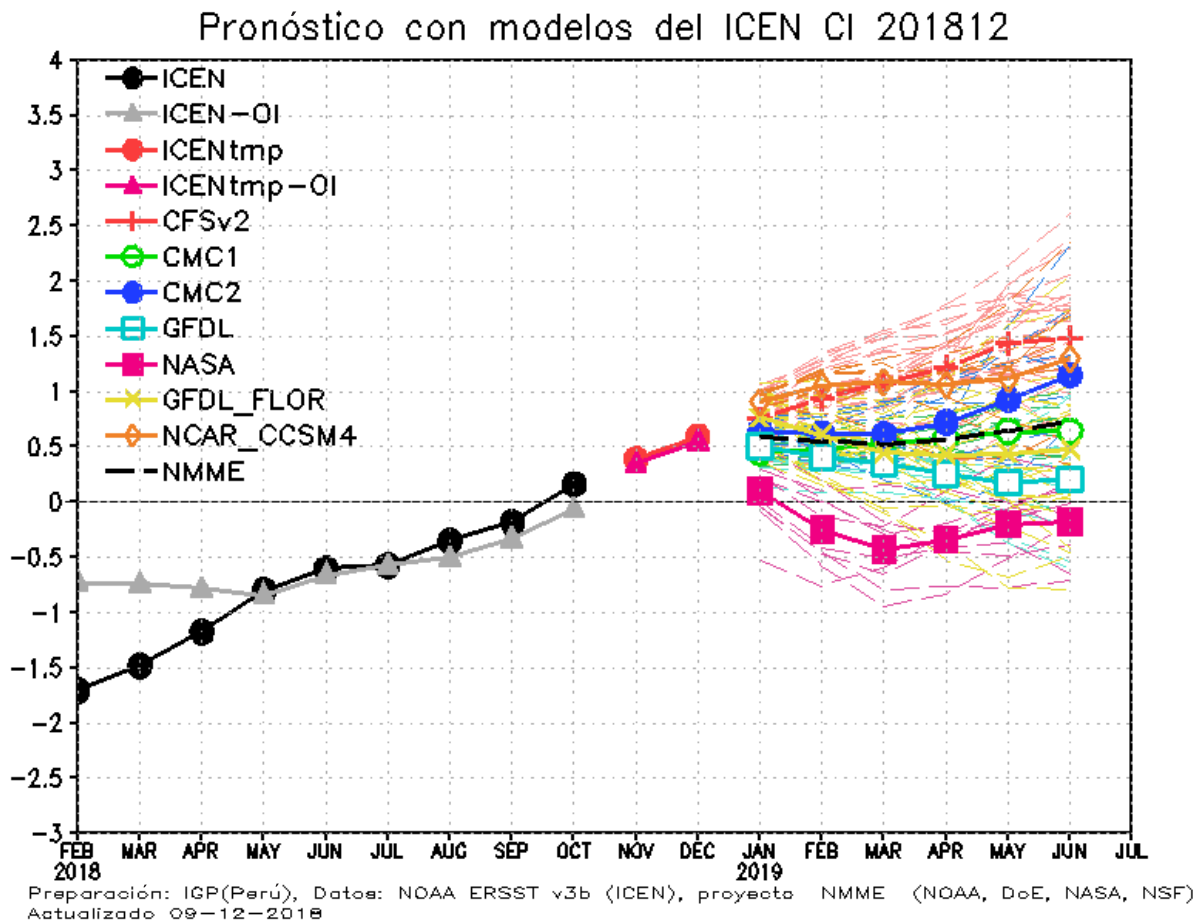


Figura 2. Índice Costero El Niño (ICEN, negro con círculos llenos) y su valor temporal (ICENtmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA_GEOS5v2 GFDL_FLOR y NCAR_CCSM4 tienen como condición inicial el mes de marzo de 2018. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).

son -0.06 (Neutro) , y los temporales para noviembre y diciembre son neutros y cálidos débiles 0.35 y 0.55, respectivamente.

2. En el Pacífico central, el ONI de setiembre (SON) es 0.72 y corresponde a condiciones Cálida Débil y el estimado para noviembre sería de condición Cálida Moderada. La ATSM en la región Niño 3.4, hasta la tercera semana del mes de noviembre es en promedio, 1.0°C.

3. Según TAO, durante el mes de noviembre, los vientos zonales mostraron, en la mayor parte del Pacífico Ecuatorial, un debilitamiento.

4. Según TAO y ASCAT, durante noviembre se observó un pulso de viento del oeste al oeste de la línea de cambio de fecha y a inicios del mes de diciembre se muestra un patrón débil del viento alrededor de la línea de fecha.

5. El patrón anómalo de convección ecuatorial, en lugares estratégicos, muestra valores cercanos a su valor climatológico

6. La termoclina ecuatorial muestra una inclinación menor a su promedio, y el contenido de calor mostró un cambio de tendencia, de negativa a positiva.

7. Los datos de altimetría satelital indican que existe un onda en camino hacia la costa americana, esta se ubicaría entre 160 y 120°W.

8. Según los modelos de ondas, los pulsos de viento observados en noviembre e inicios de diciembre se habrían proyectado en ondas Kelvin cálidas.

9. En la región Niño 1+2 se sigue observando, según la información de los flotadores ARGO, que las ondas Kelvin cálidas siguen impactando la temperatura del mar, principalmente por debajo de la superficie incrementando sus valores desde la superficie y 50 metros de profundidad, alcanzando valores de anomalía de entre 1 y 3 °C.

10. En el extremo oriental se espera que continúe la actividad de la onda Kelvin cálida hasta el mes de enero.

11. Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME en promedio indican condiciones Cálidas Débiles de enero a junio de 2019, el modelo NASA continua indicando condiciones más frías respecto a los otros 6 modelos.

12. Para el Pacífico central (Región Niño 3.4), el promedio de los modelos de NMME indican condiciones Cálidas Moderadas de enero a marzo de 2019 y condiciones cálidas Débiles de abril a julio de 2019.

BIBLIOGRAFÍA

Aparco, J., K, Mosquera y K, Takahashi. 2014. Flotadores Argo para el cálculo de la anomalía de la profundidad de la termoclina ecuatorial (Aplicación Operacional), Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Mayo, 1, 5.

Cravatte, S., W. S. Kessler, N. Smith, S. E. Wijffels, Ando, K., Cronin, M., Farrar, T., Guilyardi, E., Kumar, A., Lee, T., Roemmich, D., Serra, Y, Sprintall, J., Strutton, P., Sutton, A., Takahashi, K. y Wittenberg, A. 2016. First Report of TPOS 2020. GOOS- 215, 200 pp. [<http://tpos2020.org/first-report>]

DiNezio, P.2016. Desafíos en la predicción de La Niña, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, 3 (9), 4-8.

ENFEN 2012: Definición operacional de los eventos "El Niño" y "La Niña" y sus magnitudes en la costa del Perú. Nota Técnica ENFEN.

ENFEN 2015: Pronóstico probabilístico de la magnitud de El Niño costero en el verano 2015-2016. Nota Técnica ENFEN 02-2015.

Huang, B.,Thorne, P.W, Banzon, V. F., Boyer, T., Chepurin, G., Lawrimore, J. H., Menne, M. J., Smith, T. M., Vose, R. S., Zhang, H.-M. 2017. Extended Reconstructed Sea Surface Temperature version 5 (ERSSTv5): Upgrades, validations, and intercomparisons, J. Climate, doi: 10.1175/JCLI-D-16-0836.1

Kug, J.-S., Jin, F.-F., An, S.-I. 2009. Two types of El Niño events: Cold tongue El Niño and warm pool El Niño. J. Climate 22, 6, 1499-1515, doi:10.1175/2008JCLI2624.1.

Lavado-Casimiro, W., Espinoza, J. C. 2014. Impactos de El Niño y La Niña en las lluvias del Perú (1965-2007), Revista Brasileira de Meteorologia, 29 (2), 171-182.

Meehl, G., Hu A, Teng H. 2016. Initialized decadal prediction for transition to positive phase of the Interdecadal Pacific Oscillation. *Nature Communications*, doi: 10.1038/ncomms11718

Morera, S. B., Condom, T., Crave, A., Steer, P., and Guyot, J. L. 2017. The impact of extreme El Niño events on modern sediment transport along the western Peruvian Andes (1968-2012). *Scientific Reports*, v. 7, No. 1, p. 11947 DOI:10.1038/s41598-017-12220-x.

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

Mosquera, K., B. Dewitte y P. Lagos. 2010. 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, julio-diciembre de 2010*, p. 55.

Mosquera, K. 2014. Ondas Kelvin oceánicas y un modelo oceánico simple para su diagnóstico y pronóstico, *Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño"*, Instituto Geofísico del Perú, Enero, 1, 1, 4-7

Reupo, J., y Takahashi, K. 2014. Validación de pronósticos con modelos globales: Correlaciones de TSM (1982-2010). *Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño"*, Instituto Geofísico del Perú, Enero, 1, 1, 8-9.

Sulca, J., Takahashi, K., Espinoza, J.C., Vuille, M. and Lavado-Casimiro, W. 2017. Impacts of different ENSO flavors and tropical Pacific convection variability (ITCZ, SPCZ) on austral summer rainfall in South America, with a focus on Peru. *Int. J. Climatol.* Doi:10.1002/joc.5185

Takahashi, K. 2017. Verificación de los pronósticos probabilísticos de El Niño y La Niña costeros. *Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el*

pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, 4 (8), 8-9.

Takahashi, K., Martínez, A. G. 2016. The very strong El Niño in 1925 in the far- eastern Pacific. *Climate Dynamics*, doi: 10.1007/s00382-017-3702-1.

Thoma, M., Greatbatch, R., Kadow, C., Gerdes, R. 2015. Decadal hindcasts initialized using observed surface wind stress: Evaluation and prediction out to 2024. *Geophys. Res. Lett.* doi:10.1002/2015GL064833

Comunicado oficial ENFEN



COMISIÓN MULTISECTORIAL ENCARGADA DEL
ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO "EL NIÑO" - ENFEN

COMUNICADO OFICIAL ENFEN N°15-2018
Estado del sistema de alerta: Vigilancia de El Niño

La Comisión Multisectorial ENFEN mantiene el estado de vigilancia de El Niño debido que persisten condiciones favorables para su desarrollo. Para el verano 2018-2019, estima el desarrollo de un evento El Niño en el Pacífico Oriental (Niño 1+2), que incluye la costa norte del Perú, con la probabilidad de 73 % de ocurrencia (61 % en la magnitud de El Niño débil); en tanto que, para el Pacífico central la probabilidad de ocurrencia de 88 % (57 % en la magnitud de El Niño débil). Asimismo, en la costa norte de Perú se prevé como escenario más probable la ocurrencia de lluvias dentro del rango normal a superior, más no extraordinarias como en los años 1983, 1998 o 2017.

Se espera que, entre diciembre 2018 y febrero de 2019 arriben ondas Kelvin cálidas en el Pacífico ecuatorial oriental, contribuyendo éstas a incrementar las anomalías positivas de la temperatura del mar, del aire y nivel del mar en la costa norte de Perú.

La Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) se reunió para analizar la información de las condiciones atmosféricas, oceanográficas, biológico- pesqueras e hidrológicas actualizadas hasta el 12 de diciembre de 2018.

En el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) la anomalía de la temperatura superficial del mar de la primera semana de diciembre fue similar al mes de noviembre (+1°C); mientras que, en el extremo oriental (Niño 1+2) que incluye la costa norte del Perú presentó un ligero incremento de +0,7°C a +0,8°C.

El Índice Costero El Niño (ICEN¹) de octubre correspondió a condiciones neutras. El ICEN temporal de noviembre presenta una tendencia a condiciones cálidas débiles; sin embargo, aún en el rango de neutro. (Figura 2)

Las anomalías de los vientos zonales oeste y este en los niveles bajos y altos de la atmosfera respectivamente, para el mes de diciembre con relación al mes anterior, en el Pacífico ecuatorial central, se intensificaron, esto posiblemente asociadas al paso frecuente de la Oscilación Madden-Julian², pero no como resultado del acoplamiento entre el océano y atmósfera, propio de El Niño Oscilación Sur (ENOS).

En el océano Pacífico ecuatorial central, entre 160°W y 120°W, a través de las ligeras anomalías de nivel del mar y la termoclina, se evidencia la presencia de una onda Kelvin cálida; ésta se habría formado por pulsos de viento del oeste que se desarrollaron a fines de octubre. Así mismo, un nuevo pulso del viento del oeste en la región occidental, que se desarrolló en la segunda quincena de noviembre, ha proyectado otra onda Kelvin cálida que se encuentra entre

180° y 160°W; esta onda, de acuerdo a modelos numéricos, se fortalecería debido al debilitamiento de los vientos alisios que se desarrollaron a inicios de diciembre.

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó durante noviembre una configuración zonal con una proyección al noroeste de su posición habitual, predominando anomalías positivas de presión frente a la costa norte de Perú. En los primeros diez días de diciembre, a diferencia del mes anterior, el APS se ubicó al sur de su posición habitual contribuyendo en el debilitamiento del viento costero a lo largo del litoral, lo cual mantuvo una correspondencia con la extensión de anomalías positivas de la temperatura superficial del mar frente a la costa sur.

Las anomalías de las temperaturas máximas y mínimas del aire aumentaron en el mes de noviembre a lo largo de la costa peruana, no obstante, hasta el 10 de diciembre, en promedio, se observó una tendencia hacia la normalización de la temperatura mínima, principalmente en la región norte. (Cuadro 1a y 1b).

Frente a la costa del Perú, en los primeros días de diciembre la temperatura superficial del mar manifestó condiciones cálidas con anomalías positivas, principalmente en la zona norte. Así mismo, entre Punta Falsa y Chimbote se evidenció el ingreso de aguas oceánicas hacia la zona costera, incrementándose las anomalías positivas de temperatura.

¹ ICEN corresponde a la región Niño 1+2.

² Oscilación Madden Julian. es una onda atmosférica ecuatorial de sentido oeste - este, asociada a nubosidad, lluvia, vientos y presión que circula el planeta a través del trópico y retorna hacia su posición inicial entre 30 a 60 días, en promedio.



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ



Por otro lado, el nivel del mar también disminuyó sus anomalías hasta valores cercanos a niveles normales.

Dentro de las 100 millas frente a las costas de Paita y Chicama, en noviembre la temperatura del mar presentó anomalías positivas (mayores a 1 °C) en la capa superior de 300 metros de la columna de agua. Frente a Paita se evidenció el ingreso de aguas ecuatoriales superficiales de alta temperatura y baja salinidad. En las últimas dos semanas frente a Paita y Chicama (10 millas de la costa), se continuó evidenciando el paso de la onda Kelvin. En el caso de Paita con anomalías de +2 °C en promedio, en los primeros 80 metros de la columna de agua.

Las caudales de los ríos de la costa se encuentran por debajo de sus valores normales, excepto el río Chancay-Lambayeque, cuyos caudales superan el valor promedio. Las reservas hídricas de los principales embalses de la costa norte y sur vienen operando en promedio al 46 % y 41 % de su capacidad hidráulica, respectivamente.

La clorofila-a (indicador de la producción del fitoplancton), en diciembre, presentó anomalías negativas menores a -1,0 mg.m-3 al norte de Chicama y núcleos importantes entre Chimbote y Callao y al sur de San Juan con valores mayores a 2,0 mg.m-3. La anchoveta, durante noviembre se distribuyó dentro de las 40 millas, al sur de Chicama. Con relación a otras especies, se identificaron como indicadores de aguas cálidas, el barrilete, melva, bonito y agujilla en zonas cercanas a costa; además se identificó a la múnida restringida en la franja costera, como indicador de aguas frías. Los cardúmenes de anchoveta, desde noviembre se ubican a mayor profundidad con relación a su patrón, debido a la presencia de condiciones cálidas en la zona norte y el paso de ondas Kelvin cálidas a lo largo de la zona costera.

En las zonas productoras de mango las temperaturas mínimas durante noviembre y diciembre registraron descensos térmicos, retrasando el crecimiento de los frutos, estimándose el inicio de las cosechas entre la última semana de diciembre 2018 y la primera quincena de enero del 2019.

PERSPECTIVAS

Entre diciembre y febrero, se espera que se mantengan las anomalías positivas de la temperatura del mar, del aire y nivel del mar en la costa norte del Perú, debido al arribo de ondas Kelvin cálidas.

Para el próximo verano, en el Pacífico oriental (Niño 1+2), que incluye la costa norte del Perú, en promedio, los modelos climáticos continúan indicando condiciones cálidas débiles. Mientras que, para el Pacífico central (Niño 3.4), estos mismos modelos indican condiciones cálidas moderadas.

La Comisión Multisectorial ENFEN, en base a la información disponible de las agencias internacionales y su propio monitoreo y análisis, estima para el Pacífico Oriental (Niño 1+2), una probabilidad de 73 % de la ocurrencia de El Niño (61 % en la magnitud de Niño débil, seguida de 27 % para la condición neutra) (Tabla 1). Para la región Pacífico ecuatorial

central, se estima una probabilidad de 88 % de la ocurrencia de El Niño (57 % en la magnitud de El Niño débil, seguida de una magnitud moderada del 30 %) para el verano 2018-2019 (Tabla 2).

Considerando las probabilidades anteriormente descritas para el verano 2018-2019, de acuerdo con esta evaluación, en la costa norte de Perú se prevé como escenario más probable la ocurrencia de lluvias dentro del rango normal a superior, más no extraordinarias como en los años 1983, 1998 o 2017. Sin embargo, las entidades competentes deberán considerar la vulnerabilidad para la estimación de riesgo y adoptar las medidas que correspondan.

La Comisión Multisectorial ENFEN mantiene el Estado del sistema de alerta: vigilancia de El Niño2, durante el cual continuará monitoreando e informando sobre la evolución de las condiciones actuales y actualizando las perspectivas quincenalmente. La emisión del próximo comunicado ENFEN será el día 04 de enero del 2019.

Callao, 14 de diciembre del 2018

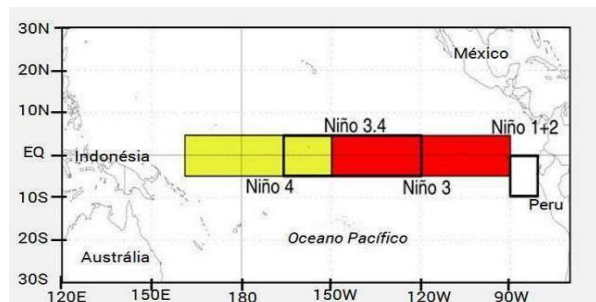


Figura 1. Áreas de monitoreo, Región Niño 3.4 (5°N-5°S / 170°W-120°W) y Región Niño 1+2 (0°-10°S / 90°W-80°W) Fuente: NOAA.

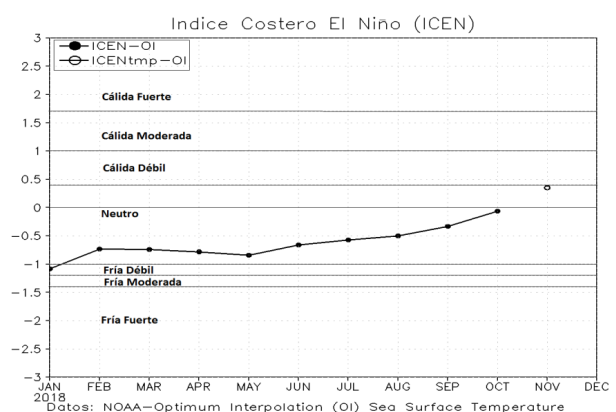


Figura 2. Serie del Índice Costero El Niño (ICEN), para el año 2018. Fuente: Datos: OISST.V2/NCEP/NOAA, Gráfico IGP




Instituto Geofísico del Perú


Calle Badajoz 169, 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

 https://www.youtube.com/c/igp_videos

En el marco del:



EL PERÚ PRIMERO