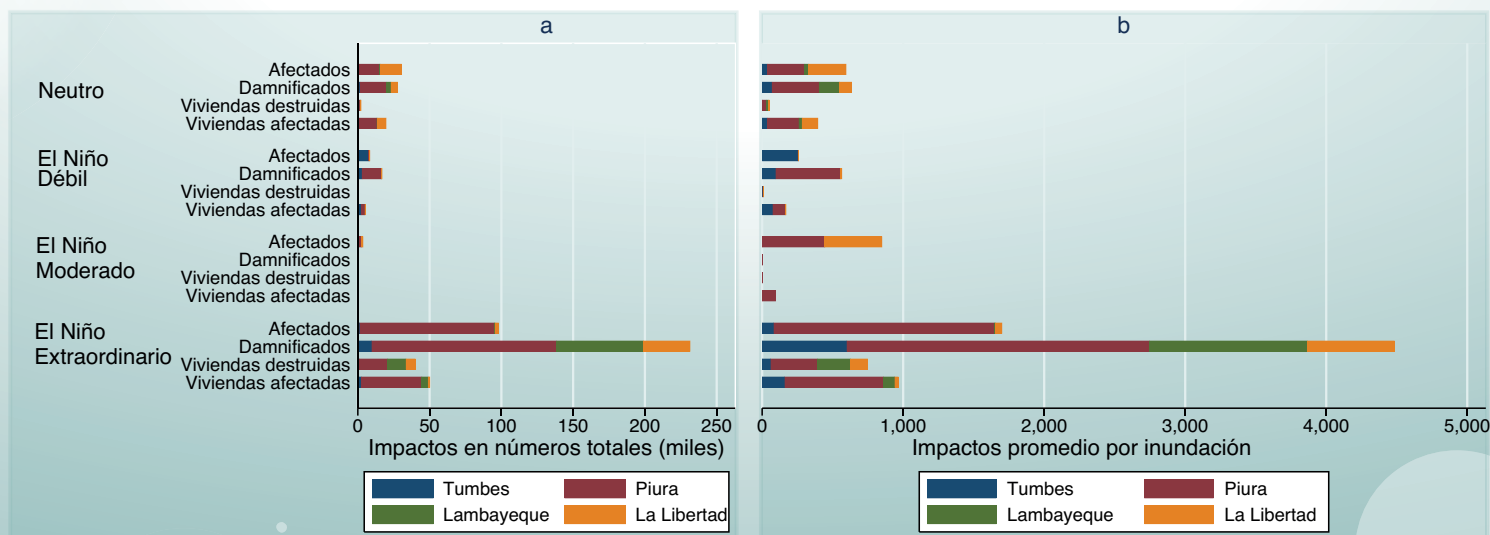


Programa Presupuestal por Resultados N° 068: "Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres" Producto: "Entidades informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño"

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

Boletín Técnico

Daños personales y materiales por inundaciones en temporada de lluvias, según las categorías El Niño costero en el norte peruano 1994 - 2012



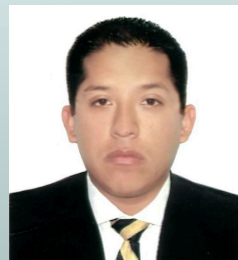
Impactos económicos de El Niño costero en el sector vivienda a causa de inundaciones en la costa norte del Perú

Las inundaciones en el mundo

Las inundaciones representan aproximadamente el 50% de los desastres naturales no biológicos que ocurren en el mundo (Guha-Sapir, 2011), asimismo, son responsables del 85% de las personas afectadas y 3% de fallecidos por desastres naturales (CRED, 2011). Por lo tanto, al producirse, un hecho de esta naturaleza trae como consecuencia lamentables y cuantiosos decesos, miles de damnificados y significativas pérdidas económicas que, como efecto añadido, generan reducción en la calidad de vida y obstaculizan el desarrollo sostenible del país (INDECI, 2010).

Tipos de El Niño y sus impactos en el Perú

El Fenómeno El Niño es un evento natural asociado a la variabilidad interanual en el océano Pacífico Tropical generalmente, pero no siempre, relacionado a inundaciones en la costa peruana cuando el mar costero se calienta (Woodman y Takahashi, 2014), aunque el calentamiento en el Pacífico Central puede suprimir la lluvia en las partes altas de las cuencas (Lavado y Espinoza, 2014). Dado que eventos El Niño pueden diferir bastante entre sí, se ha empezado a distinguir entre tipos o variedades de este fenómeno según dónde ocurre el calentamiento y su magnitud (Takahashi, 2014). Por esto, el Comité Multisectorial para el Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) utiliza operativamente dos índices y dos definiciones de El Niño con la finalidad de distinguir lo que ocurre en el Pacífico Central (región Niño 3.4) y cerca de la costa de Sudamérica (Índice Costero El Niño, o ICEN, basado en la región Niño 1+2; ENFEN 2012; Takahashi y Reupo, 2014).



Lic. Ricardo Machuca Breña
Analista económico del
Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental

Lic. en Economía de la Universidad Nacional del Callao, con cursos de especialización en evaluación de impactos económicos-sociales y ambientales, econometría aplicada a la investigación y valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos. Asimismo, domina diversos paquetes estadísticos – econométricos especializados. Actualmente labora en el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), donde se desempeña como analista económico. Desde 2011 ha participado en diversos estudios de valoración económica de impactos ambientales y en estudios de valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos.

Reportes de emergencias por inundaciones durante la presencia de El Niño costero en temporada de lluvias en la costa norte

Desde 1994 hasta la actualidad, el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) emite anualmente compendios de las estadísticas de las emergencias producidas en el Perú¹, en los cuales se puede encontrar información detallada sobre el número de los daños personales (afectados, damnificados, etc.) y materiales (viviendas afectadas, viviendas destruidas) por cada emergencia ocurrida a nivel nacional, así como el lugar donde ocurrieron los eventos.

A partir de estos compendios, Machuca (2014) pudo extraer y sistematizar información sobre damnificados, afectados, viviendas destruidas y viviendas afectadas por inundaciones entre los años 1994 y 2012 para los departamentos peruanos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad. Asimismo, de acuerdo con el criterio del ENFEN basado en el ICEN, pudo establecer la magnitud del Fenómeno El Niño costero en la que ocurrió cada inundación. Además, consideró como temporada de lluvias los meses desde diciembre hasta abril de cada año (INDECI, 2011). En la Figura 1 se aprecia el número de inundaciones mensuales en temporada de

¹En Machuca (2014), a través de reuniones con la Dirección de Preparación, Dirección de Políticas, Planes y Evaluación y la Sub Dirección de Aplicaciones Estadísticas del INDECI, el autor encontró que desde 1984 hasta 1985 existen Boletines Estadísticos del Sistema de Defensa Civil (SIDECS). Asimismo, desde 1986 hasta 1993 no se encontró información esquematizada, simplemente reportes administrativos (marginales) emitidos por el Sistema Nacional de Defensa Civil (SINADECI).

Impactos económicos de El Niño costero en el sector vivienda a causa de inundaciones en la costa norte del Perú

Machuca R., Takahashi K., Martínez A. G.

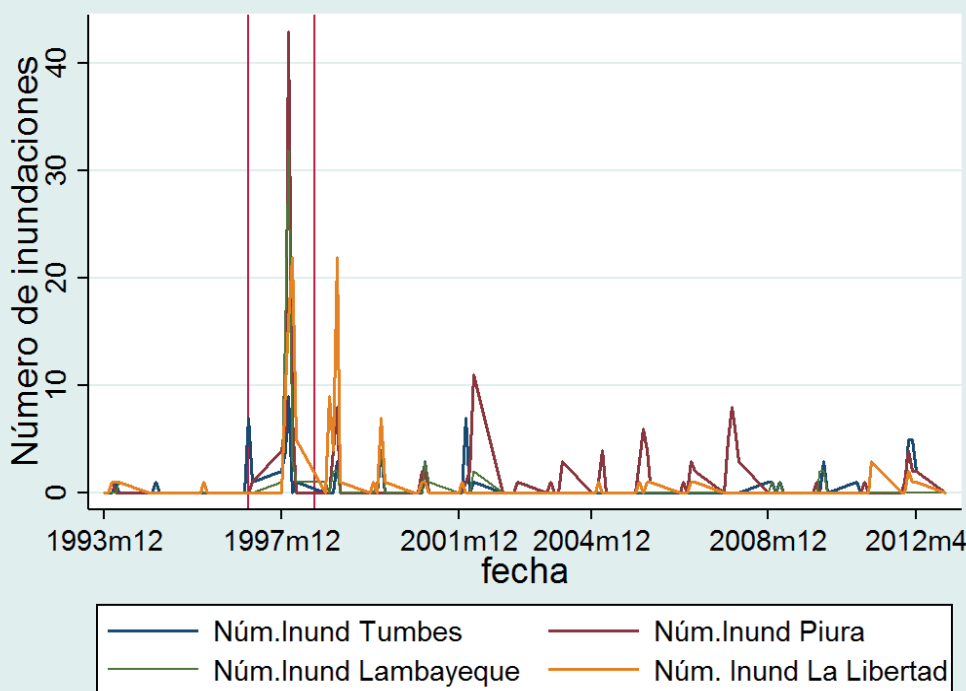
lluvias por cada uno de los departamentos del norte seleccionados. Las líneas rojas identifican el inicio y fin del Fenómeno El Niño de categoría extraordinaria (NE) de 1997-1998, dentro del cual ocurrió el mayor número de inundaciones en los cuatro departamentos.

Basándose en la definición de El Niño costero del ENFEN, se clasificaron las 19 temporadas de lluvias según las condiciones oceánicas, resultando en once clasificadas como neutras (N)², seis débiles (ND), una moderada (NM) y una extraordinaria (NE). Asimismo, según el criterio del ENFEN, no se identificó la presencia de La Niña costera en ninguna de las temporadas de lluvias de esos años, ni tampoco de El Niño costero fuerte.

Dpto.	N	ND	NM	NE	Total
	(11 T. Lluvias)	(6 T. Lluvias)	(1 T. Lluvias)	(1 T. Lluvias)	
Tumbes	19	29	0	16	64
Piura	60	29	6	60	155
Lambayeque	21	2	0	54	77
La Libertad	58	5	2	53	118
Total	158	65	8	183	414

Tabla 1. Número de inundaciones reportadas por departamento para cada una de las categorías del Fenómeno El Niño costero (Fuente: Machuca, 2014).

A continuación, se ilustran las inundaciones ocurridas durante el NE en el departamento de Piura, a nivel



distrital. Asimismo, se presentan los niveles de lluvias en Piura según lo encontrado en Douglas et al. (2008). Entre los distritos principalmente afectados encontramos: Castilla, Piura, Sullana, Cura Mori, Salitral, La Arena, Bellavista, Ignacio Escudero, Lancones,

Figura 1. Número de inundaciones en temporada de lluvias por cada departamento del norte peruano analizado. Las líneas verticales rojas representan el inicio y fin del Fenómeno El Niño de categoría extraordinaria (1997-1998). En el eje "y" se presenta el número de inundaciones y en el eje "x" el periodo de tiempo desde 1994 hasta 2012 (Fuente: Machuca, 2014).

Se logró identificar 414 inundaciones en temporada de lluvias desde 1994 hasta 2012, de las cuales 158 ocurrieron durante la categoría N, 65 durante la ND, 8 durante la NM y 183 durante la NE.

Por otro lado, a nivel de los cuatro departamentos analizados, se encontró la distribución de las inundaciones que se muestran en la Tabla 1:

Morropón, Buenos Aires, La Matanza, Yamango y San Juan de Bigote. Es importante determinar los distritos vulnerables ante los desastres naturales con la finalidad de fortalecer las capacidades en la gestión del riesgo de desastres. Al respecto, hay que tener en consideración que la vulnerabilidad acentúa los impactos negativos generados por el Fenómeno El Niño, en especial en su categoría extraordinaria.

²Algunos de los eventos identificados por el ENFEN como neutros (N) se presentaron paralelamente a eventos La Niña en el Pacífico Central. Por ejemplo, a los periodos dic 98- abr 99, dic 99-abr 00, dic 00-abr 01, dic 05- abr06, dic 07-abr 08 neutros en la región Niño 1+2, corresponden magnitudes moderada, fuerte, débil, débil, moderada y moderada de los eventos La Niña en el Pacífico Central, respectivamente.

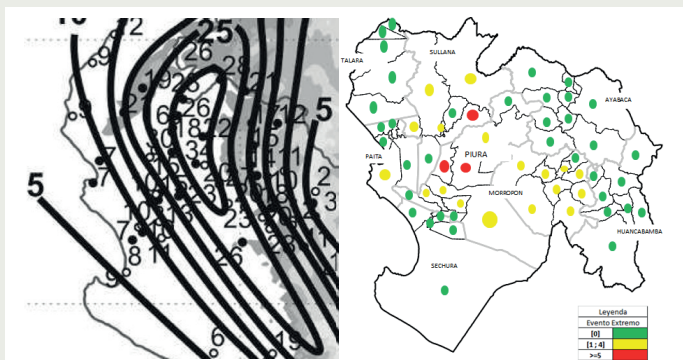


Figura 2. a) Precipitaciones promedio (mm) durante El Niño extraordinario 1997-1998 (Douglas et al., 2008), y b) Número de inundaciones reportadas en el departamento de Piura a nivel distrital durante el mismo evento (Fuente: Machuca, 2014).

Cálculo de daños económicos asociados a pérdidas en viviendas por inundaciones

En la Figura 3 se ilustran los daños personales y materiales por inundaciones en temporada de lluvias según las categorías El Niño costero basadas en la clasificación del ENFEN y la información de INDECI.

El NE fue la categoría que reportó mayores daños personales y materiales. Una inundación promedio³ durante el NE reportó 187 viviendas destruidas y 241 viviendas afectadas; los daños en el sector vivienda por inundación promedio se estiman en 3.5 millones de

nuevos soles. Durante el NM se reportó solo viviendas afectadas, 24 por inundación en promedio y con daños asociados estimados en aproximadamente 29 mil nuevos soles. Una inundación promedio durante el ND reportó 3 viviendas destruidas, 43 viviendas afectadas, y daños asociados estimados en 92 mil nuevos soles. Finalmente, una inundación promedio durante condiciones N reportó 13 viviendas destruidas y 99 afectadas, con daños asociados estimados en 328 mil nuevos soles.

Para los cuatro departamentos analizados se estimó, a partir del costo de reposición de una vivienda destruida y el costo de la afectación por la altura de la lámina de agua que potencialmente entró a una vivienda (Baro et al., 2005 y 2011), que los daños económicos para todas las inundaciones ocurridas en el periodo de análisis ascendió aproximadamente a **837'145,054.30 nuevos soles** del año 2013. A nivel departamental se determinó que los daños económicos por todas las inundaciones en el sector vivienda fueron: Tumbes S/. 25'158,209.57, Piura S/. 445'475,546.27, Lambayeque S/. 236'346,916.28, La Libertad S/. 130'164,382.18. Más detalles se pueden encontrar en Machuca (2014).

El evento NE (Dic 1997 – Abr 1998) representó el 91.26% del total de daños económicos por inundaciones en el sector vivienda en temporada de lluvias en todo el

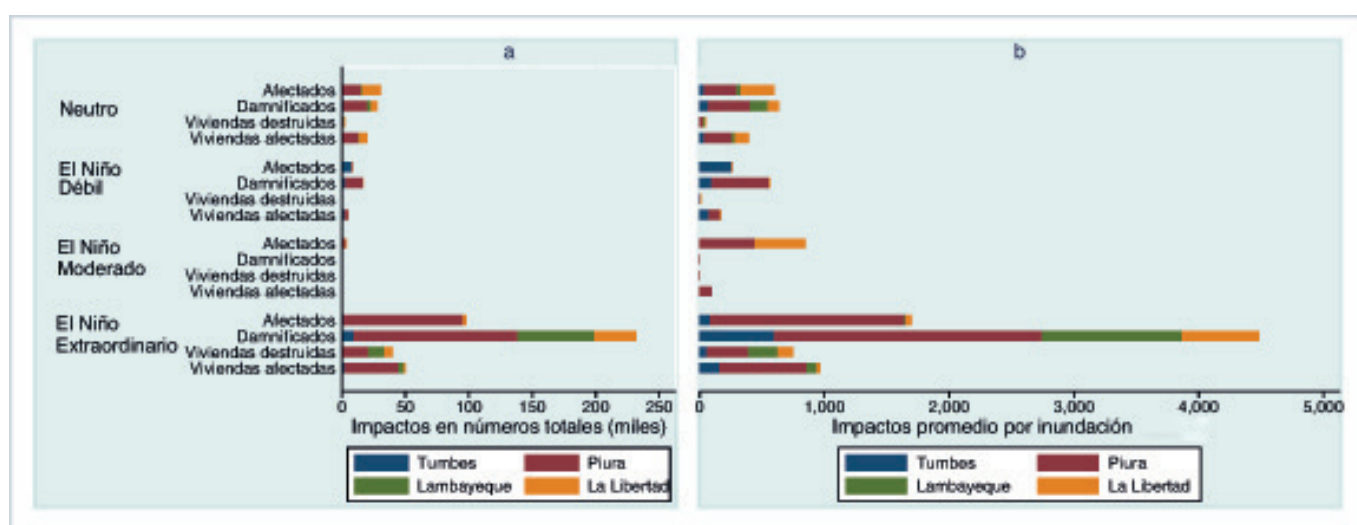


Figura 3. Número de afectados, damnificados, viviendas destruidas y viviendas afectadas por cada categoría del Fenómeno El Niño, para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad en el periodo 1994-2012. En el panel (a) se encuentran los daños totales por las inundaciones y en el panel (b) los daños promedio por una inundación (Fuente: Machuca, 2014).

³La inundación promedio en la práctica no ocurre necesariamente en forma simultánea en los cuatro departamentos.

Impactos económicos de El Niño costero en el sector vivienda a causa de inundaciones en la costa norte del Perú

Machuca R., Takahashi K., Martínez A. G.

Dpto.	Total de viviendas en condiciones vulnerables, según el censo de 1993 proyectadas a 1998	Total de viviendas impactadas por inundaciones durante EN Extraordinario	% de viviendas vulnerables impactadas por inundaciones durante EN Extraordinario
Tumbes	14,937	3,527	24%
Piura	209,648	62,010	30%
Lambayeque	139,640	16,993	12%
La Libertad	216,779	7,690	4%

Tabla 2. Porcentaje de viviendas en condiciones de vulnerabilidad, impactadas por inundaciones durante el NE (1997-1998) en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad. El número de viviendas en condiciones de vulnerabilidad fue proyectado a 1998 a partir de información del censo población y vivienda de 1993 (Fuente: Machuca, 2014).

periodo de estudio, seguido de los daños en los eventos neutros de Dic 1998 – Abr 1999 y Dic 2000 – Abr 2001 que representaron el 2.55% y 3.19%, respectivamente. Los periodos de lluvias restantes no excedieron el 1% del total.

Durante el NE 1997-1998, la mayor proporción de viviendas vulnerables afectadas se encontró en Piura, seguido por Tumbes, Lambayeque y La Libertad (Tabla 2). Asimismo, el total de viviendas destruidas en estos cuatro departamentos fue de **90 220** viviendas.

Comparación con otros estudios

Resaltan dos otros estudios que han estimado los daños económicos en el sector vivienda por el Fenómeno El Niño en el Perú tras el evento extraordinario de 1997-1998.

Por un lado, el reporte elaborado por el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF, 2000) estimó que el daño a nivel nacional del sector vivienda causado por El Niño extraordinario 1997-1998 ascendió a 625.162 millones⁴ de nuevos soles (el valor actualizado a diciembre de 2013 resulta ser S/. 864'533,264.56). A partir de la información proporcionada por el INEI, se indica que las viviendas completamente destruidas

fueron 9,608, las viviendas inhabitables fueron 21,697 y, además, se encuentra que el total de viviendas que de alguna manera se vieron perjudicadas por los efectos de las inundaciones durante el evento ascendió a un número de **107,527**⁵.

Por otro lado, Galarza y Kámiche (2012) estimaron que los daños económicos de las inundaciones durante El Niño extraordinario 1997-1998 fueron aproximadamente 247 millones de nuevos soles⁶ en Piura, 203 millones de nuevos soles⁷ en Lambayeque y 148 millones de nuevos soles⁸ en La Libertad, lo cual sumaría aproximadamente 598 millones de nuevos soles⁹. La información analizada provino de INEI y de información recogida por las organizaciones no gubernamentales que intervinieron durante el desarrollo del evento El Niño extraordinario. Asimismo, el número de viviendas impactadas por las inundaciones durante el NE se estimó en 28,561 para Piura, 23,534 para Lambayeque y 17,097 para La Libertad, representando así un total de 69,192 viviendas para los tres departamentos mencionados.

Conclusiones y discusión

Como conclusión principal tenemos que los impactos económicos del evento El Niño extraordinario 1997-

⁴Ver página 169 del citado documento.

⁵Se muestran algunos detalles para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, Ancash, Lima, Ica, Cuzco y Arequipa. Sin embargo, no se establecen diferencias numéricas sobre los daños en el sector viviendas entre esos departamentos.

⁶El documento muestra la cifra en dólares para Piura de US\$ 92 159 258. La cifra en nuevos soles a diciembre 2013 es de S/. 246' 673 536.

⁷El documento muestra la cifra en dólares para Lambayeque de US\$ 75 941 035. La cifra exacta en nuevos soles a diciembre 2013 es de S/. 203' 263 829.

⁸El documento muestra la cifra en dólares para La Libertad de US\$ 55 169 707. La cifra en nuevos soles a diciembre 2013 es de S/. 147' 667 277.

⁹Estos valores se encuentran expresados en nuevos soles del 2013 (diciembre), fecha a la que se encuentra la información de la presente tesis. Asimismo, la cifra exacta en nuevos soles de la sumatoria fue de S/. 597 604 644.

98 por inundaciones fueron mucho mayores que el promedio para cada uno de los otros años El Niño costero o neutros/fríos en el periodo 1994-2012 (los daños por inundaciones durante el Niño extraordinario ascendieron a S/. 763'938,932, mientras que los daños económicos anuales promedio entre los periodos restantes fueron de S/. 4'067,007). Entre los cuatro departamentos considerados, el que experimentó mayores impactos fue Piura, lo cual probablemente refleja una combinación de un mayor aumento en el número de inundaciones de gran magnitud durante El Niño extraordinario, así como un mayor número de viviendas en condiciones de vulnerabilidad.

Un aspecto interesante e inesperado es que los eventos El Niño costero débil y moderado presentaron menores impactos económicos por inundaciones que los años neutros o La Niña. Esto puede indicar otras influencias importantes, en particular la del Pacífico Central (ej. Niño 3.4 o Niño 4), ya que cuando esta zona presenta condiciones frías (La Niña) se favorecen mayores lluvias de lo normal en los Andes y en la cuenca amazónica, incluyendo las partes altas de las cuencas del Pacífico en el norte del Perú (Lavado y Espinoza, 2014). En particular, en la presente investigación se verificó que en la parte alta del departamento de La Libertad (en promedio sobre los 2 500 msnm) ocurrieron inundaciones mientras se presentaban condiciones costeras neutras en la región Niño 1+2, pero en condiciones La Niña moderada y fuerte en el Pacífico Central.

El presente trabajo se centró en el impacto económico de El Niño costero en el sector vivienda a causa de inundaciones, sin embargo cabe indicar que aún falta trabajar en forma similar los impactos en otros sectores económicos de importancia como agricultura, ganadería, turismo, etc.

Referencias

Baró, E., G. Calderón, C. Díaz, M. Esteller, 2005: *Cálculo de daños económicos potenciales por inundación en zonas habitacionales: un estudio de caso en el curso alto del río Lerma, estado de México*, Universidad Autónoma de México.

Baró, E., C. Díaz, G. Calderón, M. Esteller y E. Cadena, 2011: *Costo más probable de daños por inundación en zonas habitacionales de México, Tecnologías y Ciencias del Agua, antes Ingeniería Hidráulica en México*.

CAF, 2000: *El Fenómeno El Niño 1997-1998 Memoria, retos y soluciones (volumen V)*.

Center for Research on the Epidemiology of Disasters – CRED, 2011: *2010 disasters in numbers, The international disasters database, Université Catholique de Louvain-Belgium, www.emdat.be/publications*.

Douglas, M., J. Mejía, N. Ordinola, J. Boustead, 2008: *Synoptic variability of rainfall and cloudiness along the coasts of northern Peru and Ecuador during the 1997/98 El Niño event, Monthly Weather Review, Vol. 137*.

Galarza, E., y J. Kámiche. 2012: *Impactos del Fenómeno El Niño (FEN) en la economía regional de Piura, Lambayeque y La Libertad, Centro de Investigación de la Universidad Pacífico*.

Guha-Sapir, D., 2011: *Disasters in Numbers 2010, Catholic University of Louvain-Belgium, : http://cred.be/sites/default/files/Disaster_numbers_presentation_2010.pdf*

INDECI, 2011: *Manual de Estimación del Riesgo ante Inundaciones Fluviales, Cuaderno Técnico N° 02, Dirección Nacional de Prevención del Instituto Nacional de Defensa Civil, 81*.

INDECI, 2011: *Evaluación del Impacto socioeconómico de la temporada de lluvias 2010 en la región Cusco, Cuaderno Técnico N°07*.

Lavado, W., y J. C. Espinoza, 2014: *Entendiendo los impactos de diferentes tipos de El Niño y La Niña en las lluvias del Perú, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Vol. 1, N° 3, Marzo, Instituto Geofísico del Perú, 4-7*.

Machuca, R., 2014: *Cálculo de daños económicos potenciales en viviendas por inundaciones durante la ocurrencia del fenómeno El Niño: caso norte peruano. Tesis para optar el título profesional de Economía, Universidad Nacional del Callao*.

Takahashi, K., 2014: *Variaciones de El Niño, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Vol. 1, N° 2, Febrero, Instituto Geofísico del Perú, 4-7*.

Takahashi, K., K. Mosquera, y J. Reupo, 2014: *El Índice Costero El Niño (ICEN): historia y actualización, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Vol. 1, N° 2, Febrero, Instituto Geofísico del Perú, 8-9*.

Woodman, R., y K. Takahashi, 2014: *¿Por qué no llueve en la costa del Perú (salvo durante El Niño)?, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Vol. 1, N° 6, Febrero, Instituto Geofísico del Perú, 4-7*.