



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Instituto  
Geofísico del Perú - IGP



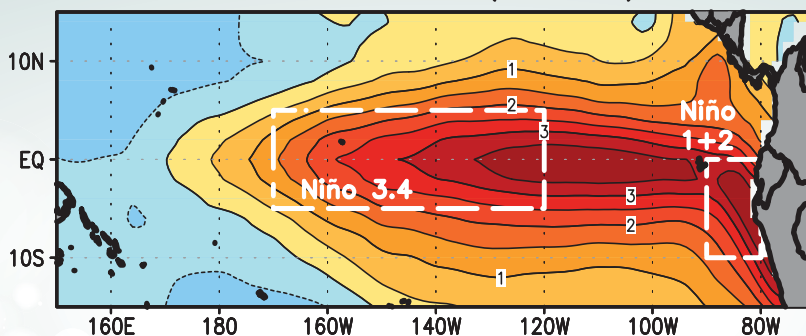
Programa Presupuestal por Resultados N° 068: "Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres" Producto: "Entidades informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño"

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

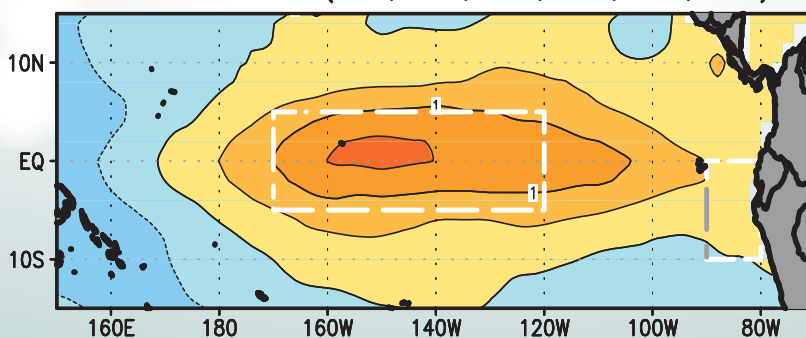
Boletín Técnico

ATSM en fase "madura" (diciembre-febrero)

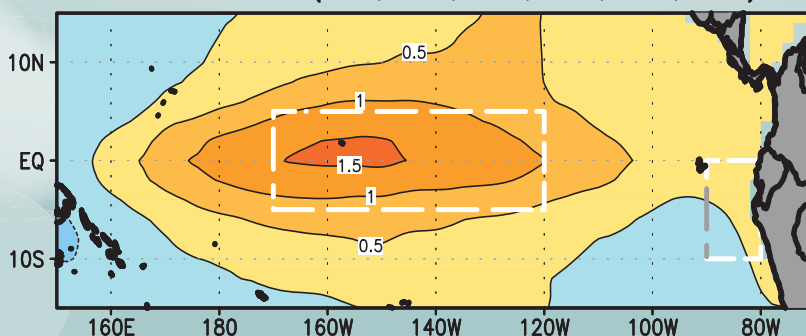
El Niño "Extraordinario" (1982, 1997)



El Niño "Canónico" (1951, 1953, 1957, 1965, 1969, 1972)



El Niño "Modoki" (1977, 1990, 1994, 2002, 2004, 2009)



## Variedades de El Niño

En el Perú, el Fenómeno El Niño generalmente se asocia a inundaciones en la costa y además, como algunos saben, está relacionado a una corriente cálida. Sin embargo, en años recientes ha surgido confusión, incluso entre especialistas, sobre a qué llamar El Niño. Esto se debe principalmente a que el concepto de El Niño que manejan el Perú y el resto del mundo no es el mismo, y a que en la última década estas nociones no han coincidido. Es entonces de interés de aquellos afectados por El Niño el entender cómo los conceptos evolucionan y a qué se refieren según quién los utilice.

## Corriente del Niño y Fenómeno El Niño

La primera descripción de un evento El Niño fue realizada por Luis Carranza en 1891, refiriéndose a los sucesos de ese mismo año:

*"... en el verano pasado se observó en la zona de Paíta y Pacasmayo una corriente de norte á sud contraria á la gran corriente polar que baña constantemente nuestro litoral (...) La contra-corriente cálida del golfo de Guayaquil, produjo sin duda una evaporación anormal y excesiva en las aguas del mar de nuestro litoral, arrojando ese excedente de humedad atmosférica al suelo de nuestra costa, en forma de nubes tempestuosas, que ocasionaron las grandes inundaciones de abril y mayo."*

Esto resume la esencia del concepto peruano sobre el fenómeno, ya que al escuchar el término "El Niño" los peruanos automáticamente piensan en calor e inundaciones en la costa.

El bautizo de la corriente como "Corriente del Niño" lo hizo posteriormente Camilo Carrillo (1892), quien dijo que:

*"Los marinos paites que navegan frecuentemente cerca de la costa y en embarcaciones pequeñas, ya al norte ó al sur de Paíta, conocen esta corriente y la denominan corriente del Niño, sin duda porque ella se hace mas visible y palpable después de la Pascua de Navidad"*

Aparentemente, esta corriente se presentaba todos los años después de Navidad, pero normalmente en forma muy débil. Sin embargo, los eventos que resultaban en lluvias sustanciales eran más inusuales. Posteriormente, el estudio de Eguiguren (1894) muestra que las lluvias abundantes se presentaban cada seis años en promedio en la costa norte. Es interesante notar que Eguiguren



**Ph. D. Ken Takahashi Guevara**  
Investigador Científico del  
Instituto Geofísico del Perú

*Ph. D. en Ciencias Atmosféricas de la University of Washington, Seattle, EEUU y Físico de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Actualmente es investigador científico en el Instituto Geofísico del Perú, donde está a cargo del área de Investigación en Variabilidad y Cambio Climático, y representa al IGP en el Comité Técnico del ENFEN. Además, es investigador principal del proyecto "Impacto de la Variabilidad y Cambio Climático en el Ecosistema de Manglares de Tumbes". Recientemente su investigación está enfocada en entender las condiciones que favorecen la ocurrencia de eventos El Niño extremos, los procesos de interacción entre el océano y atmósfera, identificar la variabilidad a escala decadal en el Pacífico sureste.*

calificaba a los años lluviosos como "buenos", ya que estos traían agua muy necesaria al desierto.

El fenómeno recién se hizo generalmente conocido por la comunidad científica internacional gracias al artículo de Murphy (1926) sobre el evento El Niño de 1925 (Cushman, 2004), uno de los más intensos registrados en cuanto a sus impactos en nuestra costa. Robert C. Murphy, ornitólogo que trabajaba para la Compañía Administradora del Guano, registró al detalle este evento. Además de las altas temperaturas y las lluvias, también documentó los impactos sobre el ecosistema marino, como la desaparición del plancton y de los peces típicos, y la enfermedad y muerte extensa de aves guaneras. Este artículo fue el que dio origen al concepto de "Fenómeno El Niño", con la frase:

*"El Niño, la contracorriente cálida, es un fenómeno bien conocido en las aguas del norte del Perú..."*

## El Niño-Oscilación Sur

En las décadas de los 20 y 30, Sir Gilbert Walker estuvo a cargo del servicio meteorológico de la India, donde la principal preocupación relacionada al clima era cómo se desarrollaría cada año el monzón (o sea, las lluvias estacionales asociadas a vientos del Océano Índico). Walker recopiló datos climáticos de todo el mundo y buscó variaciones que pudieran tener relación con el monzón, lo cual le permitió identificar varios patrones de variabilidad climática. Uno de estos lo denominó "Oscilación Sur", caracterizado por variaciones opuestas de presión atmosférica entre el Pacífico central-oriental y el Pacífico occidental-Índico.

# Variedades de El Niño

Takahashi K.

En 1929, el meteorólogo H. P. Berlage se enteró de los trabajos de Murphy y Eguiguren y notó la relación entre El Niño y la Oscilación Sur, despertando el interés a nivel internacional para este fenómeno (Cushman, 2004). Sin embargo, la explicación del vínculo entre las variaciones oceánicas (El Niño) y las atmosféricas (Oscilación Sur) se dio recién cuarenta años después con el trabajo de Jakob Bjerknes (1969), quien propuso el proceso de interacción océano-atmósfera que hoy lleva su nombre. A raíz de este trabajo, se reconoció la existencia de un fenómeno que depende en forma esencial de la interacción entre el océano y la atmósfera y al que se le empezó a llamar "El Niño-Oscilación Sur" (ENOS, o ENSO en inglés).

## El Niño "Canónico"

Rasmusson y Carpenter publicaron en 1982 un estudio que describía la evolución temporal "típica" de un evento El Niño. En este estudio, compilaron datos de seis eventos y, aprovechando que sus diferentes fases tendían a ocurrir en las mismas estaciones del año, presentaron la evolución de un Niño promedio. Este evento "típico" se iniciaba con la fase "pico" que correspondía a un calentamiento anómalo en la costa del Perú entre marzo y mayo (Figura 1, panel medio). A medida que evolucionaba, ese calentamiento se desplazaba hacia el oeste, de manera que en el verano

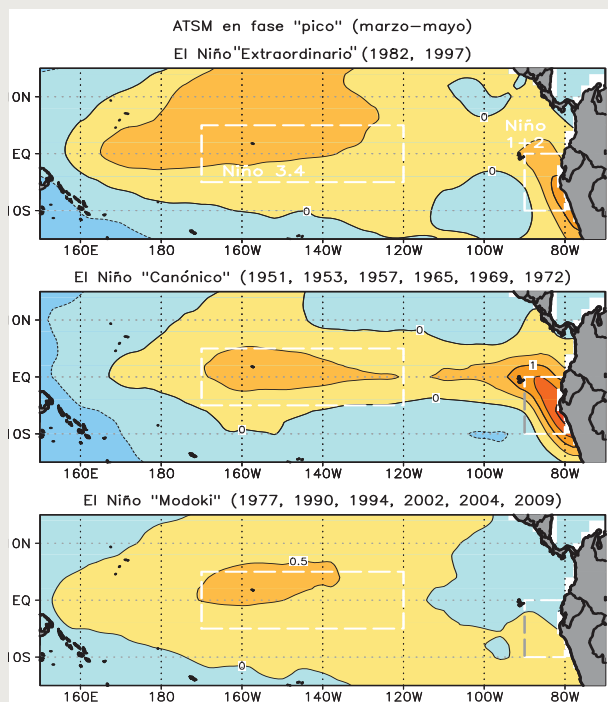


Figura 1. Patrones de anomalía de temperatura superficial del mar (°C) en la fase "pico" (marzo-mayo) para diferentes variedades de eventos El Niño: "extraordinarios" (Takahashi et al., 2011), "canónicos" (Rasmusson y Carpenter, 1982) y "modoki" o "de piscina cálida" (Kug et al., 2009). Se indica el año de los eventos promediados. Nota: en 1982 no hubo calentamiento en la costa durante esta fase, el observado en el promedio se debe solo al año 1997.

siguiente (diciembre-febrero) las condiciones "maduras" se caracterizaban por calentamiento máximo en el Pacífico central-oriental, pero relativamente menor en la costa de Perú (Figura 2, panel medio).

Una ventaja desde el punto de vista práctico es que las variaciones de gran escala de El Niño (o sea, la fase "madura") se podían anticipar si se observaba la anomalía en temperatura superficial asociada a la fase "pico" precursora. Mark Cane (1983) dio el nombre de "canónico" a este evento compuesto El Niño con propagación hacia el oeste.

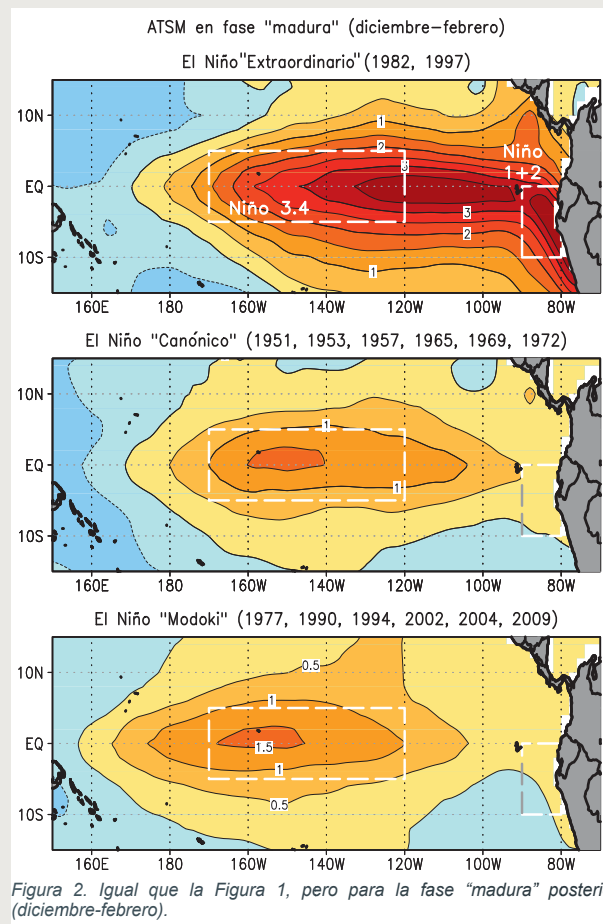


Figura 2. Igual que la Figura 1, pero para la fase "madura" posterior (diciembre-febrero).

## El Niño "Extraordinario"

Desafortunadamente, mientras Rasmusson y Carpenter publicaban su estudio, mientras Rasmusson y Carpenter publicaban su estudio, ese mismo año 1982 se inició el evento El Niño más intenso observado hasta entonces, pero ¡su evolución fue distinta a la "típica"! La falta de una fase "pico" precursora, con calentamiento frente a la costa del Perú, combinada con limitadas mediciones oceanográficas y problemas con los datos satelitales

asociados a la erupción del volcán Chichón, impidieron que la comunidad científica internacional se diera cuenta de lo que estaba ocurriendo hasta que el evento se manifestó en toda su magnitud (Wallace et al., 1998).

La situación fue distinta quince años después cuando se desarrolló El Niño 1997-98 (tan fuerte como el de 1982-83), porque esta vez ya se contaba con las boyas TAO/TRITON que monitorizaban el Pacífico ecuatorial, con los modelos de pronóstico climático, y con un entendimiento científico bastante más profundo. En este caso existían información y pronósticos que permitieron que en Perú se tomaran medidas de prevención con varios meses de anticipación (Zapata y Sueiro, 1999). Sin embargo, el fenómeno fue tan intenso que los daños totales se estima que fueron equivalentes al 4.5% del producto bruto interno del país (CAF, 2000).

Estos dos eventos fueron tan impactantes (Figura 2, panel superior) que quedaron grabados permanentemente en la memoria de aquellos que los experimentaron. Debido a esto, el término “El Niño” se convirtió en sinónimo de catástrofe para muchos. Sin embargo, hay que recordar que dichos eventos fueron muy inusuales y que en su gran mayoría los fenómenos El Niño son bastante más débiles (y los años en los cuales se registran eventos El Niño débiles ahora podrían considerarse “buenos”).

## El Niño “Modoki”

Entre el año 1999 y la actualidad, los eventos El Niño han presentado una variabilidad de la temperatura superficial más enfocada en el Pacífico central, con relativamente poca señal en nuestra costa. A este tipo de fenómenos se les está dando una diversidad de nombres, donde quizás el más pegajoso es el de “Niño Modoki” (Ashok et al., 2007), donde *modoki* es una palabra que aproximadamente significa “falso”. Otros nombres son “El Niño del Pacífico central”, “El Niño de la piscina cálida” o “El Niño de la línea de cambio de fecha” (ver Takahashi et al., 2011 para más referencias).

## Distinguiendo entre tipos de El Niño

Es importante notar que muchos centros científicos internacionales definen El Niño/La Niña según las temperaturas superficiales en el Pacífico central, particularmente en la región llamada Niño 3.4. Este índice, introducido por la NOAA de los EEUU (Barnston et al., 1997), no es un mejor indicador del Fenómeno El Niño como es conocido en Perú, sino que: i) se relaciona mejor con fluctuaciones atmosféricas de gran escala como la Oscilación Sur, y ii) tiene mejor relación con los impactos a escala global (incluyendo los Andes). Sin embargo, para

los impactos en la costa peruana, un mejor índice (aunque no necesariamente “el mejor”) es la región Niño 1+2. Mientras el comportamiento de los dos índices sea similar, no es crítico distinguir entre ellos, pero en la década más reciente no ha sido el caso (Figura 3). Usando el Índice Costero El Niño (ICEN) basado en Niño 1+2, el ENFEN de Perú identificó en el año 2012 un evento El Niño débil en la costa, mientras que el resto del mundo esperaba un evento El Niño en el Pacífico central que no se materializó. Por otro lado, El Niño 2009-10 fue uno de los más intensos registrados en el Pacífico central, pero en nuestra costa solo se sintió en forma débil.

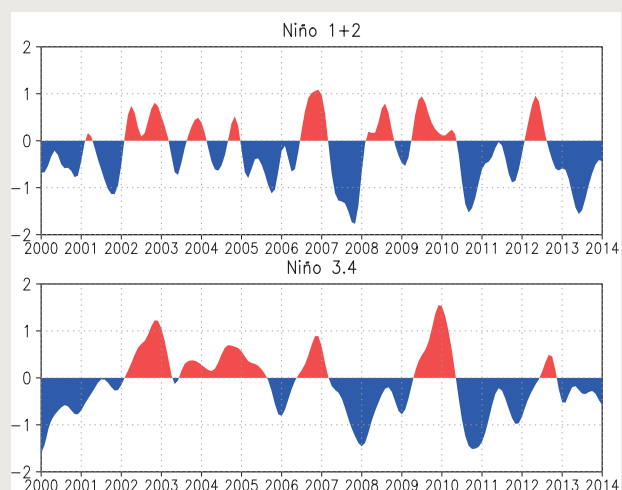


Figura 3. Índices de anomalía de temperatura superficial del mar (°C) frente a Sudamérica (Niño 1+2) y Pacífico central (Niño 3.4) desde el año 2000 al presente.

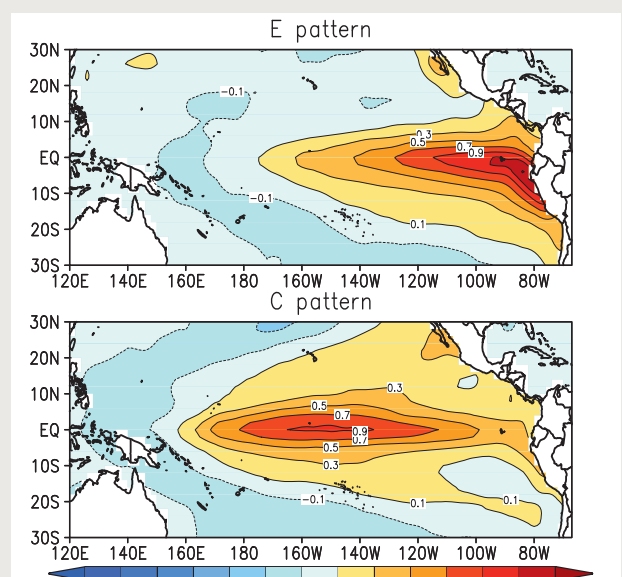


Figura 4. Patrones de anomalía de la temperatura superficial del mar (°C) correspondientes a un valor unitario de los índices E (arriba) y C (abajo).

El estudio de Takahashi y coautores (2011) muestra que con dos índices se puede describir la mayor parte de la variabilidad de temperatura superficial interanual en el Pacífico ecuatorial. Ellos definen dos índices, *E* y *C*, que corresponden a anomalías en el Pacífico este y centro, respectivamente (Figura 4). La ventaja sobre otros índices convencionales (ej. Niño 1+2 y 3.4) es que *E* y *C* no tienen correlación lineal entre sí (se basan en “componentes principales”), lo cual les permite separar la variabilidad propia y exclusiva de las dos regiones. En la Figura 5 se muestran estos índices para diciembre-febrero, cuando se da la fase “madura” de El Niño. Como es de esperarse, los eventos tipo “*modoki*” tienen un poco más señal en *C* que en *E* en comparación con los eventos “canónicos”. Sin embargo, los eventos “extraordinarios” claramente escapan a la distribución regular, mostrando un valor mucho mayor en *E*. Esto llevó a Takahashi et al. (2011) a postular que dichos eventos posiblemente involucren procesos físicos distintos a los demás. Dada la importancia de estos eventos por sus impactos, este es un tema prioritario de investigación para el Perú.

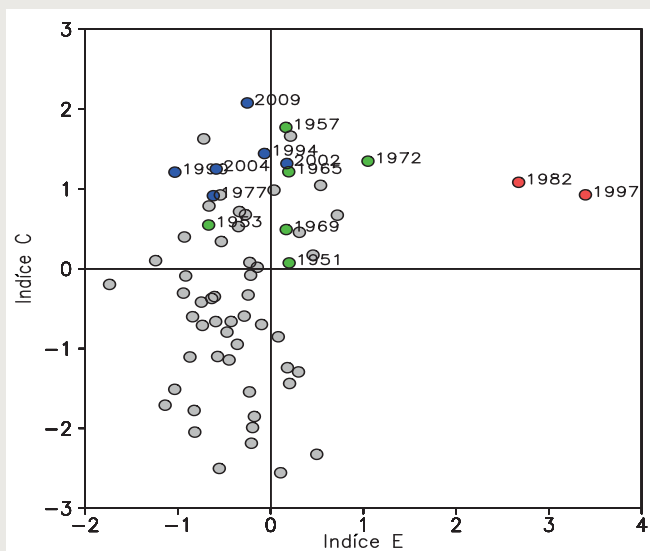


Figura 5. Gráfico de dispersión de los índices *E* y *C* para diciembre-febrero. Se indican los eventos El Niño “extraordinario” (rojo), “canónico” (verde) y “*modoki*” (azul) de las figuras 1 y 2.

## Referencias

- Ashok, K., Behera, S. K., Rao, S. A., H. Weng, and T. Yamagata (2007), *El Niño Modoki and its possible teleconnection*, *J. Geophys. Res.*, 112, C11007, doi:10.1029/2006JC003798.
- Barnston, A. G., Chelliah, M., Goldenberg, S. B., 1997: *Documentation of a highly ENSO-related SST region in the equatorial Pacific: Research note*, *Atmosphere-Ocean*, 35:3, 367-383, doi:10.1080/07055900.1997.9649597.
- Bjerknes, J., 1969: *Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific*, *Mon. Wea. Rev.*, 97 (3), 163-172.
- Cane, M. A., 1983: *Oceanographic events during El Niño*, *Science*, 222 (4629), 1189-1195.
- Carranza, L., 1891: *Contra-corriente marítima, observada en Paita y Pacasmayo*, *Bol. Soc. Geogr. Lima*, 1 (9), 344-345.
- Carrillo, C. N., 1892: *Hidrografía oceánica*, *Bol. Soc. Geogr. Lima*, 2, 72-110.
- Corporación Andina de Fomento, 2000: *El Fenómeno El Niño 1997-1998. Memoria, retos y soluciones, Volumen V: Perú*.
- Cushman, G. T., 2004: *Enclave Vision: Foreign networks in Peru and the internationalization of El Niño research during the 1920s*, *History of Meteorology*.
- Eguiguren, V., 1894: *Las lluvias en Piura*, *Bol. Soc. Geogr. Lima*, 4, 241-258.
- Kug, J. S., Jin, F. F., and 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.
- Murphy, R. C., 1926: *Oceanic and climatic phenomena along the west coast of South America during 1925*, *Geographical Review*, 16 (1), 26-54.
- Rasmusson, E. M., Carpenter, T. H., 1982: *Variations in tropical sea surface temperature and surface wind fields associated with the Southern Oscillation/El Niño*, *Mon. Wea. Rev.*, 110, 354-384.
- Takahashi, K., Montecinos, A., Goubanova, K., Dewitte, B., 2011: *ENSO regimes: Reinterpreting the canonical and Modoki El Niño*, *Geophys. Res. Lett.*, doi:10.1029/2011GL047364.
- Wallace, J.M., Rasmusson, E.M., Mitchell, T.P., Kousky, V.E., Sarachik, E.S., von Storch, H., 1998: *On the structure and evolution of ENSO-related climate variability in the tropical Pacific: Lessons from TOGA*. *J. Geophys. Res.*, 103 (C7), 14241-14259.
- Zapata Velasco, A., Sueiro, J. C., 1999: *Naturaleza y política: el gobierno y el fenómeno del Niño en el Perú, 1997-1998*, IEP/CooperAcción.