

T/330/M136

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE ECONOMÍA



TÍTULO DE LA TESIS:

**“CÁLCULO DE DAÑOS ECONÓMICOS POTENCIALES EN
VIVIENDAS POR INUNDACIONES DURANTE LA
OCURRENCIA DEL FENÓMENO EL NIÑO: CASO NORTE
PERUANO”**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

ECONOMÍA

AUTOR:

MACHUCA BREÑA, Ricardo Oswaldo

**Callao, diciembre 2014
PERÚ**

DEDICATORIA

En forma especial, dedico esta tesis a mis padres Eduardo y Mariza por ser mis amigos y guías. Siempre les estaré infinitamente agradecido por el amor, consejos, educación y ánimos brindados. Espero que Dios les siga dando muchos años de vida para que yo pueda retribuirle al menos una parte de todo lo que ellos me han brindado.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis fue realizado gracias al apoyo del Instituto Geofísico del Perú – IGP (2012-2014). Quisiera expresar a esta institución mi más sincera gratitud por el financiamiento económico y por el apoyo académico brindado durante la elaboración del proyecto de tesis y la elaboración del informe final. Adicionalmente, a través del Instituto Geofísico del Perú pude recibir el apoyo del Instituto de Defensa Civil - Indeci, donde por el lapso de tres meses me acogieron en sus instalaciones con la finalidad de que pueda esquematizar la información necesaria para realizar mi trabajo de tesis.

Quisiera agradecer en forma especial al Ph.D Ken Takahashi y a la M. Sc. Alejandra Martínez, investigadores del área de Variabilidad y Cambio Climático, y Geofísica & Sociedad del IGP, respectivamente, por su permanente asesoría a lo largo del desarrollo de la presente investigación. Estoy seguro que sin su apoyo no hubiera culminado satisfactoriamente esta investigación. Siento que aprendí mucho sobre el fenómeno El Niño y que esta experiencia me servirá para orientar mi formación profesional viendo los fenómenos naturales, económicos y sociales desde una perspectiva integral.

Asimismo, agradecer a la Ing. Lourdes Gómez de la Dirección de Preparación del Indeci, por brindarme las facilidades necesarias para obtener la información de los reportes de emergencias a nivel nacional. Además, a través de ella a todo el personal a su cargo.

A mi profesor asesor José Corbera por sus comentarios, recomendaciones y observaciones, los cuales ayudaron a culminar con éxito mi trabajo de tesis. Así como al profesor Víctor Dávila por sus valiosos aportes en las reuniones sostenidas.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.1.Determinación del problema.....	6
1.2.Objetivos de la investigación.....	8
1.3.Justificación	8
II. MARCO TEÓRICO	10
2.1.Antecedentes del estudio	10
2.2.Marco teórico.....	12
2.2.1.El fenómeno El Niño	12
2.2.1.1.El fenómeno El Niño a nivel internacional.....	13
2.2.1.2.El fenómeno El Niño en el Perú.....	14
2.2.2.El Niño “Canónico” y El Niño “Modoki”	18
2.2.3.Modelo de regresión lineal clásico	18
2.3.Marco conceptual.....	19
2.3.1.Conceptos generales	20
2.3.2.Conceptos específicos.....	20
III. VARIABLES E HIPÓTESIS	22
3.1.VARIABLES de la investigación	22
3.2.Operacionalización de las variables.....	23
3.3.Hipótesis de investigación	24
IV. METODOLOGÍA	25
4.1.Tipo de investigación.....	25
4.2.Población	25
4.3.Técnicas e instrumentos de recolección de datos	25
4.4.Procedimiento de recolección de datos.....	26
4.5.Procesamiento estadístico y análisis de datos.....	27
V. RESULTADOS	60
VI. DISCUSION DE RESULTADOS	73
6.1. Contrastación de hipótesis con los resultados	73
6.2. Contrastación de resultados con otros estudios similares.....	76
VII. CONCLUSIONES	78
VIII. RECOMENDACIONES	80
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

X. ANEXOS	85
Anexo N° 1: Matriz de consistencia	85
Anexo N° 2: Condiciones y Categorías del ICEN	86
Anexo N° 3: Impactos El Niño débil vs eventos neutros.....	92
Anexo N° 4: Costo de las viviendas destruidas	103
Anexo N° 5: Regresión e interpretación del modelo lineal planteado	105
Anexo N° 6: Imágenes de las anomalías de la Temperatura Superficial del Mar en el fenómeno El Niño extraordinario.....	106

RESUMEN

El objetivo principal del estudio consistió en calcular los daños económicos potenciales en el sector vivienda por inundaciones durante la ocurrencia del fenómeno El Niño, en sus diversas categorías, para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad, desde diciembre de 1993 hasta diciembre de 2012. Para lo cual se realizó un análisis descriptivo y causal de los daños por inundaciones.

El valor económico de las viviendas destruidas se estimó de acuerdo a los montos determinados por el Indeci, los cuales fueron ajustados por la inflación hasta diciembre de 2013. Asimismo, se estimó el Costo de Reposición de una vivienda destruida, el cual fue comparado con los valores determinados por el Indeci.

Por otro lado, se estableció una relación causal entre la altura de lámina de agua que potencialmente penetró en una vivienda y los daños económicos sobre los bienes que se encontraban dentro de las viviendas para determinar los niveles de afectación de las viviendas a través de una regresión lineal por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).

Los daños económicos totales por inundaciones fueron cuantiosos, estos ascendieron a 837 millones de nuevos soles. En el periodo de análisis ocurrieron 414 inundaciones, cuyas consecuencias en el sector vivienda fueron las siguientes: 42 628 viviendas destruidas y 75 680 viviendas afectadas. Del total de inundaciones ocurridas el 37% ocurrió en Piura, el 29% en La Libertad, el 19% en Lambayeque y el 15% en Tumbes.

La categoría del fenómeno El Niño extraordinaria fue la que reportó los mayores daños económicos por inundaciones en el sector vivienda. Los daños en dicha categoría representaron el 91.26% (763.94 millones de soles) del total de daños.

Palabras Claves: Costo de reposición, categorías del fenómeno El Niño, regresión lineal, viviendas destruidas, viviendas afectadas.

ABSTRACT

The main objective of the study was to estimate the potential economic damage to the housing sector by flooding during the occurrence of El Niño, in its different categories, for Departments of Tumbes, Piura, Lambayeque and La Libertad, since December 1993 until December 2012. For which a descriptive and causal analysis of flood damage was done. Damages to the housing sector were understood by affected and destroyed households.

The economic value of the destroyed homes was estimate according to the amounts determined by Indeci, and then these values were adjusted for inflation to December 2013. Likewise, the cost of a destroyed home was estimated, and then it was compared with the values determined by indeci.

On the other hand, the levels of involvement of the homes were estimated from the establishment of a causal relationship, through a linear regression by Ordinary Least Squares (OLS), between the height of water surface potentially entered a house and economic damage to the property found inside homes.

Total economic damage from flooding were substantial, these amounted to 837 million soles. In the analyzed period 414 floods occurred, which were reported on the housing sector: 42,628 houses destroyed and 75,680 houses affected. Of the total 37% flooding occurred in Piura, 29% in La Libertad, Lambayeque 19% and 15% in Tumbes.

The category of the extraordinary phenomenon El Niño was reported that the greatest economic flood damage in the housing sector. Damage in that category accounted for 91.26% (763.94 million soles) of the total damage.

Keywords: replacement cost, categories of El Niño, linear regression, destroyed homes, houses affected.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Históricamente el fenómeno El Niño ha causado grandes daños y pérdidas en los medios físico, biológico y socioeconómico, en el caso de El Niño 1997 – 1998 se redujo en 4,5% el PBI nacional (CAF, 2001), pero no existe información que evalúe los impactos por magnitudes El Niño¹, siendo esto precisamente lo que se pretende abordar en este plan de tesis, específicamente al calcular los daños económicos de una inundación² en el sector vivienda en los departamentos norteños del Perú: Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad.

El fenómeno El Niño se caracteriza por la invasión de aguas cálidas con temperaturas anormalmente altas, que avanza en dirección norte a sur, en sentido contrario a la corriente marina de Humboldt o corriente peruana de aguas frías que provienen del sur de Chile.

El calentamiento en la superficie del mar produce un cambio en la circulación oceánica y atmosférica provocando variaciones en el clima a nivel planetario³. Además, se evidencia un aumento de la temperatura del medio ambiente y de la evaporación, baja salinidad, baja presión de los vientos, oleajes e intensas lluvias que terminan muchas veces en inundaciones (Ministerio de Agricultura de la República del Perú, 2000).

Se espera que la investigación pueda servir para reimpulsar una política de prevención sobre la Gestión del Riesgo ante Desastres (GDR) que se suscita ante la presencia del fenómeno El Niño, a nivel de aquellas instituciones que se ven involucradas directamente en el tema, tales como el Instituto del Mar del Perú (Imarpe), Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía (Senamhi), Instituto Geofísico del Perú (IGP), Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci), Autoridad Nacional del Agua (ANA), todas estas conforman el comité multisectorial encargado del estudio del fenómeno El Niño (Enfen), además de los gobiernos regionales y locales en los departamentos analizados.

La intertemporalidad de los impactos se consideró a través de las emergencias y daños que fueron reportados desde enero del año 1993 hasta diciembre del 2012, con una periodicidad mensual. Estos reportes son constantemente actualizados⁴ por el Sistema de Información Nacional para la Atención de Desastres (Sinpad).

¹ Recientemente categorizado por el comité técnico del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN).

² El fenómeno El Niño de 1997-1998 tuvo como principales fenómenos naturales las inundaciones y lluvias intensas, siendo éstas un 57% del total (CAF, 2001).

³ Según http://www.hidromet.com.pa/nino_nina.php

⁴ Ahora las mismas autoridades locales, provinciales o regionales pueden reportar las emergencias.

1.1. Determinación del problema

La inundación es el fenómeno hidrológico que reporta mayores impactos en la sociedad. Es así que estas representan aproximadamente el 50% de los desastres naturales no biológicos que ocurren en el mundo (Guha-Sapir, 2011). Además, las inundaciones son el fenómeno que más personas afectadas reporta a nivel mundial, casi el 85%, y en fallecidos es aproximadamente el 3% (EM-DAT, 2010). Por 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, genera reducción en la calidad de vida y obstaculiza el desarrollo sostenible del país (Indeci, 2010). Ejemplo de ello, es que para el 2008, los fenómenos hidrológicos afectaron en el mundo a 44.9 millones de personas, con daños económicos valorados en 1 905 mil millones de dólares (Rodríguez et al., 2009).

La ciudad de La Plata en Argentina sufrió hace un año (2013) los estragos de las inundaciones, éstas castigaron comercios, hogares, dañó automóviles, inutilizó escuelas y hospitales e incluso ocasionó pérdidas millonarias en el zoológico de la Ciudad de las Diagonales. En el caso de los domicilios particulares, y a partir de la estimación del municipio, las inundaciones dejaron 135.037 afectados (casi el 20% de los 649.613 habitantes), es decir, 55.716 hogares perjudicados.

En el caso de México, destacan las inundaciones acaecidas en el estado de tabasco en los años 2007 y 2008. En el primero, se sumergió el 70% del territorio estatal con tirantes de agua de hasta cuatro metros (Aparicio et al., 2009). Este evento afectó a más de 1.5 millones de habitantes, y produjo pérdidas económicas que se estimaron en más de 32 mil millones de pesos (Cenepred, 2009^a). Por su parte, los daños económicos en 2008 se valoraron en 4.6 mil millones de pesos, mientras que la población afectada fue de 41 800 personas y además hubo un deceso.

Asimismo, según los organismos internacionales la ocurrencia de inundaciones se ve incrementada por la presencia del fenómeno El Niño, afectando a 19 de los 41 países en los cuales repercute el mencionado fenómeno (Indeci, 2009). En el Perú el último fenómeno El Niño que causó una mayor pérdida socioeconómica ocurrió en el año 1997 y 1998, llegando a su categoría extraordinaria. Este evento fue uno de los más catastróficos de los ocurridos en nuestro país. Los departamentos norteños del Perú, básicamente Tumbes, Piura, La Libertad y Lambayeque son los mayormente afectados por las inundaciones debido a la cercanía que tienen a la zona Niño 1+2.

Aunque existen documentos elaborados por el Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci), Centro de Estudios y Prevención de desastres (Predes), Cooperación Andina de Fomento (CAF), entre otros, que estiman los daños económicos del fenómeno El Niño, no lo estiman por tipo de categoría El Niño, sino en forma

general y con metodologías poco claras⁵. Asimismo, se obtendrá el valor económico promedio de una inundación durante los eventos El Niño y en eventos considerados neutros.

Por lo anterior, estimar los daños económicos, ex – ante y ex - post del evento, cobra gran relevancia, sobre todo si se utiliza para el análisis de beneficios. Estos últimos se pueden obtener al implementar medidas que mitiguen el efecto de las inundaciones en el futuro, además de las zonas recurrentemente inundadas, ya que generalmente se requiere de inversiones económicas significativas (Dutta et al., 2003).

La tesis busca contribuir al desarrollo de una cuantificación de daños “directa” estándar con viabilidad para la República del Perú⁶. Lo anterior, se centra en la valoración económica de daños tangibles directos en departamentos recurrentemente afectados por la ocurrencia del fenómeno El Niño, a partir de una pormenorizada búsqueda de información que nadie anteriormente ha sistematizado, ni evaluado⁷.

El problema general de investigación se resumiría en determinar: **¿Cuál sería el valor económico de los daños potenciales en el sector vivienda por inundaciones durante el fenómeno El Niño en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad?**

Por otro lado, se tienen como problemas específicos:

- ¿Cuál sería el valor económico de los daños potenciales en el sector vivienda por inundaciones durante la ocurrencia del fenómeno El Niño, en su categoría débil, para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad?
- ¿Cuál sería el valor económico de los daños potenciales en el sector vivienda por inundaciones durante la ocurrencia del fenómeno El Niño, en su categoría moderado, para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad?
- ¿Cuál sería el valor económico de los daños potenciales en el sector vivienda por inundaciones durante la ocurrencia del fenómeno El Niño, en su categoría extraordinaria, para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad?

⁵ Básicamente las metodologías utilizadas son las propuestas por la Comisión Económica para América Latina y El Caribe (Cepal 1991 y Cepal 2003) donde no existe detalle de los cálculos.

⁶ No existen muchos estudios en el Perú que cuantifiquen el impacto económico directo de eventos de origen natural sobre las condiciones económicas de los hogares (Kamiche & Pacheco, 2010).

⁷ El plan de tesis ha sido financiado por el Instituto Geofísico del Perú, asimismo ha recibido el apoyo del Indeci (oficina de preparación ante desastres y oficina de aplicaciones estadísticas). Ambas instituciones son parte del Enfén.

1.2. Objetivos de la investigación

Objetivo General

El objetivo central del estudio es calcular el valor económico de los daños potenciales en el sector vivienda por inundaciones durante la ocurrencia del fenómeno El Niño, en sus diversas categorías, para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad.

Objetivos Específicos

- Determinar el valor económico de los daños potenciales en las viviendas destruidas y afectadas por inundaciones durante el fenómeno El Niño, en su categoría débil, para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad.
- Determinar el valor económico de los daños potenciales en las viviendas destruidas y afectadas por inundaciones durante el fenómeno El Niño, en su categoría moderado, para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad.
- Determinar el valor económico de los daños potenciales en las viviendas destruidas y afectadas por inundaciones durante el fenómeno El Niño, en su categoría extraordinario, para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad.

1.3. Justificación

Las viviendas que se ven impactadas por una inundación son las que se encuentran en mayores condiciones de vulnerabilidad. Principalmente, dichas viviendas tienen las siguientes características: paredes de adobe, techos de caña con torta de barro y pisos de tierra compactada. Las mencionadas características contribuyen a que ante una lluvia intensa la estructura de estas viviendas entren en un proceso denominado “remojamiento”. El “remojamiento” desencadena la inundación y permite que las viviendas se destruyan y en el mejor de los casos se afecten parcialmente.

La destrucción o afectación de una vivienda, impacta en forma directa sobre el bienestar de las personas, debido a que estas pueden llegar a perder tanto sus bienes materiales como su propia vida. Esto se pudo apreciar claramente durante los fenómenos El Niño de 1982- 1983 y 1997-1998.

En ese sentido, este trabajo de tesis pretende contribuir a determinar el valor económico de los daños potenciales por inundaciones en el sector vivienda, viviendas destruidas y afectadas, para cada las categorías del fenómeno El Niño en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y la Libertad, lo cual permitirá

establecer cuál es el departamento del norte peruano que potencialmente se vería más perjudicado en términos económicos su sector vivienda ante las inundaciones, demostrando así la vulnerabilidad en la que se encuentran muchas de dichas viviendas.

Asimismo, el cálculo del valor económico de los daños potenciales por inundaciones realizados en esta tesis pretende servir como información para las instituciones públicas y privadas que intervienen en la gestión de los eventos hidro-meteorológicos extremos, particularmente en la asignación presupuestal a nivel de departamentos en las diferentes etapas de prevención, emergencia, rehabilitación y reconstrucción. Los resultados obtenidos permitirán tener un conocimiento más objetivo de las pérdidas que potencialmente se podrían presentar, ante una inundación durante alguna categoría del fenómeno El Niño (condiciones cálidas de la Temperatura Superficial del Mar) y no El Niño (para esta investigación, condiciones normales de la Temperatura Superficial del Mar).

Por otro lado, se ha documentado el valor económico de los daños potenciales en el sector vivienda por inundaciones durante la presencia del fenómeno El Niño en su categoría extraordinario. Sin embargo, dicha categoría no es la única con la que cuenta el fenómeno El Niño. Es aquí donde radica una justificación adicional, debido a que en este trabajo de tesis también se calcula el valor económico de los daños potenciales por inundaciones en viviendas para las demás categorías del fenómeno El Niño, las cuales serán contrastadas con los daños económicos potenciales en las viviendas durante condiciones normales⁸, lo cual constituye una justificación más del presente trabajo de tesis.

⁸ Entiéndase condiciones normales como la no presencia de El Niño ni La Niña. Es decir, la Temperatura Superficial del Mar se encuentra a niveles normales (para mayor detalle ver la sección 2.2 de este documento).

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

La determinación del valor económico de los daños a través de precios de mercado por inundaciones son los más desarrollados y utilizados en el mundo, aunque el Perú sea la excepción (Kamiche & Pacheco, 2010). Uno de los estudios más detallados es el de Penning-Rowsell & Chatterton (1977) y Penning-Rowsell & Tapsell (2002) en Inglaterra y Gales, y más recientemente el de Jonkman et al. (2008) en Holanda se concentran en la evaluación de los daños materiales. Otros ejemplos son el de Boyle et al. (1998) en Canadá, Renyi & Nan (2002) en China, Dutta et al. (2003) en Japón, Nascimento et al. (2007) en Brasil, Baró et al. (2005, 2007^a, 2007b, 2011) en México, y Luino et al. (2009) en Italia.

En relación al fenómeno El Niño y las inundaciones, el reciente estudio de Power et al. (2013) revela que los eventos inundaciones asociadas a periodos de ocurrencia del fenómeno El Niño, se intensificarán a causa del calentamiento global. Para esto muestran proyecciones de patrones robustos sobre el comportamiento del Fenómeno El Niño.

Los estudios de los impactos del Niño tienen como uno de sus principales representantes a Nials et al. (1979) en su estudio sobre la subida y caída de los primeros sistemas de riego en el valle moche, atribuye al fenómeno El Niño el antiguo cataclismo denominado “inundación Chimú”. Encontró pruebas de que esta inundación de magnitud inusualmente grande ocurrió a principios de la dinastía Chimú, dentro de un siglo del año 1100 dC.

En esa línea, Quinn & Nials (1987) mencionan que desde hace aproximadamente cuatro siglos y medio se puede obtener evidencia contundente de la ocurrencia del fenómeno El Niño. Obtiene información de mortalidad por precipitaciones e inundaciones, mortalidad masiva de organismos marinos y aves endémicas guaneras, subida de temperatura y nivel del mar, etc.

Hay estudios que analizan los impactos del fenómeno El Niño sin gran presencia antrópica, al respecto en Aceituno et al. (2009) analizan impactos de la variabilidad climática sin presencia de acciones humanas significativas (1877-1878) y encuentra una relación directa entre el fenómeno El Niño y la perturbación global climática en ese periodo⁹. Identifica presencia anómala de lluvias intensas e inundaciones en la costa sur de Ecuador y norte de Perú que dejaron impactos desastrosos en nuestro país, entre otros¹⁰.

⁹ El Niño comenzó a finales de 1876 y mostró su nivel máximo en 1877-1878.

¹⁰ Según el documento el mayor impacto a nivel mundial durante ese periodo fue en el noreste brasileño.

Instituciones del estado como Indeci han desarrollado documentos sobre el cálculo de los daños por diferentes fenómenos naturales que han ocasionado grandes pérdidas económicas en los lugares donde se desencadenaron dichos fenómenos. Se puede mencionar el Cuaderno Técnico N° 07- Indeci (2011) donde se evalúan los impactos socioeconómicos de la temporada de lluvias 2010 en la región Cusco, en las provincias de Anta, Calca, Canchis, Quispicanchi, La Convención, Paruro, Paucatambo y Urubamba. Utilizando el manual de evaluación de impactos propuesto por la Cepal (2003), logrando de esta forma medir los daños provocados en los diversos sectores económicos de dichas provincias.

En lo que corresponde a los daños en viviendas y asentamientos humanos la valoración de daños correspondió a 4965 viviendas destruidas e inhabitables y a 7339 viviendas afectadas en la región Cusco. Las pérdidas estimadas totales ascendió a S/. 170'516, 249.00, de los cuales S/. 81'548, 792.00 corresponden a las viviendas destruidas e inhabitables y S/. 88'967,457 a las viviendas afectadas.

Por otro lado en el Cuaderno Técnico N° 01 – Indeci (2011) se estiman los impactos socioeconómicos ocurridos por el sismo del 15 de agosto del año 2007 teniendo como epicentro Pisco-Perú. Se aborda la investigación utilizando el manual para la evaluación de impacto desarrollada por la Cepal (2003).

Las regiones afectadas por el fenómeno son Ica, Lima, Huancavelica, Ayacucho y Junín. En el sector social viviendas y asentamientos humanos la valoración económica de los daños corresponde a 48, 208 viviendas destruidas, 45, 500 viviendas inhabitables y 45, 813 viviendas afectadas. Las pérdidas económicas por los daños en el sector vivienda ascendieron a S/. 1 943'261, 611.00 nuevos soles, de los cuales S/. 1 821' 718, 711.00 nuevos soles, corresponden a las pérdidas totales de las viviendas destruidas con material precario y material de concreto armado. Adicionalmente, se estimó el valor de S/. 121' 542, 900.00 nuevos soles correspondientes a la pérdida de enseres domésticos, mobiliarios y equipamiento.

El último fenómeno El Niño ha sido el más estudiado en todos los aspectos, al respecto en el libro elaborado por la Cooperación Andina de Fomento - CAF - (2000), en su volumen V se analiza al fenómeno El Niño de 1997-1998. Metodológicamente se emplea el manual para valoración de impactos socioeconómicos de Cepal (Santiago de Chile, 1991). Estiman que los daños totales originados por el fenómeno El Niño 1997-1998 en el Perú ascienden a los 3,500 millones de dólares. Además el daño a nivel nacional del sector vivienda por el fenómeno El Niño Extraordinario 1997-1998 ascendió a 625.162 millones de nuevos soles (lo que actualizando este valor a soles del año 2013 asciende a S/. 864'533,264.56). Sin embargo, en este documento no se puede apreciar con claridad la forma en que se calcula el valor económico de los daños.

En el informe técnico N° 1 elaborado por el Centro de Investigación de la Universidad Pacífico (CIUP) del Perú se analizan los impactos del Fenómeno El Niño en la economía regional de Piura, Lambayeque y La Libertad. Este informe fue realizado en el marco del proyecto “Seguros para la Adaptación al Cambio Climático” por encargo del Deutsche Gesellschaft Für internationale Zusammenarbeit (GIZ) y el Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturales y Seguridad Nuclear de la República Federal de Alemania. En dicho documento se realiza una comparación de los impactos del fenómeno El Niño Extraordinario 1982-1983 y 1997-1998, donde se busca identificar y cuantificar los impactos de los dos últimos Fenómenos El Niño extraordinarios a partir de estudios previos, básicamente de Ferradas (2000) y Cooperación Andina de Fomento (2000).

Por otro lado, el fenómeno El Niño no sólo reporta daños en el sector vivienda. También se han realizado estudios donde se evalúan los impactos económicos en otros sectores económicos. Un ejemplo de ello es el estudio elaborado por Bonilla et al (2003) donde se estima el valor económico de la predicción oportuna del fenómeno El Niño, a través de un sistema de alerta temprana, en el sector azucarero Colombiano. Se siguió una modelación econométrica biométrica a través de una función de rendimiento agrícola, así como un modelo de programación matemática estocástica. En ese documento, se determina que los rendimientos agrícolas en la producción de caña de azúcar se reducen en 6.5% y 4.3% a causa del fenómeno El Niño. Asimismo, se menciona que la predicción de dicho fenómeno genera un incremento anual en los beneficios obtenidos equivalentes al 1% del PBI del sector azucarero en el año 2000.

2.2. Marco teórico

2.2.1. El fenómeno El Niño

Existe documentación que permite establecer la ocurrencia de lluvias anormales y anomalías meteorológicas desde la primera parte del siglo XVI, pudiendo estas ser asociadas al fenómeno El Niño (Hocquenghem, A. & Ortlieb, L. 1992; Hamilton & García, 1986; Huertas, 1987; Quinn et al. 1986, 1987).

En el siglo pasado¹¹, los pescadores piuranos y tumbesinos, observaron que las aguas frías provenientes de la corriente marina de Humboldt¹², se calentaban alrededor del mes de diciembre, haciendo huir a cardúmenes de especies pelágicas de peces hacia el sur, debido a una corriente “caliente” procedente del Ecuador. A

¹¹ El bautizo como la corriente El Niño lo hizo Camilo Carrillo en 1892, quien dijo: “*los marinos paitenos que navegaban frecuentemente cerca de la costa y en sus embarcaciones pequeñas, ya al norte o al sur de Paita, conocen esta corriente y la denominan corriente del Niño, sin duda porque ella se hace más visible y palpable después de la Pascua de Navidad*” (Takahashi, 2014).

¹² Conocida como corriente peruana.

este fenómeno le dieron el nombre de Corriente del Niño, por la llegada del niño Jesús y las celebraciones por la navidad (Chang, A. 2014).

El Fenómeno El Niño es un evento natural asociado a la variabilidad interanual en el Océano Pacífico tropical. Existen numerosas definiciones que intentan describir el Fenómeno El Niño, y que no siempre son coincidentes, sin embargo existe consenso al definirlo como un evento natural no periódico (pero si cíclico), caracterizado por una relajación de los vientos alisios, acumulación de aguas en el Pacífico Ecuatorial Occidental y un incremento anómalo de la temperatura superficial del mar.

Con el devenir de los años el fenómeno El Niño ha pasado de ser un fenómeno local a uno que se le reconoce en todo el mundo como el principal modulador de la variabilidad climática interanual (Senamhi, 2014). A continuación se desarrolla cómo de determina y las implicancias del fenómeno El Niño a nivel internacional y nacional:

2.2.1.1. El fenómeno El Niño a nivel internacional

El fenómeno El Niño comprende cambios en la Temperatura Superficial del agua del Mar (TSM) en el Pacífico ecuatorial central, así como los cambios en la presión atmosférica en el Pacífico, desde Australia (Darwin) hasta Tahití (Pacífico tropical central – oriental). Los científicos han sectorizado zona franja ecuatorial del océano Pacífico en cuatro regiones (Niño 4¹³, Niño 3¹⁴, Niño 3.4¹⁵, Niño 1+2¹⁶). En la actualidad las regiones que se utilizan para definir la presencia del fenómeno El Niño son la 3.4¹⁷ y la 1+2.

El Fenómeno de “El Niño” es una alteración climática que abarca grandes extensiones del planeta, por lo cual se dice que es un fenómeno de macro escala. Abarca gran parte del Océano Pacífico, especialmente la Región Tropical y Subtropical, pero compromete también al Índico y al Atlántico. Involucra en sus efectos amplias áreas continentales de Asia, Oceanía, Europa y principalmente América, especialmente el Pacífico Oriental y particularmente Perú y Ecuador (Senamhi, 2014).

¹³ Ubicada entre los 160°E y 150°W – 5°N y 5°S.

¹⁴ Ubicada entre los 150°W y 90°W – 5°N y 5°S.

¹⁵ Ubicada entre los 170°W y 120°W – 5°N y 5°S.

¹⁶ Ubicada entre los 90°W y 80°W – 0° y 10°S.

¹⁷ La determinación de El Niño en esta zona genera perturbaciones en las grandes tormentas que mueven el resto de la atmósfera a nivel global, se puede decir la ocurrencia de El Niño en esta zona controla el clima a nivel planetario.

La Administración Nacional para el Océano y la Atmósfera de los Estados Unidos de Norteamérica – NOAA, utiliza el índice Oceánico El Niño (ONI, por sus siglas en inglés) para la identificación de El Niño y La Niña. Este índice se calcula promediando 3 meses consecutivos¹⁸ la serie mensual de las anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) medidas en el Pacífico tropical en la región El Niño 3.4.

A la categoría fría le corresponderán las magnitudes débil (ONI menor igual a -0,5 y ONI mayor que -0,9), moderada (ONI menor igual a -1,0 y ONI mayor que -1.5) y fuerte (ONI menor igual a -1.5); a la categoría condiciones neutras le corresponde la magnitud neutra (ONI mayor igual que -0,5 y ONI menor igual que 0.5). Por otro lado, la categoría cálida del ONI le corresponden las magnitudes débil (ONI mayor que 0.5 y ONI menor igual que 1.0), moderada (ONI mayor que 1.0 y ONI menor igual 1.7), fuerte (ONI mayor que 1.7 y ONI menor igual que 3.0) y extraordinaria (ONI mayor que 3.0).

2.2.1.2. El fenómeno El Niño en el Perú

El fenómeno El Niño en el Perú ha sido causante de múltiples impactos socioeconómicos, algunos de estos resultaron positivos, pero la mayor parte de ellos tuvo efectos negativos. La categoría extraordinaria de este fenómeno es la que ha motivado muchas investigaciones y es la más estudiada.

Entre los impactos positivos del fenómeno El Niño podemos mencionar la aparición de otras especies pelágicas¹⁹; incremento de lluvias y temperatura del aire que favorece el desarrollo de cultivos; lluvias intensas, sobre todo en “Niños extraordinarios”, favorecen la regeneración natural de los bosques secos en la costa norte; aparición de praderas temporales en el norte peruano importante para la ganadería; el exceso de lluvia favorece la recarga de acuíferos; entre otros (Senamhi, 2014).

Por otro lado, entre los impactos negativos tenemos la aceleración del retroceso glaciar; pérdida de terrenos agrícolas; colmatación de reservorios; salinización de suelos; destrucción de la infraestructura productiva; destrucción de vías de comunicación; muerte y migración de algunas especies vegetales y animales; altas probabilidades de que se produzcan incendios forestales, por las altas temperaturas; las altas temperaturas generan bajas en la producción pecuaria; en algunos cultivos el ciclo vegetativo se acorta; destrucción de infraestructura de saneamiento básico; incremento de enfermedades como el cólera, la malaria, infecciones estomacales, conjuntivitis; desplazamiento y profundización de

¹⁸ Media móvil centrada de tres (3) meses consecutivos.

¹⁹ Denominación que reciben los peces que viven en las capas superficiales del mar, los cuales limitan al máximo su contacto con la costa y el fondo marino (<http://ciencia.glosario.net/medio-ambiente-acuatico/pel%E1gico-10415.html>).

cardúmenes de anchoveta, que no puede ser compensada con la presencia de otras especies; entre otras (Senamhi, 2014).

En general, los impactos positivos se asocian a Niños de categoría No-Extraordinaria, mientras que los impactos negativos a Niños Extraordinarios. Es decir, la presencia de El Niño no es siempre “mala”, ya que convierte en una zona tropical a una zona netamente desértica²⁰.

A continuación se presenta la tabla N° 2.1, en la cual se muestran los impactos positivos y negativos del fenómeno El Niño. Estos impactos se encuentran principalmente asociados a los eventos El Niño de magnitud extraordinaria como el ocurrido entre los años 1997 y 1998.

TABLA N° 2.1
IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS ASOCIADOS AL FENÓMENO EL NIÑO

Sectores Específicos	Positivos	Negativos
Servicios Públicos		
Abastecimiento de agua y saneamiento	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Incremento de los niveles de agua en los embalses utilizados como fuentes de suministro. 2.- Recarga de acuíferos en zonas aprovechadas mediante pozos para el suministro de agua. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Destrucción y daños en sistemas de captación, redes, equipos. 2.- Colapso de sistemas de abastecimiento y de alcantarillado. 3.- Contaminación de aguas pluviales por residuales. 4.- Colapso de pozos de agua y de colectores de disposición final. 5.- Desmejoramiento de la calidad del agua. 6.- Reducción de la oferta de agua. 7.- Problemas de saneamiento ambiental. 8.- Reducción de la capacidad útil de los embalses por acelerada sedimentación.
Electricidad	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Incremento de agua en los embalses utilizados como fuentes de generación hidroeléctrica. 2.- Aumento de la capacidad de producción durante el evento en ciertas zonas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Daños en bocatomas, canales de conducción, subestaciones, torres, postes. 2.- Enterramiento de centrales. 3.- Aislamiento de centrales térmicas y dificultad para suministro de combustible. 4.- Parálisis del servicio.
Transporte		<ol style="list-style-type: none"> 1.- Deterioro y/o destrucción total de tramos de carreteras, puentes, obras de arte, carpeta asfáltica, etc. 2.- Interrupción del tránsito. 3.- Incremento de costos en el transporte de carga. 4.- Aislamiento de zonas agrícolas y poblados.
Sectores Productivos		
Pesca	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Incremento de especies bentónicas como concha de abanico y todo tipo de moluscos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Migración de peces en busca de agua fría (anchoveta, sardina, merluza, etc.). 2.- Alteración de los ecosistemas en las áreas de influencia del fenómeno El Niño.

²⁰ Sobre todo en el departamento de Piura.

Agricultura	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Abundancia de pastos para la producción ganadera. 2.- Regeneración natural de bosques. 3.- Producción de cultivos en zonas áridas. 4.- Regeneración de frutales nativos. 5.- Incremento de biodiversidad. 6.- Incremento de la napa freática y del agua en los embalses de riego. 7.- Recuperación de la fauna silvestre. 8.- Incremento de la producción de leche. 9.- Incremento de la producción de frutales. 10.- Lavado de suelos salinos. 11.- Recuperación del suelo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Inundación áreas de cultivo, daño a la producción. 2.- Afectación del suelo por lodificación y depósitos de sedimentos. 3.- Imposibilidad de siembras en áreas inundadas o enlodadas. 4.- Destrucción de infraestructura de riego. 5.- Arrasamiento de áreas agrícolas y disminución de áreas cultivables por erosión de cauces de ríos. 6.- Reducción de la vida útil de los embalses de riego por arrastre excesivo de sedimentos. 7.- Alteración fisiológica de las plantas por exceso de temperatura. 8.- Aparición de plagas y enfermedades en cultivos. 9.- Muerte de ganado por enfermedades. 10.- Disminución de rendimientos y de producción. 11.- Desempleo agrícola. 12.- Escasez de semillas en la Costa y la Sierra.
Comercio		<ol style="list-style-type: none"> 1.- Recesión del comercio. 2.- Especulación y acaparamiento.
Sectores Sociales		
Salud		<ol style="list-style-type: none"> 1.- Proliferación de criaderos de vectores de enfermedades transmisibles (cólera, malaria, dengue) y de otros transmisores (roedores). 2.- Generación de condiciones de insalubridad, enfermedades de la piel y de los ojos. 3.- Destrucción de infraestructura de salud y reducción de capacidad de atención. 4.- Aislamiento de centros de salud. 5.- Enfermedades respiratorias por remojamiento de la población.
Sector vivienda / Asentamientos humanos		<ol style="list-style-type: none"> 1.- Destrucción de viviendas. 2.- Enlodamiento de viviendas y pérdida de enseres. 3.- Desmoronamiento de viviendas por lluvias. 4.- Migración de población. 5.- Incremento de pobreza. 6.- Muertes y heridos.

Elaboración: Propia

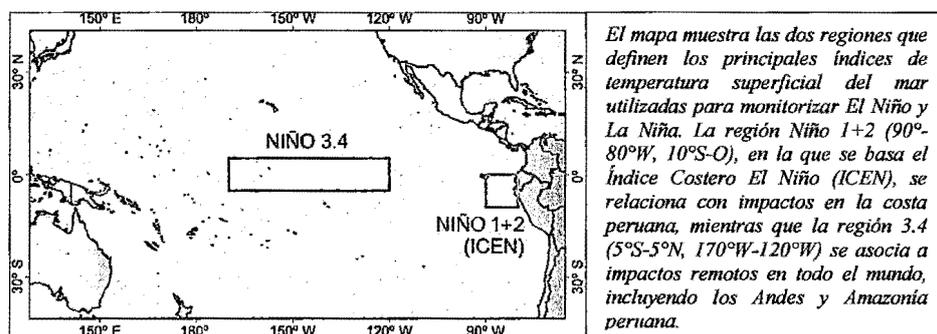
Fuente: CAF, 2000.

Debido a la ya mencionada recurrencia histórica del fenómeno El Niño y a su impacto en diversos sectores de la economía peruana, existe en nuestro país el comité multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño

(Enfen)²¹, donde periódicamente se reúnen para establecer la presencia o no del fenómeno El Niño.

El Enfen a partir de la información brindada por la NOAA-EEUU y según la climatología mensual para el periodo base 1981-2010, ha elaborado una herramienta de diagnóstico del fenómeno El Niño denominado Índice Costero El Niño (ICEN), el cual permite la identificación de las categorías y magnitudes de los eventos El Niño (aguas cálidas) y La Niña (aguas frías), según la definición del ENFEN el ICEN consiste en: “la media corrida de tres meses de las anomalías mensuales de la Temperatura Superficial del Mar en la región Niño 1+2”.

FIGURA N° 2.1 REGIONES DE DONDE PROVIENEN LOS PRINCIPALES ÍNDICES EL NIÑO



Fuente: Takahashi (2014).

A la categoría fría le corresponderán las magnitudes débil (ICEN mayor igual que -1.2 e ICEN menor que -1.0), moderada (ICEN mayor igual que -1.4 e ICEN menor que -1.2) y fuerte (ICEN menor que -1.4). Por otro lado, a las categorías neutras le corresponde la magnitud neutra (ICEN mayor igual que -1.0 e ICEN menor igual que 0.4); a la categoría cálida le corresponde las magnitudes débil (ICEN mayor que 0.4 e ICEN menor igual que 1.0), moderada (ICEN mayor que 1.0 e ICEN menor igual que 1.7), fuerte (ICEN mayor que 1.7 e ICEN menor igual que 3.0) y extraordinaria (ICEN mayor que 3.0).

Según el comité técnico del Enfen estos valores fueron ajustados para que los resultados sean consistentes con la experiencia pasada (no son la aplicación de algún criterio puramente estadístico).

²¹ 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”.

Al respecto, para que se dé la denominación de evento La Niña, el ICEN tendrá que indicar tres meses continuos de condiciones frías, la magnitud del evento le corresponderá la mayor alcanzada en al menos esos tres meses. Asimismo, para la denominación del evento El Niño, el ICEN tendrá que indicar tres meses continuos de condiciones cálidas, la magnitud del evento le corresponderá la mayor alcanzada en al menos esos tres meses. Asimismo, las magnitudes de los eventos La Niña y El Niño podrán ser débil, moderado, fuerte y extraordinario.

2.2.2. El Niño “Canónico” y El Niño “Modoki”

La ocurrencia del fenómeno El Niño hasta antes de 1982 y 1983 se había catalogado como “Niño Canónico”²². Autores como Rasmusson y Carpenter publicaron en 1982 un estudio que describía la evaluación temporal “típica” de un evento El Niño (Takahashi, 2014). Este hace referencia al calentamiento del mar que se inicia en la costa peruana durante el otoño y se extiende hacia el oeste, con un máximo calentamiento en el Pacífico central-Oriental durante el verano siguiente²³.

Por otro lado, se ha encontrado eventos El Niño con características anómalas a las ya mencionadas. Entre el año 1999 y la actualidad, los eventos El Niño han presentado una variabilidad de la temperatura superficial más enfocada al pacífico central, con relativamente poca señal en nuestra costa (Takahashi, 2014). Estos hallazgos demuestran la existencia del llamado Niño “Modoki”²⁴, estos eventos muchas veces en el Perú no llegan a percibirse, pero sí en diversas partes del mundo como el Lejano Oriente, Japón, Nueva Zelanda, costa occidental de EE.UU, entre otros (Ashok, K. et al, 2007)²⁵.

2.2.3. Modelo de regresión lineal clásico

Para alcanzar los objetivos propuestos en el plan de tesis se utilizará el enfoque de aproximación del valor económico a través de una función de daño, logrando establecer curvas de daños. El establecimiento de curvas de daños permitirá establecer una relación, una función, entre distintos niveles de daño por un evento natural (inundación) y el costo de los mismos, con ello se busca estimar económicamente los daños mediante una aproximación de sus efectos sobre los costos (Uribe et al 2003).

²² Haciendo referencia al fenómeno El Niño “Típico”.

²³ Comienza el evento calentando la costa peruana entre los meses de marzo y abril, luego y en los meses de invierno-primavera se extiende hasta el pacífico central donde finalmente termina.

²⁴ “Modoki” es una palabra japonesa que significa “algo similar, pero diferente”.

²⁵ Ashok, K. et al (2007) define a El Niño “Modoki” como un “Pseudo-Niño”, mientras que estudios recientes evidencian que El Niño “Modoki” muestra patrones similares a los denominados Niños “Canónicos”, demostrando que ambos eventos son parte de un mismo fenómeno (Takahashi, K. et al, 2011).

Tomando en cuenta la estimación de curvas de daños por inundaciones en zonas habitacionales en México planteado por Baró, Calderón, Esteller y cadena (2005 y 2011) y Baró, Díaz, Esteller y Calderón (2007^a y 2007^b) se utilizará el Modelo de Regresión Lineal Clásico (semilogarítmico) para estudiar la relación que existe entre una variable dependiente y otras variables independientes. La forma general del modelo de regresión lineal es (Greene, 1997):

$$y_i = f(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}) + \varepsilon_i$$

$$= \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i \quad i=1, \dots, n; \quad (1)$$

Donde “y” es la variable dependiente o explicada, x_1, x_2, \dots, x_k son las variables independientes o explicativas y el subíndice “i” indica las “n” observaciones totales. En este contexto, “y” es el regresada y $x_k, k=1, \dots, K$, son los regresores. Al término ε se le denomina perturbación aleatoria, porque perturba la que, de otra manera, sería una relación determinística estable.

Para la estimación del modelo de regresión lineal clásico se utilizará la técnica de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), donde encontrar los parámetros desconocidos de la relación de variables establecidas es el objetivo de la estimación.

Se planteará, para la operalización del plan de tesis, que los Costos de Daños Directos por Inundación (CDDI) están condicionados por la Altura de Lámina de Agua de una inundación (ALA):

$$CDDI = CDDI (ALA) \dots (2)$$

A mayor nivel de agua en una inundación se espera que la magnitud de los daños en una vivienda sea mayor, a partir de (1) se formula el siguiente modelo econométrico:

$$CDDI_i = \beta_1 + \beta_2(ALA_i) + \varepsilon_i \dots (3)$$

2.3. Marco conceptual

La definición de conceptos que se utilizarán a lo largo del plan de tesis permitirá enmarcarnos en los diversos puntos que comúnmente se hacen referencia cuando se aborda el tema de los impactos por desastres naturales, en este caso inundaciones. A continuación se detalla los conceptos de mayor relevancia en el estudio propuesto:

2.3.1. Conceptos generales

Vulnerabilidad y Cambio Climático

La vulnerabilidad se encuentra en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema natural o antrópico (IPCC, 2001). Este último tendrá un impacto en mayor o menor medida de acuerdo a que tan susceptible sea y si su capacidad de adaptación. Para minimizar los posibles efectos del cambio climático recurrir a información histórica, analizarla y extraer conclusiones es lo recomendable.

Gestión de Riesgo de Desastres (GRD)

La gestión de riesgos es el proceso de realizar actividades con la finalidad de prevenir y/o mitigar los impactos que puedan ocasionar los desastres a la población, su patrimonio y al medioambiente. En ese sentido, todo esfuerzo que pase de la identificación a un análisis de exposición al peligro en un área geográfica determinada, permitirá el ordenamiento y reordenamiento del territorio nacional (Indeci, 2011). La GRD busca evitar grandes impactos sobre pérdidas de vidas y propiedades por aquellos fenómenos de la naturaleza que causan desastres (IGP, 2013).

Valoración Económica de Daños Asociados a Desastres

Es la medida a precios de mercado de las pérdidas por la destrucción total o parcial de la infraestructura física, el mobiliario y los enseres con los que cuenta una vivienda en términos de soles constantes, generados a partir de sucesos o eventos que impactan sobre personas en condiciones de vulnerabilidad.

2.3.2. Conceptos específicos²⁶

Desastre

Una interrupción grave en el funcionamiento de una comunidad causando grandes pérdidas a nivel humano, material o ambiental, suficientes para que la comunidad afectada no pueda salir adelante por sus propios medios, necesitando apoyo externo. Los desastres se clasifican de acuerdo a su origen (natural o inducido por el hombre).

Inundaciones

Desbordes laterales de las aguas de los ríos, lagos y mares, cubriendo temporalmente los terrenos bajos, adyacentes a sus riberas, llamadas zonas

²⁶ Véase Glosario de términos del Indeci (Resolución Jefatural N° 476-2006-INDECI).

inundables. Suelen ocurrir en épocas de grandes precipitaciones, marejadas y maremotos (tsunami).

Afectado

Persona o vivienda que sufre perturbación en su ambiente por efectos de un fenómeno de origen natural o inducido por el hombre. Puede requerir de apoyo inmediato para eliminar o reducir las causas de la perturbación para la continuación de la actividad normal.

Para fines de la investigación se considerará afectado a la persona o vivienda que se vio impactada por una inundación, pero que no perdió la totalidad de sus activos.

Damnificado

Persona afectada, parcial o íntegramente por una emergencia o desastre y, que ha sufrido daño o perjuicio a su salud o sus bienes, en cuyo caso generalmente ha quedado sin alojamiento o vivienda en forma total o parcial, permanente o temporalmente, por lo que recibe refugio y ayuda humanitaria temporales. No tiene capacidad propia para recuperar el estado de sus bienes y patrimonio.

Para fines de la investigación se considerará damnificado a la persona o vivienda que se vio impactada por una inundación, pero que perdió la totalidad de sus activos.

Costo de Reposición

Para esta investigación el costo de reposición hace referencia a una estimación para reponer un activo destruido, en este caso una vivienda. El valor fue estimado a partir de una estimación ingenieril ex-ante.

Categorías del Índice Costero El Niño (ICEN)

Las categorías del ICEN utilizadas en el presente documento de tesis son: Neutra, Cálida Débil, Cálida Moderada, Cálida Extraordinaria.

Magnitud del Fenómeno El Niño

Las magnitudes del Fenómeno El Niño utilizadas en este documento son: El Niño débil, moderado y extraordinario. No se consideró la magnitud fuerte, ya que en el periodo de análisis no se presentó.



III. VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1. Variables de la investigación

Se planteó las variables y los indicadores que a continuación se indican:

Variables Dependientes

Valor económico del daño de una vivienda.

Valor económico del daño de las viviendas destruidas

Indicadores:

Costo del daño económico en una vivienda destruida expresado en nuevos soles: variable continua que determina el costo de los daños directos en una vivienda destruida por una inundación en presencia del fenómeno El Niño, según sea el departamento analizado (Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad).

Valor económico del daño de las viviendas afectadas

Indicador:

Costo del daño económico directo en una vivienda afectada expresado en nuevos soles: variable continua que determina el costo de los daños directos en una vivienda afectada por una inundación en presencia del fenómeno El Niño, según sea el departamento analizado (Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad).

Variables Independientes

Categorías del fenómeno El Niño (región 1+2)

Indicadores:

Niño Débil: Se calificará como Niño Débil cuando el Índice Costero El Niño indique tres meses continuos de condiciones cálidas, siendo la mayor condición alcanzada la Débil (ICEN mayor que 0.4 e ICEN menor igual que 1.0) y será 0 cuando se presenten periodos de condiciones normales.

Niño Moderado: Se calificará como Niño Moderado cuando el Índice Costero El Niño indique tres meses continuos de condiciones cálidas, siendo la mayor condición alcanzada la Moderada (ICEN mayor que 1.0 e ICEN menor igual que 1.7) será 0 cuando se presenten periodos de condiciones normales.

Niño Extraordinario: Se calificará como Niño Extraordinario cuando el Índice Costero El Niño indique tres meses continuos de condiciones cálidas, siendo la mayor condición alcanzada la Extraordinaria (ICEN mayor que 3.0) será 0 cuando se presenten periodos de condiciones normales.

Inundaciones

Indicador:

Número de inundaciones: Variable discreta que expresa el número de inundaciones ocurridas.

Daños Sector Vivienda

Indicador:

Número de viviendas destruidas: Variable discreta que expresará el número de viviendas destruidas por una inundación.

Número de viviendas afectadas: Variable discreta que expresará el número de viviendas afectadas por una inundación.

Departamentos

Indicador:

Tumbes: Variable que identificará al departamento de Tumbes.

Piura: Variable que identificará al departamento de Piura.

Lambayeque: Variable que identificará al departamento de Lambayeque.

La Libertad: Variable que identificará al departamento de La Libertad.

Altura de lámina de agua en inundación

Indicador:

Altura de lámina de agua en inundación expresada en metros por metro cuadrado: Variable discreta que expresa la altura (nivel) de altura de lámina de agua en la inundación. Esta variable se utilizará para establecer los porcentajes de afectación que pudiera tener cada uno de los bienes que tienen las viviendas, a partir de la altura de agua que potencialmente entró en la vivienda a causa de la inundación y finalmente incorporarla en la regresión.

3.2. Operacionalización de las variables

Se planteó las variables y los indicadores que a continuación se indican:

VARIABLES DEPENDIENTES

Variable Y: Valor Económico de una vivienda.

Variable Y1 = Costo de viviendas destruidas

Variable Y2 = Costo de vivienda afectada

VARIABLES INDEPENDIENTES

Variable X1 = Categorías del fenómeno El Niño

X1a = Niño Débil

X1b = Niño Moderado

X1c = Niño Extraordinario

Variable X2= Inundaciones

Variable X3= Daños Sector Vivienda

X3a = Número de viviendas destruidas.

X3b = Número de viviendas afectadas.

Variable X4 = Departamentos

Variable X5 = Altura de lámina de agua en inundación

3.3. Hipótesis de investigación

Al analizar la evidencia empírica y el marco teórico presentados se plantean tres hipótesis:

Hipótesis Principal

Las inundaciones en presencia del fenómeno El Niño en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad ocasionan cuantiosas pérdidas económicas en el sector vivienda.

Hipótesis Específicas

- Durante la ocurrencia del fenómeno El Niño en su categoría débil se reporta menores daños económicos en las viviendas destruidas y afectadas por inundaciones respecto al evento El Niño extraordinario en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad.
- Durante la ocurrencia del fenómeno El Niño en su categoría moderado se reporta daños económicos en las viviendas destruidas y afectadas por inundaciones menores a la categoría extraordinario, en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad.
- Durante la ocurrencia del fenómeno El Niño en su categoría extraordinaria se reporta mayores daños económicos en las viviendas destruidas y afectadas por inundaciones, en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad.

IV. METODOLOGÍA

4.1. Tipo de investigación

El presente trabajo tesis tiene dos tipos de investigación: a) Descriptivo y b) Causal. En primer lugar, se realizará un análisis descriptivo de la información obtenida a fin de encontrar las diferencias en los impactos por inundaciones durante la presencia del fenómeno El Niño en sus diversas categorías. En segundo lugar, se buscará establecer una relación causal entre la altura de agua en una inundación y los daños económicos ocasionados sobre las viviendas destruidas y afectadas durante la presencian del fenómeno El Niño en sus diversas categorías, para lo cual se aplicará una modelación y estimación econométrica mediante la técnica de Mínimos Cuadrados Ordinarios. Asimismo, se evaluará la significancia individual y conjunta de los parámetros.

De esta manera se logrará el cálculo del valor económico de los daños potenciales en el sector vivienda por inundaciones durante la ocurrencia de las categorías del fenómeno El Niño en el norte del Perú.

4.2. Población

Se utilizó como población, el total de viviendas afectadas y destruidas según las emergencias reportadas por INDECI durante la ocurrencia de un evento inundación en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad. El espacio de tiempo que abarcará esta investigación será desde enero de 1994 hasta diciembre del 2012 durante temporada de lluvias, en estos se presentaron los siguientes eventos: Neutros (11), El Niño débil seis (06), El Niño moderado uno (01) y El Niño Extraordinario uno (01).

Cabe resaltar que los reportes de emergencia por inundaciones contienen información sobre daños personales (damnificados, afectados) y daños materiales (viviendas destruidas, viviendas afectadas).

4.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la primera etapa de la investigación se utilizó como técnica de recolección de datos el análisis documental, específicamente los institucionales y formales, que permitieron obtener una serie de datos homogéneos.

Este análisis documental lo podemos dividir en 5 partes:

- a) Inventariar y rastrear los diversos documentos que existan y se encuentren a disponibilidad.
- b) Clasificar los documentos identificados.

- c) Seleccionar los documentos más idóneos para los propósitos de nuestra investigación.
- d) Profundidad en la lectura de los documentos seleccionados, para extraer elementos de análisis consistentes con el problema de investigación que abordamos.
- e) Leer en forma cruzada y comparativa los documentos en cuestión, con la finalidad de ir generando una síntesis comprensiva del problema de investigación.

4.4. Procedimiento de recolección de datos

El presente documento de tesis se desarrolló con el apoyo del IGP, mediante el cual se pudo acceder a las instalaciones del Indeci, lográndose esquematizar información que se encontraba en anuarios estadísticos.

Antes de definir el periodo de análisis a abarcar en la investigación se realizó una serie de reuniones con la dirección de Preparación, dirección de Políticas, Planes y Evaluación, y la Sub Dirección de Aplicaciones Estadísticas encontrándose que desde 1984 hasta 1985 existen Boletines Estadísticos del Sistema de Defensa Civil (Sideci), desde 1986 hasta 1993 no se encontró información esquematizada, simplemente reportes administrativos (marginales) emitidos por el Sistema Nacional de Defensa Civil (Sinadeci). Asimismo, la información que si sigue un mismo patrón se encontró en los llamados Estadísticas de las Emergencias Producidas en el Perú emitidos por el Instituto de Defensa Civil (Indeci), los cuales fueron emitidos desde 1994 hasta el año 2000. Finalmente, desde el año 2001 hasta la actualidad que existen los llamados Estadísticos de Prevención y Atención de Desastres, también emitidos por el Indeci.

Después de verificar con qué información se disponía y además que ésta sea confiable y siga una misma forma de recolección se decidió que el periodo de análisis sea desde diciembre de 1993 hasta diciembre del 2012.

El IGP brindó el acceso al Índice Costero El Niño (ICEN), el cual permitió identificar las magnitudes del evento El Niño a partir del ICEN desde diciembre de 1993 hasta diciembre del 2012. En adelante cuando se haga referencia de las magnitudes El Niño deberá entenderse que estas son: Magnitud Neutra, Débil, Moderada y Extraordinaria.

Por otro lado, en la investigación se plantea analizar los impactos por inundaciones. Al respecto debemos precisar que estas ocurren en su mayoría en periodo de lluvias, el mismo que comprende los meses consecutivos de diciembre, enero, febrero, marzo y abril (en adelante, temporadas de lluvias).

En la base de datos obtenida para los departamentos del norte del Perú (Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad) encontraremos los periodos de lluvias, las categorías de los eventos El Niño, daños personales (damnificados y afectados), daños materiales (viviendas destruidas y viviendas afectadas). Asimismo, se calculará el valor económico de las viviendas destruidas y afectadas para los eventos El Niño planteados.

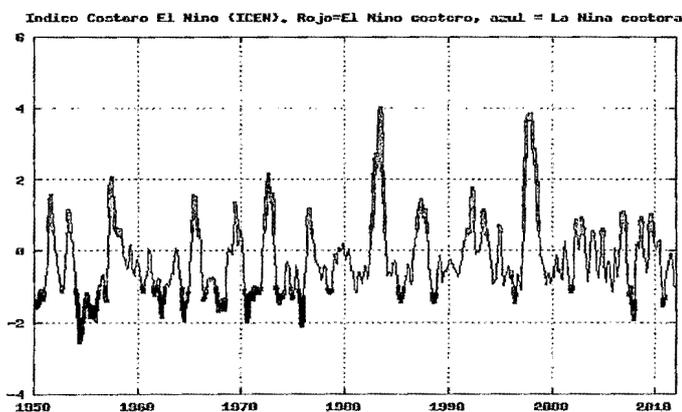
Adicionalmente, se utilizó información de los censos de población y vivienda elaborados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) para identificar las características de las viviendas afectadas para los departamentos del norte del Perú analizados. Así como información sobre precipitaciones a partir del portal web del Senamhi.

4.5. Procesamiento estadístico y análisis de datos

El fenómeno El Niño en el Perú

El fenómeno El Niño en el Perú tiene recurrencia histórica, para su determinación se planteó un instrumento de diagnóstico denominado Índice Costero El Niño (ICEN). En los últimos sesenta años la categoría del fenómeno El Niño que mayores daños ha reportado es el extraordinario (1982-1983 y 1997-1998). En la figura N° 4.1 se muestra en líneas rojas la evolución del ICEN y en líneas azules La Niña.

FIGURA N° 4.1
EL FENÓMENO EL NIÑO Y LA NIÑA EN EL PERÚ



Fuente: ENFEN

Desde el año 50 en adelante se presentó dos (2) veces El Niño Extraordinario, una (1) vez El Niño fuerte, siete (7) El Niño moderado y diez (10) El Niño débil, esta información se puede apreciar en la Tabla N° 4.1.

TABLA N° 4.1
EL FENÓMENO EL NIÑO DESDE 1950 HASTA 2012 EN EL PERÚ

Año Inicial	Mes Inicial	Año Final	Mes Final	Duración (Meses)	Magnitud
1951	5	1951	10	6	Moderado
1953	3	1953	6	4	Débil
1957	3	1958	5	15	Moderado
1965	3	1965	10	8	Moderado
1969	4	1969	7	4	Moderado
1972	3	1973	2	12	Fuerte
1976	5	1976	10	6	Débil
1982	7	1983	11	17	Extraordinario
1986	12	1987	12	13	Moderado
1991	10	1992	6	9	Moderado
1993	3	1993	9	7	Débil
1994	11	1995	1	3	Débil
1997	3	1998	9	19	Extraordinario
2002	3	2002	5	3	Débil
2002	9	2003	1	5	Débil
2003	11	2004	1	3	Débil
2004	10	2004	12	3	Débil
2006	8	2007	2	7	Moderado
2008	7	2008	9	3	Débil
2009	5	2009	10	6	Débil
2012	3	2012	7	5	Débil

Fuente: Comité Técnico ENFEN

Elaboración: Propia

Por otro lado, si restringimos la ocurrencia del fenómeno El Niño al periodo que abarcará la investigación (periodo 1993(dic)-2012(dic)), se obtiene los periodos indicados en la Tabla N° 4.2.

TABLA N° 4.2
EL FENÓMENO EL NIÑO PARA EL PERIODO DE ANÁLISIS EN EL PERÚ

Año Inicial	Mes Inicial	Año Final	Mes Final	Duración (Meses)	Magnitud
1994	11	1995	1	3	Débil
1997	3	1998	9	19	Extraordinario
2002	3	2002	5	3	Débil
2002	9	2003	1	5	Débil
2003	11	2004	1	3	Débil
2004	10	2004	12	3	Débil
2006	8	2007	2	7	Moderado
2008	7	2008	9	3	Débil
2009	5	2009	10	6	Débil
2012	3	2012	7	5	Débil

Fuente: Comité Técnico ENFEN

Elaboración: Propia

En el periodo de tiempo analizado ocurrieron tres (3) de las cuatro (4) categorías del fenómeno El Niño, de las cuales ocho (8) episodios de tuvieron la Niño débil, un (1) Niño moderado y un (1) Niño extraordinario. La determinación de las categorías se realizó a partir del ICEN, basado en la TSM en la zona Niño 1+2 (Piura).

Establecimiento de temporada de lluvias

A partir del Índice Costero El Niño se clasificó por periodos de 5 meses comenzando en diciembre y terminando en abril, desde diciembre de 1993 hasta abril de 2012²⁷. El criterio para establecer estas temporadas e lluvias fue que la ocurrencia de inundaciones se produce durante estos meses cada año, meses denominados “lluviosos” (Indeci, 2011).

Se clasificó a los periodos, según la magnitud del fenómeno El Niño (Niño débil “D”, Niño Moderado “M”, Niño Extraordinario “E”), asimismo se denominó como evento Neutro “N” a las condiciones normales de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) medidas a través del ICEN. Cada periodo tomaría la categoría El Niño que se presente dos o más (Ver anexo N° 2).

A continuación se presenta la tabla N° 4.3 donde se aprecian las temporadas de lluvias y las magnitudes de los eventos El Niño correspondientes al ICEN²⁸:

**TABLA N° 4.3
TEMPORADA DE LLUVIAS DE INUNDACIONES Y MAGNITUDES DE LOS
EVENTOS**

				Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Mag. Evento
dic	1993	abr	1994	N	N	N	N	N	N
dic	1994	abr	1995	D	D	N	N	N	D
dic	1995	abr	1996	N	N	N	N	N	N
dic	1996	abr	1997	N	N	N			D*
dic	1997	abr	1998						
dic	1998	abr	1999	N	N	N	N	N	N
dic	1999	abr	2000	N	N	N	N	N	N
dic	2000	abr	2001	N	N	N	N	N	N
dic	2001	abr	2002	N	N	N	D	D	D
dic	2002	abr	2003	D	D	N	N	N	D
dic	2003	abr	2004	D	D	N	N	N	D
dic	2004	abr	2005	D	N	N	N	N	N

²⁷ Esto se realizó debido a que existe variabilidad en los meses de duración de cada categoría El Niño, lo cual dificulta la tarea de evaluar los daños que en promedio reportaría una inundación en el sector vivienda.

²⁸ Los reportes de emergencia para el evento inundación fueron dados en mayor parte durante los Periodos establecidos y en presencia del fenómeno El Niño.

dic	2005	abr	2006	N	N	N	N	N	N
dic	2006	abr	2007	M	M	M	N	N	M
dic	2007	abr	2008	N	N	N	N	N	N
dic	2008	abr	2009	N	N	N	N	N	N
dic	2009	abr	2010	N	N	N	N	N	N
dic	2010	abr	2011	N	N	N	N	N	N
dic	2011	abr	2012	N	N	N	D	D	D

* Se consideró Débil por inicio de Niño Extraordinario

Fuente: Comité Técnico ENFEN

Elaboración: Propia

Se encontraron 11 eventos que se denominarán neutros (condiciones normales del ICEN), 6 eventos con Niño Débil, 1 con Niño Moderado y 1 con Niño Extraordinario²⁹. Esta información se muestra en la tabla N° 4.5:

TABLA N° 4.4
NÚMERO DE EVENTOS EN TEMPORADAS DE LLUVIAS 1994-2012

Mag. Evento	N° temporadas
N	11
D	6
M	1
E	1
Total	19

Fuente: Comité Técnico ENFEN

Elaboración: Propia

Como se explicó anteriormente en la investigación se pretendió abarcar la mayor cantidad de fenómenos El Niño, para poder comparar eventos con de la misma intensidad en diferentes momentos del tiempo, pero por no contar con una base de datos que vincule las mismas variables a través del tiempo no se pudo abarcar más eventos El Niño moderado y El Niño extraordinario (sólo se obtuvo información para 1 Niño moderado y 1 Niño extraordinario).

Sin embargo, contar con 1 evento Niño moderado y 1 Niño extraordinario, aunque no permite realizar un análisis estadístico profundo, esto no invalida los esfuerzos realizados para cuantificar los daños ocasionados por las inundaciones durante el fenómeno El Niño.

Por otro lado, el fenómeno El Niño no tiene una frecuencia establecida por cada tipo de evento, estos muestran comportamientos muy particulares³⁰. Cabe resaltar que el

²⁹ En el periodo establecido no se encontró presencia del fenómeno El Niño en la categoría fuerte.

³⁰ Es así que 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 maneja el Perú y el resto del

fenómeno El Niño no es un fenómeno que podamos considerar un proceso estacionario, así lo vienen demostrando estudios como el desarrollado en Takahashi et al (2011) donde encuentran en los eventos Niño extraordinarios procesos físicos que tal vez sean distintos a los demás (Takahashi, 2014)³¹.

Finalmente, de la información recolectada, a continuación se realizará el cálculo del valor económico de los daños sobre las viviendas destruidas y afectadas por inundaciones en temporadas de lluvias para los eventos establecidos (neutro, Niño débil, Niño moderado y Niño extraordinario), lo cual se expresara en:

- **Impactos totales de las inundaciones**, es decir todos los impactos por eventos (en número y en términos monetarios) para todo el periodo de análisis en forma agregada. Los impactos totales serán todos los damnificados, afectados, viviendas destruidas y viviendas afectadas para los once (11) temporadas de lluvias neutros, seis (6) Niño débil, un (1) Niño moderado, un (1) Niño extraordinario.
- **Impactos promedio para una inundación**, es decir para cada evento establecido se identificará cuáles son los impactos (en número y en términos monetarios) de una inundación.

El análisis comienza con datos descriptivos sobre daños personales y daños materiales, luego corresponderá el desarrollo de la cuantificación económica para las viviendas destruidas y las viviendas afectadas.

Impactos totales por inundaciones en presencia del fenómeno El Niño durante temporadas de lluvias

En esta sección se detallan los impactos totales de las inundaciones durante los eventos El Niño y neutros en temporada de lluvias (diciembre-abril), es decir todos los impactos por inundaciones durante eventos neutros (se identificó un número de 11), eventos El Niño débiles (se identificó un número de 6), moderado (se identificó 1) y extraordinario (se identificó 1) para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad.

Entre los daños personales se identificó el número de afectados, damnificados, fallecidos, heridos, desaparecidos. Asimismo, para los daños materiales se identificó las viviendas destruidas y las viviendas afectadas.

mundo no es el mismo, y que en la última década estas nociones no han coincidido (Takahashi, 2014).

³¹ El Niño tiene es influenciado por la variabilidad natural en escala decadal, asimismo por efectos del cambio climático (Takahashi, 2014).

A continuación se presenta la tabla N° 4.5 donde se puede apreciar los impactos totales por inundaciones para los departamentos analizados durante temporadas de lluvias.

**TABLA N° 4.5
IMPACTOS TOTALES POR INUNDACIONES EN TEMPORADA DE
LLUVIAS PARA EL NORTE DEL PERÚ (1994-2012)**

Evento	Daños Personales							Daños Materiales	
	Departamento	Inund	Afectados	Damnificados	Fallecidos	Heridos	Desaparecidos	Viv. Destr	Viv. Afect
Neutros (11 temporadas)	Tumbes	19	810	1534	2	0	0	18	776
	Piura	60	14328	18358	1	1	0	1557	12367
	Lambayeque	21	703	3199	6	0	0	297	468
	La Libertad	58	14653	4733	21	2	0	463	6220
	Sub total	158	30494	27824	30	3	0	2335	19831
Débiles (6 temporadas)	Tumbes	29	7610	2924	0	1	0	106	2277
	Piura	29	782	13760	0	1	0	180	2737
	Lambayeque	2	0	99	0	0	0	21	0
	La Libertad	5	14	59	0	0	0	4	15
	Sub total	65	8406	16842	0	2	0	311	5029
Moderado (1 temporadas)	Tumbes	-	-	-	-	-	-	-	-
	Piura	6	2843	23	0	0	0	5	577
	Lambayeque	-	-	-	-	-	-	-	-
	La Libertad	2	810	0	0	0	0	0	0
	Sub total	8	3653	23	0	0	0	5	577
Extraordinario (1 temporadas)	Tumbes	16	1321	9620	4	0	1	966	2561
	Piura	60	93820	128785	43	23	0	19942	42068
	Lambayeque	54	450	60365	50	560	9	12665	4328
	La Libertad	53	2425	32749	5	1	1	6404	1286
	Sub total	183	98016	231519	102	584	11	39977	50243
Total	414	140569	276208	132	589	11	42628	75680	

*Los guiones indican la no ocurrencia de las variables correspondientes.

Fuente: Estadísticas de emergencias y daños del Indeci 1994-2012

Elaboración: Propia

Durante los 11 eventos denominados Neutros, en temporadas de lluvias, se aprecia que el departamento con mayor número de inundaciones es Piura (60), seguido de La Libertad (58), Lambayeque (21) y Tumbes (19). El mayor número de afectados ocurrió en el departamento de La Libertad (14 653), seguido de Piura (14 328), Tumbes (810) y Lambayeque (703). El mayor número de damnificados ocurrió en Piura (18 358), seguido de La Libertad (4 733), Lambayeque (3 199) y Tumbes (1 534). El mayor número de fallecidos ocurrió en La Libertad (21), seguido de Lambayeque (6), Tumbes (2) y Piura (1). El mayor número de heridos ocurrió en La Libertad (2), seguido de Piura (1), en los departamentos de Tumbes y Lambayeque no se presentaron heridos. En ningún departamento se presentó desaparecidos. El

mayor número de viviendas destruidas se presentó en Piura (1 557), seguido de La Libertad (463), Lambayeque (297) y Tumbes (18). El mayor número de viviendas afectadas se presentó en Piura (12 367), seguido de La Libertad (6 220), Tumbes (776) y Lambayeque (468).

Durante los 6 eventos denominados Niños débiles, en temporadas de lluvias, se aprecia que los departamentos con mayor número de inundaciones son Piura (29) y Tumbes (29), seguido de La Libertad (5) y Lambayeque (2). El mayor número de afectados ocurrió en el departamento de Tumbes (7 610), seguido de Piura (782), La Libertad (14), y Lambayeque que no presentó afectados. El mayor número de damnificados ocurrió en Piura (13 760), seguido de Tumbes (2 944), Lambayeque (99) y La Libertad (59). Los heridos sólo se presentaron en Piura (1) y Tumbes (1). En ningún departamento se presentó fallecidos y desaparecidos. El mayor número de viviendas destruidas se presentó en Piura (180), seguido de Tumbes (106), Lambayeque (21) y La Libertad (4). El mayor número de viviendas afectadas se presentó en Piura (2 737), seguido de Tumbes (2 277), La Libertad (15), y en Lambayeque no se presentaron viviendas afectadas.

Durante el evento denominado Niño moderado, en temporadas de lluvias, se aprecia que los departamentos con mayor número de inundaciones son Piura (6) y La Libertad (2). El mayor número de afectados ocurrió en el departamento de Piura (2 843), seguido de La Libertad (810). El departamento que presentó damnificados fue Piura (23). El departamento de Piura fue el único que presentó viviendas destruidas (5). El departamento de Piura fue el único que presentó viviendas afectadas (577). Fallecidos, heridos y desaparecidos no se presentaron durante estos eventos en ningún departamento analizado.

Durante el evento denominado Niño extraordinario, en temporadas de lluvias, se aprecia que el departamento con mayor número de inundaciones es Piura (60), seguido de Lambayeque (54), La Libertad (53) y Tumbes (16). El mayor número de afectados ocurrió en el departamento de Piura (93 820), seguido de La Libertad (2 425), Tumbes (1321) y Lambayeque (450). El mayor número de damnificados ocurrió en Piura (128 785), seguido de Lambayeque (60 365), La Libertad (32 749) y Tumbes (9 620). El mayor número de fallecidos ocurrió en Lambayeque (50), seguido de Piura (43), La Libertad (5) y Tumbes (4). El mayor número de heridos ocurrió en Lambayeque (560), seguido de Piura (23), La Libertad (1) y Lambayeque que no presentó heridos. El mayor número de desaparecido se presentó en Lambayeque (9), Tumbes (1), La Libertad (1) y Tumbes que no presentó desaparecidos. El mayor número de viviendas destruidas se presentó en Piura (19 942), seguido de Lambayeque (12 665), La Libertad (6 404) y Tumbes (966). El mayor número de viviendas afectadas se presentó en Piura (42 068), seguido de Lambayeque (4 328), Tumbes (2 561) y La Libertad (1 286).

Por otro lado, si analizamos los datos por departamentos encontramos que en Tumbes ocurrieron en total 64 inundaciones, de las cuales 45 se dieron durante alguna categoría del fenómeno El Niño (70%). Los afectados totales fueron 9741 personas donde el 92% de estos se presentaron durante alguna categoría El Niño. Los damnificados totales fueron 14 078 personas donde el 89% de estos se presentaron durante alguna categoría El Niño. Los fallecidos totales fueron 6 personas donde el 67% de estos se presentaron durante alguna categoría El Niño. Hubo 1 persona herida y 1 desaparecida estas ocurrieron durante alguna categoría El Niño. Las viviendas destruidas totales fueron 1 090, donde el 98% de estas se presentaron durante alguna categoría El Niño y finalmente las viviendas afectadas fueron 5 614, donde el 86% ocurrió durante el fenómeno El Niño.

En el departamento de Piura ocurrieron en total 155 inundaciones, de las cuales 95 se dieron durante alguna categoría del fenómeno El Niño (61%). Los afectados totales fueron 111 773 personas donde el 87% de estos se presentaron durante alguna categoría El Niño. Los damnificados totales fueron 142 568 personas donde el 89% de estos se presentaron durante alguna categoría El Niño. Los fallecidos totales fueron 44 personas donde el 98% de estos se presentaron durante alguna categoría El Niño. Los heridos totales fueron 25 personas donde el 96% de estos se presentaron durante alguna categoría El Niño. No hubo personas desaparecidas. Las viviendas destruidas totales fueron 21 684, donde el 93% de estas se presentaron durante alguna categoría El Niño y finalmente las viviendas afectadas fueron 57 749, donde el 79% ocurrió durante el fenómeno El Niño.

En el departamento de Lambayeque ocurrieron en total 77 inundaciones, de las cuales 56 se dieron durante alguna categoría del fenómeno El Niño (73%). Los afectados totales fueron 1 153 personas donde el 39% de estos se presentaron durante alguna categoría El Niño. Los damnificados totales fueron 63 663 personas donde el 95% de estos se presentaron durante alguna categoría El Niño. Los fallecidos totales fueron 56 personas donde el 89% de estos se presentaron durante alguna categoría El Niño. Los heridos totales fueron 560 personas donde el 100% de estos se presentaron durante alguna categoría El Niño. Hubo 9 personas desaparecidas y esto se dio durante alguna categoría El Niño. Las viviendas destruidas totales fueron 12 983, donde el 98% de estas se presentaron durante alguna categoría El Niño y finalmente las viviendas afectadas fueron 4 796, donde el 90% ocurrió durante el fenómeno El Niño.

En el departamento de La Libertad ocurrieron en total 118 inundaciones, de las cuales 60 se dieron durante alguna categoría del fenómeno El Niño (51%). Los afectados totales fueron 17 902 personas donde el 18% de estos se presentaron durante alguna categoría El Niño. Los damnificados totales fueron 37 541 personas donde el 87% de estos se presentaron durante alguna categoría El Niño. Los fallecidos totales fueron 26 personas donde el 19% de estos se presentaron durante alguna categoría El Niño. Los heridos totales fueron 3 personas donde el 33% de

estos se presentaron durante alguna categoría El Niño. Hubo 1 persona desaparecida y esta ocurrió durante alguna categoría El Niño. Las viviendas destruidas totales fueron 6 871, donde el 93% de estas se presentaron durante alguna categoría El Niño y finalmente las viviendas afectadas fueron 7 521, donde el 17% ocurrió durante el fenómeno El Niño.

La información de los impactos totales será utilizada en la siguiente sección para determinar los impactos por una inundación promedio durante los periodos establecidos.

Adicionalmente, se estimó la significancia de los impactos de las inundaciones en temporada de lluvias entre los seis (6) eventos Niño débil y los once (11) eventos neutros. Con la información actual no se evidencia una diferencia estadísticamente significativa entre dichos eventos. Sólo el departamento de Tumbes es el que evidenció que las inundaciones y sus impactos en temporada de lluvias durante los eventos El Niño débil son mayores que las inundaciones y sus impactos en temporada de lluvias que se desarrollan durante los eventos neutros. Sin embargo, la significancia estadística no permite una determinación clara de los impactos mencionados. El detalle de los cálculos se encuentra en el anexo N° 3.

Impactos promedio por inundaciones para cada uno de los eventos establecidos en temporada de lluvias

Hasta el momento las temporadas de lluvias establecidas desde diciembre de 1993 hasta diciembre del 2012 son 19, de las cuales 11 se encuentran en eventos neutros, 6 en eventos Niño débiles, 1 en evento Niño moderado y 1 en evento Niño extraordinario.

Luego de identificar el número de temporadas de lluvias y el número e impactos totales de las inundaciones por cada evento neutro, Niño débil, Niño moderado y Niño extraordinario, en esta sección se calculará el promedio de inundaciones, damnificados, afectados, viviendas destruidas y viviendas afectadas por cada temporada de lluvias.

A continuación se presentan en la Tabla N° 4.6 las inundaciones promedio por eventos, la misma que se obtiene a partir de la división del número de inundaciones entre el número de temporada de lluvias.

**TABLA N° 4.6
INUNDACIONES PROMEDIO POR EVENTOS EN EL NORTE DEL PERÚ
DURANTE TEMPORADA DE LLUVIAS (1994-2012)**

Event	Departamento	N° T. Llu	N° Inund	Inund x Period
temporadas)	Tumbes	11	19	2
	Piura	11	60	5

	Lambayeque	11	21	2
	La Libertad	11	58	5
Débil (6 temporadas)	Tumbes	6	29	5
	Piura	6	29	5
	Lambayeque	6	2	0
	La Libertad	6	5	1
Moderado (1 temporadas)	Tumbes	1	-	-
	Piura	1	6	6
	Lambayeque	1	-	-
	La Libertad	1	2	2
Extraordinario (1 temporadas)	Tumbes	1	16	16
	Piura	1	60	60
	Lambayeque	1	54	54
	La Libertad	1	53	53

*Los guiones indican la no ocurrencia de las variables correspondientes.

Fuente: Estadísticas de emergencias y daños del Indeci 1994-2012

Elaboración: Propia

Durante los eventos neutros en promedio los departamentos que más inundaciones presentaron por temporada de lluvias fueron Piura y La Libertad con 5 inundaciones cada uno, seguido de Tumbes y La Libertad; durante los eventos Niño débil los departamentos que más inundaciones presentaron en temporada de lluvias fueron Tumbes y Piura, seguido de La Libertad (Lambayeque en promedio no presentó inundaciones; durante el evento Niño moderado el departamento que presentó en promedio más inundaciones en temporada de lluvias fue Piura con 6 inundaciones, seguido de La Libertad con 2 inundaciones; durante el evento Niño Extraordinario el departamento que presentó mayor número de inundaciones promedio en temporada de lluvias fue Piura (60), seguido de Lambayeque (54), La Libertad (53) y Tumbes (16).

Si analizamos la información de la tabla N° 4.6 a nivel de departamentos encontramos que en Tumbes ocurrieron dos (2) inundaciones en promedio durante los eventos neutros en temporada de lluvias, durante El Niño débil ocurrieron en promedio cinco (5) inundaciones en temporada de lluvias, en presencia de la categoría El Niño moderado no se presentaron inundaciones en temporada de lluvias, y durante El Niño extraordinario se presentó el mayor número de inundaciones en temporada de lluvias siendo estas dieciséis (16). En Piura durante eventos Neutros ocurrieron 5 inundaciones promedio en temporada de lluvias, durante El Niño débil ocurrieron en promedio 5 inundaciones en temporada de lluvias, en presencia de la categoría El Niño moderado se presentó 6 inundaciones en temporada de lluvias, y durante El Niño extraordinario se presentó el mayor número de inundaciones en temporada de lluvias siendo estas 60. En Lambayeque durante eventos Neutros ocurrieron 2 inundaciones promedio en temporada de lluvias, durante El Niño débil no ocurrieron inundaciones en temporada de lluvias, en presencia de la categoría El Niño moderado no ocurrieron inundaciones en temporada de lluvias, y durante El Niño extraordinario se presentó el mayor número de inundaciones en temporada de

lluvias siendo estas 54. En La Libertad durante eventos Neutros ocurrieron 5 inundaciones promedio en temporada de lluvias, durante El Niño débil se presentó 1 inundación promedio en temporada de lluvias, en presencia del evento Niño moderado ocurrió 2 inundaciones en temporada de lluvias, y durante El Niño extraordinario se presentó el mayor número de inundaciones en temporada de lluvias siendo estas 53.

En la tabla N° 4.7 se presentan los damnificados promedio por inundaciones, según eventos en el norte del Perú durante temporada de lluvias.

TABLA N° 4.7
DAMNIFICADOS PROMEDIO POR LAS INUNDACIONES, SEGÚN
EVENTOS EN EL NORTE DEL PERÚ DURANTE TEMPORADA DE LLUVIAS
(1994-2012)

Event	Departamento	N° T. Llu	N° Damnif	Damnif x Period
Neutro (11 temporadas)	Tumbes	11	1534	139
	Piura	11	18358	1669
	Lambayeque	11	3199	291
	La Libertad	11	4733	430
Débil (6 temporadas)	Tumbes	6	2924	487
	Piura	6	13760	2293
	Lambayeque	6	99	17
	La Libertad	6	59	10
Moderado (1 temporadas)	Tumbes	1 -	-	-
	Piura	1	23	23
	Lambayeque	1 -	-	-
	La Libertad	1	0	0
Extraordinario (1 temporadas)	Tumbes	1	9620	9620
	Piura	1	128785	128785
	Lambayeque	1	60365	60365
	La Libertad	1	32749	32749

*Los guiones indican la no ocurrencia de las variables correspondientes.

Fuente: Estadísticas de emergencias y daños del Indeci 1994-2012

Elaboración: Propia

Durante los eventos neutros en promedio los departamentos que más damnificados reportaron por inundaciones en temporada de lluvias fueron Piura (1 669), La Libertad (430), Lambayeque (291) y Tumbes (139); durante los eventos Niño débil los departamentos que más damnificados por inundaciones en temporada de lluvias presentaron fueron Piura (2 293), Tumbes (487), Lambayeque (17) y La Libertad (10); durante el evento Niño moderado el único departamento que presentó en promedio más damnificados por inundaciones en temporada de lluvias fue Piura (23), Tumbes, Lambayeque y La Libertad no presentaron damnificados por inundaciones en temporada de lluvias; durante el evento Niño Extraordinario el

departamento que presentó mayor número de damnificados por inundaciones promedio en temporada de lluvias fue Piura (128 785), seguido de Lambayeque (60 365), La Libertad (32 749) y Tumbes (9 620).

Si analizamos la información de la tabla N° 4.7 a nivel de departamentos encontramos que Tumbes en eventos neutros reportó 139 damnificados por inundaciones en promedio en temporada de lluvias, durante El Niño débil ocurrieron en promedio 487 damnificados por inundaciones en temporada de lluvias, en presencia de la categoría El Niño moderado no se presentaron damnificados por inundaciones en temporada de lluvias, y durante El Niño extraordinario se presentó el mayor número de damnificados por inundaciones en temporada de lluvias siendo estas 9,620; En Piura durante eventos Neutros ocurrieron 1,669 damnificados por inundaciones en promedio en temporada de lluvias, durante El Niño débil ocurrieron en promedio 2,293 damnificados por inundaciones promedio en temporada de lluvias, en presencia del evento Niño moderado se presentó 23 damnificados por inundaciones en temporada de lluvias, y durante El Niño extraordinario se presentó el mayor número de damnificados por inundaciones en temporada de lluvias siendo estas 128 785; En Lambayeque durante periodos Neutros ocurrieron 291 damnificados por inundaciones en promedio en temporada de lluvias, durante El Niño débil ocurrieron en promedio 17 damnificados por inundaciones³² en temporada de lluvias, en presencia del evento Niño moderado no se presentaron damnificados por inundaciones en temporada de lluvias, y durante El Niño extraordinario se presentó el mayor número de damnificados por inundaciones en temporada de lluvias siendo estas 60,365; En La Libertad durante periodos Neutros ocurrieron 430 damnificados por inundaciones en promedio en temporada de lluvias, durante El Niño débil se presentaron 10 damnificados por inundaciones en promedio en temporada de lluvias, en presencia del evento Niño moderado no se presentaron damnificados por inundaciones³³ en temporada de lluvias, y durante El Niño extraordinario se presentó el mayor número de damnificado por inundaciones en temporada de lluvias siendo estas 32,749.

En la tabla N° 4.8 se presentan los afectados promedio por inundaciones, según eventos en el norte del Perú durante temporada de lluvias.

³² En la tabla N° 4.5 se mencionó que en promedio no ocurrían inundaciones, esto se debió a que hubieron muy pocas inundaciones. Sin embargo, en esas pocas inundaciones si existieron damnificados, es por esta razón que si aparecen en la tabla N° 4.5.

³³ Aunque en la tabla N° 4.5 se identificaron 2 inundaciones, estas no presentaron damnificados.

TABLA N° 4.8
AFFECTADOS PROMEDIO POR LAS INUNDACIONES, SEGÚN EVENTOS EN
EL NORTE DEL PERÚ DURANTE TEMPORADA DE LLUVIAS (1994-2012)

Event	Departamento	N° T. Llu	N° Afect	Afect x Period
Neutro (11 temporadas)	Tumbes	11	810	74
	Piura	11	14328	1303
	Lambayeque	11	703	64
	La Libertad	11	14653	1332
Débil (6 temporadas)	Tumbes	6	7610	1268
	Piura	6	782	130
	Lambayeque	6	0	0
	La Libertad	6	14	2
Moderado (1 temporadas)	Tumbes	1 -	-	-
	Piura	1	2843	2843
	Lambayeque	1 -	-	-
	La Libertad	1	810	810
Extraordinario (1 temporadas)	Tumbes	1	1321	1321
	Piura	1	93820	93820
	Lambayeque	1	450	450
	La Libertad	1	2425	2425

*Los guiones indican la no ocurrencia de las variables correspondientes.

Fuente: Estadísticas de emergencias y daños del Indeci 1994-2012

Elaboración: Propia

Durante los eventos neutros en promedio los departamentos que más afectados reportaron por inundaciones en temporada de lluvias fueron La Libertad (1 332), Piura (1 303), Tumbes (74) y Lambayeque (64); durante los eventos Niño débil los departamentos que más afectados por inundaciones en temporada de lluvias presentaron fueron Tumbes (1 268), Piura (130), La Libertad (2) y Lambayeque (0); durante el evento Niño moderado los departamentos que en promedio presentaron más afectados por inundaciones en temporada de lluvias fueron Piura (2 843) y La Libertad (810), Tumbes y Lambayeque no presentaron afectados por inundaciones en temporada de lluvias; durante el evento Niño Extraordinario el departamento que presentó mayor número de afectados por inundaciones promedio en temporada de lluvias fue Piura (93 820), seguido de La Libertad (2 425), Tumbes (1 321) y Lambayeque (450).

Si analizamos la información de la tabla N° 4.8 a nivel de departamentos encontramos que Tumbes en eventos neutros reportó 74 afectados por inundaciones en promedio en temporada de lluvias, durante El Niño débil ocurrieron en promedio 1 268 afectados por inundaciones en temporada de lluvias, en presencia de la categoría El Niño moderado no se presentaron afectados por inundaciones en

temporada de lluvias, y durante El Niño extraordinario se presentó el mayor número de afectados por inundaciones en temporada de lluvias siendo estas 1 321; En Piura durante eventos Neutros ocurrieron 1 303 afectados por inundaciones en promedio en temporada de lluvias, durante El Niño débil ocurrieron en promedio 130 afectados por inundaciones promedio en temporada de lluvias, en presencia del evento Niño moderado se presentó 2 843 afectados por inundaciones en temporada de lluvias, y durante El Niño extraordinario se presentó el mayor número de afectados por inundaciones en temporada de lluvias siendo estas 93 820; En Lambayeque durante periodos Neutros ocurrieron 64 afectados por inundaciones en promedio en temporada de lluvias, durante El Niño débil no ocurrieron afectados en promedio por inundaciones en temporada de lluvias, en presencia del evento Niño moderado no se presentaron afectados por inundaciones en temporada de lluvias, y durante El Niño extraordinario se presentó el mayor número de afectados por inundaciones en temporada de lluvias siendo estos 450; En La Libertad durante periodos Neutros ocurrieron 1 332 afectados por inundaciones en promedio en temporada de lluvias, durante El Niño débil se presentaron 2 afectados por inundaciones en promedio en temporada de lluvias, en presencia del evento Niño moderado se presentaron 810 afectados por inundaciones en temporada de lluvias, y durante El Niño extraordinario se presentó el mayor número de afectados por inundaciones en temporada de lluvias siendo estas 2 425.

En la tabla N° 4.9 se presentan las viviendas destruidas promedio por inundaciones, según eventos en el norte del Perú durante temporada de lluvias.

TABLA N° 4.9
VIVIENDAS DESTRUIDAS PROMEDIO POR LAS INUNDACIONES, SEGÚN
EVENTOS EN EL NORTE DEL PERÚ DURANTE TEMPORADA DE LLUVIAS
(1994-2012)

Event	Departamento	N° T. Llu	N° Viv. Dest	Viv. Dest x Period
Neutro (11 temporadas)	Tumbes	11	18	2
	Piura	11	1557	142
	Lambayeque	11	297	27
	La Libertad	11	463	42
Débil (6 temporadas)	Tumbes	6	106	18
	Piura	6	180	30
	Lambayeque	6	21	4
	La Libertad	6	4	1
Moderado (1 temporadas)	Tumbes	1	-	-
	Piura	1	5	5
	Lambayeque	1	-	-
	La Libertad	1	0	0
ario (1 temp)	Tumbes	1	966	966

Piura	1	19942	19942
Lambayeque	1	12665	12665
La Libertad	1	6404	6404

*Los guiones indican la no ocurrencia de las variables correspondientes.

Fuente: Estadísticas de emergencias y daños del Indeci 1994-2012

Elaboración: Propia

Durante los eventos neutros en promedio los departamentos que más viviendas destruidas reportaron por inundaciones en temporada de lluvias fueron Piura (142), La Libertad (42), Lambayeque (27) y Tumbes (2); durante los eventos Niño débil los departamentos que más viviendas destruidas por inundaciones en temporada de lluvias presentaron fueron Piura (30), Tumbes (18), Lambayeque (4) y La Libertad (1); durante el evento Niño moderado el departamento que tuvo viviendas destruidas en promedio en temporada de lluvias fue Piura (5), Tumbes, Lambayeque y La Libertad no tuvieron viviendas destruidas en promedio por inundaciones en temporada de lluvias; durante el evento Niño Extraordinario el departamento que presentó mayor número de viviendas destruidas por inundaciones promedio en temporada de lluvias fue Piura (19 942), seguido de Lambayeque (12 665), La Libertad (6 404) y Tumbes (966).

Si analizamos la información de la tabla N° 4.9 a nivel de departamentos encontramos que Tumbes en eventos neutros reportó 2 viviendas destruidas por inundaciones en promedio en temporada de lluvias, durante El Niño débil ocurrieron en promedio 18 viviendas destruidas por inundaciones en temporada de lluvias, en presencia de la categoría El Niño moderado no se presentaron viviendas destruidas por inundaciones en temporada de lluvias, y durante El Niño extraordinario se presentó el mayor número de viviendas destruidas por inundaciones en temporada de lluvias siendo estas 966; En Piura durante eventos Neutros ocurrieron 142 viviendas destruidas por inundaciones en promedio en temporada de lluvias, durante El Niño débil ocurrieron en promedio 30 viviendas destruidas por inundaciones promedio en temporada de lluvias, en presencia del evento Niño moderado se presentó 5 viviendas destruidas por inundaciones en temporada de lluvias, y durante El Niño extraordinario se presentó el mayor número de viviendas destruidas por inundaciones en temporada de lluvias siendo estas 19 942; En Lambayeque durante periodos Neutros ocurrieron 27 viviendas destruidas por inundaciones en promedio en temporada de lluvias, durante El Niño débil se presentaron 4 viviendas destruidas en promedio por inundaciones en temporada de lluvias, en presencia del evento Niño moderado no se presentaron viviendas destruidas por inundaciones en temporada de lluvias, y durante El Niño extraordinario se presentó el mayor número de viviendas destruidas por inundaciones en temporada de lluvias siendo estos 12 665; En La Libertad durante periodos Neutros ocurrieron 42 viviendas destruidas por inundaciones en promedio en temporada de lluvias, durante El Niño débil se presentó 1 vivienda destruida por inundaciones promedio en temporada de lluvias, en presencia del evento Niño moderado no se presentaron viviendas destruidas en

temporada de lluvias, y durante El Niño extraordinario se presentó el mayor número de viviendas destruidas por inundaciones en temporada de lluvias siendo estas 6 404.

En la tabla N° 4.10 se presentan las viviendas afectadas promedio por inundaciones, según eventos en el norte del Perú durante temporada de lluvias.

TABLA N° 4.10
VIVIENDAS AFECTADAS PROMEDIO POR LAS INUNDACIONES, SEGÚN
EVENTOS EN EL NORTE DEL PERÚ DURANTE TEMPORADA DE LLUVIAS
(1994-2012)

Event	Departamento	Nº Period	Nº Viv. Afect	Viv. Afect x Period
Neutro (11 temporadas)	Tumbes	11	776	71
	Piura	11	12367	1124
	Lambayeque	11	468	43
	La Libertad	11	6220	565
Débil (6 temporadas)	Tumbes	6	2277	380
	Piura	6	2737	456
	Lambayeque	6	0	0
	La Libertad	6	15	3
Moderado (1 temporadas)	Tumbes	1 -	-	-
	Piura	1	577	577
	Lambayeque	1 -	-	-
	La Libertad	1	0	0
Extraordinario (1 temporadas)	Tumbes	1	2561	2561
	Piura	1	42068	42068
	Lambayeque	1	4328	4328
	La Libertad	1	1286	1286

*Los guiones indican la no ocurrencia de las variables correspondientes.

Fuente: Estadísticas de emergencias y daños del Indeci 1994-2012

Elaboración: Propia

Durante los eventos neutros en promedio los departamentos que más viviendas afectadas reportaron por inundaciones en temporada de lluvias fueron Piura (1 124), La Libertad (565), Tumbes (71) y Lambayeque (43); durante los eventos Niño débil los departamentos que más viviendas afectadas por inundaciones en temporada de lluvias presentaron fueron Piura (456), Tumbes (380), La Libertad (3) y Lambayeque (0); durante el evento Niño moderado el departamento que tuvo viviendas destruidas en promedio en temporada de lluvias fue Piura (577), Tumbes, Lambayeque y La Libertad no tuvieron viviendas afectadas en promedio por inundaciones en temporada de lluvias; durante el evento Niño Extraordinario el departamento que presentó mayor número de viviendas destruidas por inundaciones promedio en

temporada de lluvias fue Piura (42 068), seguido de Lambayeque (4 328), Tumbes (2 561) y La Libertad (1 286).

Si analizamos la información de la tabla N° 4.10 a nivel de departamentos encontramos que Tumbes en eventos neutros reportó 71 viviendas afectadas por inundaciones en promedio en temporada de lluvias, durante El Niño débil ocurrieron en promedio 380 viviendas afectadas por inundaciones en temporada de lluvias, en presencia de la categoría El Niño moderado no se presentaron viviendas afectadas por inundaciones en temporada de lluvias, y durante El Niño extraordinario se presentó el mayor número de viviendas afectadas por inundaciones en temporada de lluvias siendo estas 2 561; En Piura durante eventos Neutros ocurrieron 1 124 viviendas afectadas por inundaciones en promedio en temporada de lluvias, durante El Niño débil ocurrieron en promedio 456 viviendas afectadas por inundaciones promedio en temporada de lluvias, en presencia del evento Niño moderado se presentó 577 viviendas afectadas por inundaciones en temporada de lluvias, y durante El Niño extraordinario se presentó el mayor número de viviendas afectadas por inundaciones en temporada de lluvias siendo estas 42 068; En Lambayeque durante periodos Neutros ocurrieron 43 viviendas afectadas por inundaciones en promedio en temporada de lluvias, durante El Niño débil no se presentaron viviendas afectadas en promedio por inundaciones en temporada de lluvias, en presencia del evento Niño moderado no se presentaron viviendas afectadas por inundaciones en temporada de lluvias, y durante El Niño extraordinario se presentó el mayor número de viviendas afectadas por inundaciones en temporada de lluvias siendo estos 4 328; En La Libertad durante periodos Neutros ocurrieron 565 viviendas afectadas por inundaciones en promedio en temporada de lluvias, durante El Niño débil se presentaron 3 viviendas afectadas por inundaciones promedio en temporada de lluvias, en presencia del evento Niño moderado no se presentaron viviendas afectadas en temporada de lluvias, y durante El Niño extraordinario se presentó el mayor número de viviendas afectadas por inundaciones en temporada de lluvias siendo estas 1 286.

Impactos promedio de una (1) inundación para cada uno de los eventos establecidos en temporada de lluvias

En la tabla N° 4.11 se presentan los damnificados y afectados promedio para una (1) inundación en los eventos establecidos (neutro, Niño débil, Niño moderado y Niño extraordinario) durante temporada de lluvias, la misma que se obtuvo de dividir el número damnificados y afectados por inundaciones promedio por temporada de lluvias (tabla N° 4.7 y N° 4.8) entre el número de inundaciones promedio para los periodos establecidos por temporada de lluvias (tabla N° 4.6).

TABLA N° 4.11
DAMNIFICADOS Y AFECTADOS PROMEDIO DE UNA (1) INUNDACIÓN PARA
LOS EVENTOS ESTABLECIDOS DURANTE TEMPORADA DE LLUVIAS EN EL
NORTE DEL PERÚ (1994-2012)

Evento	Departamento	Damnificados	Afectados
Neutro	Tumbes	70	37
	Piura	334	261
	Lambayeque	146	32
	La Libertad	86	266
	Sub promedio	159	149
Débil	Tumbes	97	254
	Piura	459	4
	Lambayeque	0	0
	La Libertad	10	2
	Sub promedio	142	65
Moderado	Tumbes	0	0
	Piura	4	445
	Lambayeque	0	0
	La Libertad	0	405
	Sub promedio	1	213
Extraordinario	Tumbes	601	83
	Piura	2146	1564
	Lambayeque	1118	8
	La Libertad	618	46
	Sub promedio	1121	425
Promedio Total		356	852

Fuente: Estadísticas de emergencias y daños del Indeci 1994-2012
 Elaboración: Propia

En promedio una inundación para los cuatro departamentos analizados produce 356 damnificados y 852 afectados.

Durante los eventos neutros el departamento que reporta mayores damnificados por una inundación en promedio es Piura, seguido de Lambayeque, La Libertad y Tumbes. Asimismo, durante los eventos neutros el departamento que reporta mayores afectados por una inundación es La Libertad, Piura, Tumbes y La Libertad.

Durante los eventos Niño débil el departamento que reporta mayores damnificados por una inundación en promedio es Piura, seguido de Tumbes, La Libertad y Lambayeque. Asimismo, durante los eventos Niño débil el departamento que reporta mayores afectados por una inundación es Tumbes, Piura, La Libertad y Lambayeque.

Durante los eventos Niño moderado el departamento que reporta mayores damnificados por una inundación en promedio es Piura, Tumbes, La Libertad y Lambayeque no reportaron damnificados. Asimismo, durante los eventos Niño moderado el departamento que reporta mayores afectados por una inundación es Piura y La Libertad, los departamentos de Lambayeque y Tumbes no presentaron afectados.

Durante los eventos Niño moderado el departamento que reporta mayores damnificados por una inundación en promedio es Piura, seguido de Lambayeque, La Libertad y Tumbes. Asimismo, durante los eventos Niño extraordinario el departamento que reporta mayores afectados por una inundación es Piura, seguido de Tumbes, La Libertad y Lambayeque.

En la tabla N° 4.12 se presentan las viviendas destruidas y las viviendas afectadas promedio para una (1) inundación en los eventos establecidos (neutro, Niño débil, Niño moderado y Niño extraordinario) durante temporada de lluvias, la misma que se obtuvo de dividir el número viviendas destruidas y el número de viviendas afectadas promedio por temporada de lluvias (tabla N° 4.9 y N° 4.10) entre el número de inundaciones promedio por temporada de lluvias (tabla N° 4.6).

TABLA N° 4.12
VIVIENDA DESTRUIDA Y AFECTADAS PROMEDIO PARA UNA (1)
INUNDACIÓN EN EL NORTE DEL PERÚ DURANTE PERIODO DE
LLUVIAS (1994-2012)

Evento	Departamento	Viv. Destr	Viv. Afect
Neutro	Tumbes	1	36
	Piura	28	225
	Lambayeque	14	22
	La Libertad	8	113
	Sub promedio	13	99
Débil	Tumbes	4	76
	Piura	6	91
	Lambayeque	0	0
	La Libertad	1	3
	Sub promedio	3	43
Moderado	Tumbes	0	0
	Piura	1	96
	Lambayeque	0	0
	La Libertad	0	0
	Sub promedio	0	24
Extraordinario	Tumbes	60	160
	Piura	332	701
	Lambayeque	235	80
	La Libertad	121	24
	Sub promedio	187	241
Promedio total		51	102

Fuente: Estadísticas de emergencias y daños del Indeci 1994-2012
Elaboración: Propia

En promedio una inundación para los cuatro departamentos analizados produce 51 viviendas destruidas y 102 viviendas afectadas.

Durante los eventos neutros el departamento que reporta mayores viviendas destruidas por una inundación en promedio es Piura, seguido de Lambayeque, La Libertad y Tumbes. Asimismo, durante los eventos neutros el departamento que reporta mayores viviendas afectadas por una inundación es Piura, La Libertad, Tumbes y Lambayeque.

Durante los eventos Niño débil el departamento que reporta mayores viviendas destruidas por una inundación en promedio es Piura, seguido de Tumbes, La Libertad y Lambayeque. Asimismo, durante los eventos Niño débil el departamento que reporta mayores viviendas afectadas por una inundación es Piura, Tumbes, La Libertad y Lambayeque.

Durante los eventos Niño moderado el departamento que reporta mayores viviendas destruidas por una inundación en promedio es Piura. Los departamentos de Tumbes, La Libertad y Lambayeque no reportaron damnificados. Asimismo, durante los eventos Niño moderado el departamento que reporta mayores viviendas afectadas por una inundación es Piura. Los departamentos de La Libertad, los departamentos de Lambayeque y Tumbes no presentaron viviendas afectadas.

Durante los eventos Niño moderado el departamento que reporta mayores viviendas destruidas por una inundación en promedio es Piura, seguido de Lambayeque, La Libertad y Tumbes. Asimismo, durante los eventos Niño extraordinario el departamento que reporta mayores viviendas afectadas por una inundación es Piura, seguido de Tumbes, La Libertad y Lambayeque.

Cuantificación económica de daños en viviendas destruidas por inundaciones en temporada de lluvias

a) Daños económicos en una vivienda destruida

Para encontrar el valor económico de las viviendas destruidas por inundaciones en presencia de las categorías El Niño (Débil, Moderado y Extraordinario), según los departamentos analizados, se utilizará la información existente en los reportes de emergencia del INDECI. Asimismo, se comparó la información en dichos reportes con el costo de reposición de una vivienda destruida.

En los reportes de emergencia se hacen referencia al costo de reconstruir una vivienda destruida en dólares americanos. Ha estos valores económicos de una vivienda destruida para los departamentos analizados se le aplicará las siguientes fórmulas de transferencia, con la finalidad de ajustar por inflación el valor económico hacia nuevos soles del 2013. La fórmula aplicada para obtener los valores actualizados en soles:

$$V.Viviend_Destr_{(S/.)2013} = V.Viviend_Destr_{(USD)_i} \times t/c_i \times fa \dots (4)$$

Dónde:

V. Viviend_Destr = Valor de Vivienda destruida; i = 1997

t/c = Tipo de Cambio³⁴ ;

³⁴ Se utilizarán los datos del tipo de cambio BCRP.

fa = Factor de Actualización³⁵

Aplicando esta fórmula se obtuvo el valor económico de las viviendas destruidas ajustados por inflación a diciembre de 2013, según el departamento analizado. Asimismo, este valor fue convertido a Salarios Mínimos para con el objetivo de que en cualquier momento del tiempo se pueda actualizar el monto en unidades monetarias, sin la necesidad de utilizar un factor correctivo inflacionario.

A partir de la fórmula descrita se determinó que el valor económico de las viviendas destruidas fueron los que se presentan en la tabla N° 4.13 (mayor detalle del cálculo se presenta en el anexo N° 4):

TABLA N° 4.13
COSTO DE UNA VIVIENDA DESTRUIDA POR DEPARTAMENTOS

Departamento	Costo de Viviendas Destruídas (2013)	Costo de Viviendas Destruídas en SM 2013
Tumbes	S/. 17,827.55	23.77
Piura	S/. 17,166.19	22.89
Lambayeque	S/. 7,777.71	10.37
La Libertad	S/. 6,970.57	9.29

Fuente: Estadísticas de emergencias y daños del Indeci 1996-1997

Elaboración: Propia

Por otro lado, con la finalidad de comparar la información sobre los costos de las viviendas destruidas del Indeci, se realizó el costo de reposición de una vivienda destruida. En primer lugar, se caracterizó una vivienda para los cuatro departamentos analizados a partir de la información del censo nacional 1993: IX Población y IV Vivienda. Según dicho Censo se consideró el costo de reposición de una vivienda con las siguientes características³⁶: muros y columnas de picado con mezcla de barro; techos de caña con torta de barro; piso de tierra compactada; puertas de madera "simple"; sanitarios básicos, sin mayólica. Las características descritas pertenecen a una vivienda en condiciones vulnerables, debido a que son estas las que cuentan con una mayor probabilidad de ser destruidas a causa de un desastre natural, en este caso inundaciones³⁷.

El valor económico de reposición de una vivienda destruida obtenido fue de S/. 22 809.32 nuevos soles del 2013 (para detalle del cálculo ver anexo N° 4). Sin

³⁵ Utilizado para acumular inflación.

³⁶ Los datos para el cálculo económico de la reposición al 2013, fueron obtenidos de: Resolución Ministerial N° 241-2012-Vivienda; Decreto Supremo N° 027-2003-Vivienda; revista Costos, edición N° 225; Consultoría realizada por el Colegio de Ingenieros del Perú; catálogo virtual de Sodimac.

³⁷ Las viviendas en buenas condiciones según el Censo de 1993, son aquellas que tienen condiciones adecuadas en pisos y paredes: piso de cemento, loseta, parquet o madera pulida y paredes de ladrillo, madera o piedra (Galarza y Kámiche, 2012).

embargo para la presente investigación se considerará el escenario con un valor económico más conservador, el cual es el propuesto por el Indeci con S/. 17 827.55 nuevos soles. Asimismo, este valor será el representativo para una vivienda destruida en los cuatro departamentos.

b) Daño económico total de las viviendas destruidas por inundaciones

A partir del total de viviendas destruidas en los años y periodos establecidos se obtuvo su valor económico expresado en la tabla N° 4.14. Las categorías N, D, M y E representan condiciones de normales del ICEN, presencia de El Niño débil, El Niño Moderado y El Niño Extraordinario respectivamente. Adicionalmente, en la última columna de la derecha se muestra el valor económico que tendría una inundación promedio sobre las viviendas destruidas expresadas en Salarios Mínimos (SM).

**TABLA N° 4.14
DAÑO ECONÓMICO TOTAL DE LAS VIVIENDAS DESTRUIDAS POR
INUNDACIONES (1994-2012)**

Mag Even	Departamento	Costo total	Costo SM	%
Neutro (11 temporadas)	Tumbes	S/. 320,895.90	427.86	1%
	Piura	S/. 27,757,495.35	37009.99	67%
	Lambayeque	S/. 5,294,782.35	7059.71	13%
	La Libertad	S/. 8,254,155.65	11005.54	20%
	Sub total	S/. 41,627,329.25	55503.11	100%
Débil (6 temporadas)	Tumbes	S/. 1,889,720.30	2519.63	34%
	Piura	S/. 3,208,959.00	4278.61	58%
	Lambayeque	S/. 374,378.55	499.17	7%
	La Libertad	S/. 71,310.20	95.08	1%
	Sub total	S/. 5,544,368.05	7392.49	100%
Moderado (1 temporadas)	Tumbes	S/. 0.00	0	0%
	Piura	S/. 89,137.75	118.85	100%
	Lambayeque	S/. 0.00	0	0%
	La Libertad	S/. 0.00	0	0%
	Sub total	S/. 89,137.75	118.85	100%
Extraordinario (1 temporadas)	Tumbes	S/. 17,221,413.30	22961.88	2%
	Piura	S/. 355,517,002.10	474022.67	50%
	Lambayeque	S/. 225,785,920.75	301047.89	32%
	La Libertad	S/. 114,167,630.20	152223.51	16%
	Sub total	S/. 712,691,966.35	950255.96	100%
Total		S/. 759,952,801.40	1013270.40	

Fuente: Estadísticas de emergencias y daños del Indeci 1994-2012

Elaboración: Propia

Las inundaciones ocurridas desde diciembre de 1993 hasta diciembre de 2012 en temporada de lluvias (diciembre – abril) suman una pérdida económica total en el las

viviendas destruidas de aproximadamente 759 millones de Nuevos Soles o lo que expresado en Salarios Mínimos (SM) sería aproximadamente 1 millón. Asimismo, si sólo analizamos el valor económico de las viviendas destruidas durante el fenómeno El Niño encontramos que este ascendería aproximadamente 718 millones de soles al 2013 o aproximadamente a 958 mil SM.

El departamento del norte peruano más afectado por el fenómeno El Niño es Piura (S/. 358' 815 098.85 Nuevos Soles o 478 410.13 SM), seguido de Lambayeque (S/. 226' 160 229.30 Nuevos Soles o 301 547.07 SM), La Libertad (S/. 114' 238 940.40 o 152 318.59 SM) y Tumbes (S/. 19' 111 133.60 Nuevos Soles o 25 481.51 SM).

Durante los eventos neutros para los cuatro departamentos analizados el valor económico perdido por las viviendas destruidas fue de aproximadamente 42 millones de Nuevos Soles o aproximadamente 56 mil SM.

Durante los eventos Niño débil para los cuatro departamentos analizados el valor económico perdido por las viviendas destruidas fue de aproximadamente 6 millones de Nuevos Soles o aproximadamente 7 mil SM.

Durante los eventos Niño moderado para los cuatro departamentos analizados el valor económico perdido por las viviendas destruidas fue de aproximadamente 89 mil Nuevos Soles o aproximadamente 118 SM.

Durante los eventos Niño extraordinario para los cuatro departamentos analizados el valor económico perdido por las viviendas destruidas fue de aproximadamente 713 millones de Nuevos Soles o aproximadamente 950 mil SM.

Si analizamos el valor económico en viviendas destruidas a causa de las inundaciones durante alguna categoría El Niño para los cuatro departamentos, encontramos que la categoría extraordinaria es ampliamente más impactante. Seguida por la categoría débil y finalmente la categoría moderada.

Por otro lado, las pérdidas económicas de las inundaciones por viviendas destruidas durante evento neutro (condiciones normales del ICEN) son mayores que lo evidenciado en presencia de los Niños débiles y moderados, pero menor que las categoría extraordinaria.

Del total del valor económico de las viviendas destruidas según los eventos establecidos en la investigación el 93.78% ocurrió durante el fenómeno El Niño extraordinario, eventos neutros (5.48%), categoría débil (0.73%) y moderada (0.01%) respectivamente (ver tabla N° 4.15).

TABLA N° 4.15
VIVIENDAS DESTRUIDAS COMO PORCENTAJES, SEGÚN LAS
CATEGORÍAS ESTABLECIDAS (1994-2012)

Mag Evento	Porcentaje (%)
Neutro	5.48%
Niño Débil	0.73%
Niño Moderado	0.01%
Niño Extraordinario	93.78%
Total	100.00%

Elaboración: Propia

c) Daño económico promedio de las viviendas destruidas por una inundación en temporada de lluvias

De la información presentada anteriormente se puede establecer las viviendas que se destruyen en promedio por una inundación (ver tabla N° 4.12). Asimismo, ya habiendo encontrado el valor económico de una vivienda destruida, a continuación en la tabla N° 4.16 se presenta el valor económico que una inundación promedio puede ocasionar para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad en cada uno de los eventos establecidos.

El promedio de daño económico en viviendas destruidas por una inundación durante temporada de lluvias es de 904 mil Nuevos Soles. Asimismo, el promedio de daño económico en viviendas destruidas por una inundación en temporada de lluvias para el evento neutro es de aproximadamente 227 mil Nuevos Soles. El promedio de daño económico en viviendas destruidas por una inundación en temporada de lluvias para el evento Niño débil es de aproximadamente 49 mil Nuevos Soles. El promedio de daño económico en viviendas destruidas por una inundación en temporada de lluvias para el evento Niño moderado es de aproximadamente 4 mil Nuevos Soles. El promedio de daño económico en viviendas destruidas por una inundación en temporada de lluvias para el evento Niño extraordinario es de aproximadamente 3 millones de Nuevos Soles.

Durante los eventos establecidos el departamento que tiene un mayor impacto promedio por una inundación sobre viviendas destruidas en temporada de lluvias es Piura (S/. 1 635 677.71, seguido de Lambayeque (S/. 1 109 764.99), La Libertad (S/. 579 395.38) y Tumbes (S/. 289 697.69).

Durante los eventos neutros el departamento que tiene un mayor impacto promedio por una inundación sobre viviendas destruidas en temporada de lluvias es Piura (S/. 499 171.40) seguido de Lambayeque (S/. 249 585.70), La Libertad (S/. 142 620.40) y Tumbes (S/. 17 827.55).

Durante los eventos Niño débiles el departamento que tiene un mayor impacto promedio por una inundación sobre las viviendas destruidas es Piura (S/. 106 965.30), seguido de Tumbes (S/. 71 310.20) y La Libertad (S/. 17 827.55), en Lambayeque no se reportaron viviendas destruidas en una inundación promedio.

Durante el evento Niño moderado el departamento que tiene un mayor impacto promedio por una inundación sobre las viviendas destruidas es Piura (S/. 17 827.55). Tumbes, Lambayeque y La Libertad no reportaron viviendas destruidas en una inundación promedio.

Durante el evento Niño extraordinario el departamento que tiene un mayor impacto promedio por una inundación sobre las viviendas destruidas es Piura (S/. 5 918 746.60), seguido de Lambayeque (S/. 4 189 474. 25), La Libertad (S/. 2 157 133.55) y Tumbes (S/. 1 069 653.00).

Si analizamos la información de la tabla N° 4.15 a nivel departamental por los eventos planteados se encuentra que en el departamento de Tumbes una inundación durante el Niño extraordinario reporta mayores daños en viviendas destruidas (S/. 1 069 653.00), seguida del Niño débil (S/. 71 310.21), neutro (S/. 17 827.55) y finalmente Niño moderado (no hubo daño). En Piura una inundación durante el Niño extraordinario reporta mayores daños en viviendas destruidas (S/. 5 918 746.60), seguida del evento neutro (S/. 499 171.40), Niño débil (S/. 106 965.30) y finalmente Niño moderado (S/. 17 827.55). En Lambayeque una inundación durante el Niño extraordinario reporta mayores daños en viviendas destruidas (S/. 4 189 474.25), seguida del evento neutro (S/. 249 585.70), para Lambayeque los eventos Niño débil y moderado no reportaron daños en viviendas destruidas por una inundación. En La Libertad una inundación durante el Niño extraordinario reporta mayores daños en viviendas destruidas (S/. 2 157 133.55), seguida del evento neutro (S/. 142 620.40) y Niño débil (S/. 17 827.55), para La Libertad el evento Niño moderado no reportó daños en viviendas destruidas por una inundación.

En tres de los cuatro departamentos (Piura, Lambayeque y La Libertad) las condiciones neutras reportan mayores daños económicos en viviendas destruidas por una inundación frente a la categoría débil y moderada del fenómeno El Niño. Asimismo, es clara la diferencia entre la categoría El Niño extraordinario con las demás categorías establecidas para todos los departamentos.

Si analizamos el valor económico en viviendas destruidas en promedio a causa de las inundaciones durante algún evento El Niño para los cuatro departamentos, encontramos que el evento extraordinario es ampliamente más impactante (S/. 3 333 751.85). Seguida por el evento débil (S/. 49 025.76) y finalmente el evento moderado (S/. 4 456.89).

Por otro lado, las pérdidas económicas de una inundación sobre las viviendas destruidas en promedio para los 4 departamentos analizados durante eventos neutros (S/. 227 301.26) son mayores que lo evidenciado en presencia del evento Niño débil (S/. 49 025.76) y Niño moderado (S/. 4 456.89), pero menor que el evento Niño extraordinario (S/. 3 333 751.85).

TABLA N° 4.16
DAÑO ECONÓMICO DE LAS VIVIENDAS DESTRUIDAS POR UNA
INUNDACIÓN DURANTE TEMPORADA DE LLUVIAS (1994-2012)

Evento	Departamento	Costo promedio	Costo SM
Neutro	Tumbes	S/. 17,827.55	23.77
	Piura	S/. 499,171.40	665.56
	Lambayeque	S/. 249,585.70	332.78
	La Libertad	S/. 142,620.40	190.16
	Sub Promedio	S/. 227,301.26	303.07
Débil	Tumbes	S/. 71,310.20	95.08
	Piura	S/. 106,965.30	142.62
	Lambayeque	S/. 0.00	0.00
	La Libertad	S/. 17,827.55	23.77
	Sub Promedio	S/. 49,025.76	65.37
Moderado	Tumbes	S/. 0.00	0
	Piura	S/. 17,827.55	22.89
	Lambayeque	S/. 0.00	0
	La Libertad	S/. 0.00	0
	Sub Promedio	S/. 4,456.89	5.72
Extraordinario	Tumbes	S/. 1,069,653.00	1426.20
	Piura	S/. 5,918,746.60	7891.66
	Lambayeque	S/. 4,189,474.25	5585.97
	La Libertad	S/. 2,157,133.55	2876.18
	Sub Promedio	S/. 3,333,751.85	4445.00
Promedio Total		S/. 903,633.94	1204.79

Fuente: Estadísticas de emergencias y daños del Indeci 1994-2012
 Elaboración: Propia

Asimismo, se obtuvo el valor económico promedio de las pérdidas en viviendas destruidas en términos de Salarios Mínimos peruano, con la finalidad que en cualquier momento del tiempo se pueda actualizar el monto en unidades monetarias, sin la necesidad de utilizar un factor correctivo de inflación.

Cuantificación económica de daños en viviendas afectadas por inundaciones en temporada de lluvias

- a) **Daño económico total de una viviendas afectada por inundaciones en temporada de lluvias**

Con base a la información contenida en los censos nacionales de población y vivienda (INEI, 1993 y 2007) se definió una vivienda tipo para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad, los cuales permitirán identificar el número de bienes existentes (radio, refrigeradora, televisor). Adicionalmente, en el marco de esta investigación, se incluyeron otros bienes como son los mobiliarios (cocina, sala-comedor, colchón) y los de ropa y calzado, los cuales no se contemplan como información en los censos. Finalmente, una vivienda tipo contaría con los siguientes bienes (ver tabla N° 4.17):

TABLA N° 4.17
CARACTERIZACIÓN DE LOS BIENES DE UNA VIVIENDA
VULNERABLE PARA LOS DEPARTAMENTOS DE ESTUDIO (1994-2012)

Bienes en la vivienda	N°	Costo Unitario	Costo Total	Costo SM
Cocina (a)	1	S/. 299	S/. 299	0.4
Colchón (c)	2	S/. 200	S/. 400	0.5
Radio (a)	1	S/. 149	S/. 149	0.2
Refrigeradora (a)	1	S/. 699	S/. 699	0.9
Ropa (e)	6	S/. 100	S/. 600	0.8
Sala-Comedor (d)	2	S/. 200	S/. 400	0.5
Televisor (b)	1	S/. 300	S/. 300	0.4
Total			S/.2,847	3.8

a) El costo de la cocina, la radio, la refrigeradora fue obtenido del catálogo virtual de Hiraoka (www.hiraoka.com.pe).

b) El costo del televisor fue obtenido del catálogo virtual de Mercado Libre (www.mercadolibre.com.pe).

c) El costo del colchón fue obtenido del catálogo virtual de la empresa Linio (www.linio.com.pe).

d) El costo de la sala-comedor (mesa con 4 sillas) fue obtenido en el catálogo virtual de Sodimac (www.sodimac.com.pe).

e) Se ha considerado que las viviendas cuentan en promedio con seis (6) personas, esto según los censos nacionales de población y vivienda (INEI, 1993 y 2007) y la tasa de crecimiento intercensal. Asimismo, se consideró ropa y calzado para cada una de las seis (6) personas.

Fuente: Censos nacionales de población y vivienda (INEI, 1993 y 2007)

Elaboración: Propia

Una vez definido los bienes existentes en una vivienda, así como su valor monetario en nuevos soles, así como el valor correspondiente a número de salarios mínimos vitales³⁸, se determinó el porcentaje de afectación de estos bienes en función del nivel alcanzado de agua dentro de la vivienda (ver tabla N° 4.18). Este análisis se realizó con el objetivo de tener una cuantificación más realista del valor del daño producido en las viviendas afectadas por el contacto de los bienes con el agua.

³⁸ Teniendo en cuenta que el salario mínimo vital equivale a S/. 750 nuevos soles para el año 2014 (www.mintra.gob.pe).

TABLA N° 4.18
PORCENTAJE DE AFECTACIÓN SOBRE LOS BIENES POR
INUNDACIÓN SEGÚN LÁMINA DE AGUA QUE PENETRÓ EN LA
VIVIENDA

Bienes en la vivienda	Altura de lámina de agua (m)									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1	1.4	2.5
Cocina					40	60	80	90	100	100
Colchón			40	60	70	80	85	90	100	100
Radio					10	50	70	100	100	100
Refrigeradora	30	70	75	80	90	1	100	100	100	100
Ropa			10	20	25	40	60	80	100	100
Sala Comedor	10	30	50	50	50	60	60	70	70	100
Televisor					10	40	90	100	100	100

Fuente: Baró, Calderón, Esteller y Cadena (2005, 2011)

Elaboración: Propia

Los intervalos de Altura de Lámina de Agua se establecieron de acuerdo al nivel de afectación que pudiera tener cada uno de los bienes establecidos para una vivienda. Para ellos se consideró, en el caso de los electrodomésticos, la altura de ubicación del motor, y el caso de los muebles, sus dimensiones promedio.

Las alturas de lámina de agua utilizadas fueron .10, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50, 0.70, 0.90, 1.00, 1.40 y 2,50 (expresadas en metros). No se definieron más alturas, ya que para la última los daños alcanzan un valor de 100%³⁹.

Una vez determinado el porcentaje de afectación, este se multiplicó por el valor de cada uno de los bienes en nuevos soles, donde fueron obtenidos los valores presentados en la tabla N° 4.19. Así se obtuvo el valor económico de para cada altura de lámina de agua.

TABLA N° 4.19
DAÑO ECONÓMICO DE UNA VIVIENDA AFECTADA POR
INUNDACIONES, SEGÚN EL PORCENTAJE DE AFECTACIÓN

Bienes en la vivienda	Costo Total	Altura de lámina de agua (m)									
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1	1.4	2.5
Cocina	S/.299					40%	60%	80%	90%	100%	100%
Colchón	S/.400			40%	60%	70%	80%	85%	90%	100%	100%
Radio	S/.149					10%	50%	70%	100%	100%	100%
Refrigeradora	S/.699	30%	70%	75%	80%	90%	100%	100%	100%	100%	100%
Ropa	S/.600			10%	20%	25%	40%	60%	80%	100%	100%
Sala-Comedor	S/.400	10%	30%	50%	50%	50%	60%	60%	70%	70%	100%
Televisor	S/.300					10%	40%	90%	100%	100%	100%

Fuente: Baró, Calderón, Esteller y Cadena (2005, 2011)

Elaboración: Propia

³⁹ Las viviendas que se afectan por las inundaciones son viviendas aledañas a riberas de los ríos, en muchos casos de condiciones precarias. Es decir, estas son básicamente de un solo piso.

Para calcular el valor económico de los daños directos en las viviendas afectadas, se verificará la influencia de la altura de lámina de agua por las inundaciones sobre el costo económico de los daños en una vivienda, según el departamento analizado. Para esto se efectuó una regresión del siguiente modelo econométrico:

$$CDDI_{ij} = \beta_1 + \beta_2(ALA_i) + \varepsilon_i$$

Donde CDDI es el Costo del Daño Directo por Inundación y ALA es la Altura de Lámina de Agua, "i" identificará a los Departamentos y "j" identificará a la Categoría del Fenómeno El Niño. El modelo de regresión será lineal.

Después de la estimación econométrica se obtuvieron los siguientes resultados (para más detalle de la estimación ver el anexo N° 5):

TABLA N° 4.20
ESTIMACIÓN ECONOMÉTRICA DEL DAÑO ECONÓMICO POR
INUNDACIONES EN VIVIENDAS AFECTADAS

Variables	Estimadores
Altura Lámina de Agua	1153.52*** (253.71)
Constante	697.00** (266.82)
Observaciones	10
Prob [F]	0.00
F	20.67
R-Cuadrado	0.72
R-Cuadrado Ajustado	0.69

*** p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

Elaboración: Propia

Con base a la regresión planteada fue posible estimar el CDDI en una vivienda asumiendo una lámina de agua de 0.28 m⁴⁰, es decir:

CDDI= 697 + 1153.52*(0.28) = 1 019.98 Nuevos Soles, lo que equivale a 1.36 Salarios Mínimos (SM). Este valor se multiplicó por el número de viviendas afectadas totales para las inundaciones ocurridas durante las categorías El Niño débil, moderado y extraordinario, así como para las condiciones neutras del ICEN.

b) Daño económico total de las viviendas afectadas por inundaciones en temporada de lluvias

⁴⁰ La Altura de Lámina de Agua se definió a partir de la información referente a las precipitaciones que ocurrieron durante las inundaciones reportadas, según la información de los datos históricos sobre precipitaciones del SENAMHI. (ver www.senamhi.gob.pe).

El valor económico total de las viviendas afectadas por las inundaciones sería de aproximadamente 77 millones de Nuevos Soles, lo que en SM equivale a aproximadamente 103 mil SM.

Los daños totales por categoría establecida en la investigación serían los siguientes en orden de magnitud: El Niño categoría extraordinario es de aproximadamente 51 millones de Nuevos Soles, eventos neutros es de aproximadamente 20 millones de Nuevos Soles, El Niño categoría débil es de aproximadamente 5 millones de Nuevos Soles y El Niño Moderado es de aproximadamente 683 mil Nuevos Soles.

TABLA N° 4.21
DAÑO ECONÓMICO TOTAL DE LAS VIVIENDAS AFECTADAS POR
INUNDACIONES EN TEMPORADA DE LLUVIAS (1994-2012)

Evento	Departamento	Costo total	Costo SM	%
Neutro (11 temporadas)	Tumbes	S/. 791,506.19	1055.34	4%
	Piura	S/. 12,614,119.87	16818.83	62%
	Lambayeque	S/. 477,351.67	636.47	2%
	La Libertad	S/. 6,344,289.28	8459.05	31%
	Sub total	S/. 20,227,267.01	26969.69	100%
Débil (6 temporadas)	Tumbes	S/. 2,322,499.47	3096.67	45%
	Piura	S/. 2,791,691.28	3722.26	54%
	Lambayeque	S/. 0.00	0.00	0%
	La Libertad	S/. 15,299.73	20.40	0.3%
	Sub total	S/. 5,129,490.48	6839.32	100%
Moderado (1 temporada)	Tumbes	-	-	-
	Piura	S/. 588,529.73	784.71	100%
	Lambayeque	-	-	-
	La Libertad	S/. 0.00	0.00	0%
	Sub total	S/. 588,529.73	784.71	100%
Extraordinario (1 temporada)	Tumbes	S/. 2,612,174.41	3482.90	5%
	Piura	S/. 42,908,611.19	57211.48	84%
	Lambayeque	S/. 4,414,482.96	5885.98	9%
	La Libertad	S/. 1,311,697.11	1748.93	2.6%
	Sub total	S/. 51,246,965.67	68329.29	100%
Total		S/. 77,192,252.90	102923.00	

Fuente: Estadísticas de emergencias y daños del Indeci 1994-2012

Elaboración: Propia

Durante los eventos neutros, el departamento que mayores daños en viviendas afectadas reportó por inundaciones en temporadas de lluvias fue Piura (S/. 12 614 119.87), seguido de La Libertad (S/. 6 344 289.28), Tumbes (S/. 791 506.19), La Libertad (S/. 477 351.67).

Durante los eventos débiles, el departamento que mayores daños en viviendas afectadas reportó por inundaciones en temporadas de lluvias fue Piura (S/. 2 791 691.28), Tumbes (S/. 2 322 499.47), La Libertad (S/. 15 299.73). El departamento de Lambayeque no reportó viviendas afectadas.

Durante el evento Moderado, el único departamento que reportó daños en viviendas afectadas por inundaciones en temporadas de lluvias fue Piura (S/. 588 529.73). Tumbes, Lambayeque y La Libertad no presentaron daños en viviendas afectadas por inundaciones durante temporada de lluvias.

Durante el evento extraordinario, el departamento que mayores daños en viviendas afectadas reportó por inundaciones en temporadas de lluvias fue Piura (S/. 42 908 611.19), seguido de Lambayeque (S/. 4 414 482.96), La Libertad (S/. 1 311 697.11) y finalmente Tumbes (S/. 2 612 174.41).

Los eventos, moderado y extraordinario del fenómeno El Niño suman S/. 56 964 985.89 nuevos soles. Asimismo, los eventos neutros suman S/. 20 227 267.01 nuevos soles.

El evento extraordinario del fenómeno El Niño representa el 66.39% del total de los daños por viviendas afectadas durante inundaciones en temporada de lluvias, seguido del evento neutro con 26.20%, el evento Niño débil 6.65% y finalmente el evento Niño moderado 0.76%.

c) Daño económico promedio de las viviendas afectadas por una inundación en temporada de lluvias

De la información presentada anteriormente se puede establecer las viviendas que se afectan en promedio por una inundación (ver tabla N° 4.12). Asimismo, ya habiendo encontrado el valor económico de una vivienda afectada, a continuación en la tabla N° 4.20 se presenta el valor económico que una inundación promedio puede ocasionar para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad en cada uno de los eventos establecidos en temporadas de lluvias.

El promedio de daño económico en viviendas afectadas por una inundación durante temporada de lluvias para los cuatro departamentos analizados es de 103 mil Nuevos Soles. Asimismo, el promedio de daño económico en viviendas afectadas por una inundación en temporada de lluvias para el evento neutro es de aproximadamente 101 mil Nuevos Soles. El promedio de daño económico en viviendas afectadas por una inundación en temporada de lluvias para el evento Niño débil es de aproximadamente 43 mil Nuevos Soles. El promedio de daño económico en viviendas afectadas por una inundación en temporada de lluvias para el evento Niño moderado es de aproximadamente 24 mil Nuevos Soles. El promedio de daño económico en viviendas afectadas por una inundación en temporada de lluvias para el evento Niño extraordinario es de aproximadamente 246 mil Nuevos Soles.

Durante los eventos neutros el departamento que tiene un mayor impacto promedio por una inundación sobre viviendas afectadas en temporada de lluvias es Piura (S/. 229 496.00), seguido de La Libertad (S/. 115 257.99), Tumbes (S/. 36 719.36) y Lambayeque (S/. 22 439.61).

Durante los eventos Niño débiles el departamento que tiene un mayor impacto promedio por una inundación sobre las viviendas afectadas en temporada de lluvias es Piura (S/. 92 818.38), seguido de Tumbes (S/. 77 518.65) y La Libertad (S/. 3 059.95). Lambayeque no reportaron viviendas destruidas en una inundación promedio.

Durante el evento Niño moderado el departamento que tiene un mayor impacto promedio por una inundación sobre las viviendas afectadas es Piura (S/. 97 918.29). Tumbes, Lambayeque y La Libertad no reportaron viviendas afectadas en una inundación promedio.

Durante el evento Niño extraordinario el departamento que tiene un mayor impacto promedio por una inundación sobre las viviendas afectadas es Piura (S/. 715 007.52), seguido de Tumbes (S/. 163 197.15), Lambayeque (S/. 81 598.58) y La Libertad (S/. 24 479.57).

Si analizamos la información de la tabla N° 4.22 a nivel departamental por los eventos planteados se encuentra que en el departamento de Tumbes una inundación durante el Niño extraordinario reporta mayores daños en viviendas afectadas en temporada de lluvias (S/. 163 197.15), seguida del Niño débil (S/. 77 518.65), neutro (S/. 36 719.36) y finalmente Niño moderado que no presentó viviendas afectadas en promedio por una inundación. En Piura una inundación durante el Niño extraordinario reporta mayores daños en viviendas afectadas (S/. 715 007.52), seguida del evento neutro (S/. 229 496.00), Niño moderado (S/. 97 918.29) y finalmente Niño débil (S/. 92 818.38). En Lambayeque una inundación durante el Niño extraordinario reporta mayores daños en viviendas afectadas (S/. 81 598.58), seguida del evento neutro (S/. 22 439.61), en Lambayeque los eventos Niño débil y moderado no reportaron daños en viviendas afectadas por una inundación. En La Libertad una inundación durante el evento denominado neutro reportó los mayores daños en viviendas afectadas (S/. 115 257.99), seguida del evento Niño extraordinario (S/. 24 479.57) y Niño débil (S/. 3 059.95), en La Libertad el evento Niño moderado no reportó daños en viviendas afectadas por una inundación.

En tres de los cuatro departamentos (Piura, Lambayeque y La Libertad) las condiciones neutras reportan mayores daños económicos en viviendas destruidas frente a la categoría débil y moderada del fenómeno El Niño. Asimismo, es clara la diferencia entre la categoría El Niño extraordinario con las demás categorías establecidas para todos los departamentos, salvo el departamento de La Libertad,

donde las el valor económico de las viviendas afectadas en el evento neutro son mayores al monto encontrado durante el evento Niño extraordinario.

TABLA N° 4.22
DAÑO ECONÓMICO PROMEDIO DE LAS VIVIENDAS AFECTADAS
POR UNA INUNDACIÓN DURANTE TEMPORADA DE LLUVIAS (1994-
2012)

Evento	Departamento	Costo promedio	Costo SM
Neutro	Tumbes	S/. 36,719.36	48.96
	Piura	S/. 229,496.00	305.99
	Lambayeque	S/. 22,439.61	29.92
	La Libertad	S/. 115,257.99	153.68
	Sub Promedio	S/. 100,978.24	134.64
Débil	Tumbes	S/. 77,518.65	103.36
	Piura	S/. 92,818.38	123.76
	Lambayeque	S/. 0.00	0.00
	La Libertad	S/. 3,059.95	4.08
	Sub Promedio	S/. 43,349.24	57.80
Moderado	Tumbes	S/. 0.00	0.00
	Piura	S/. 97,918.29	130.56
	Lambayeque	S/. 0.00	0.00
	La Libertad	S/. 0.00	0.00
	Sub Promedio	S/. 24,479.57	32.64
Extraordinario	Tumbes	S/. 163,197.15	217.60
	Piura	S/. 715,007.52	953.34
	Lambayeque	S/. 81,598.58	108.80
	La Libertad	S/. 24,479.57	32.64
	Sub Promedio	S/. 246,070.71	328.09
Promedio Total		S/. 103,719.44	138.29

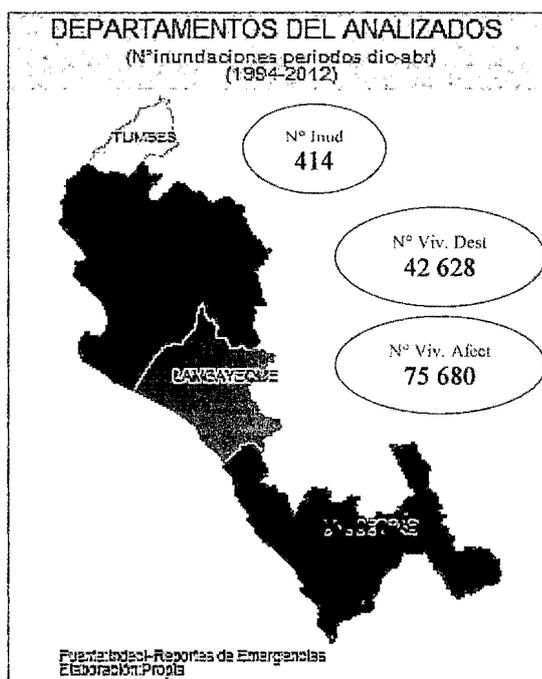
Fuente: Estadísticas de emergencias y daños del Indeci 1994-2012
 Elaboración: Propia

Asimismo, en la tabla N° 4.22 se muestra el valor económico promedio de las perdidas en viviendas afectadas por una inundación en temporada de lluvias en términos de Salarios Mínimos peruano, con la finalidad que en cualquier momento del tiempo se pueda actualizar el monto en unidades monetarias, sin la necesidad de utilizar un factor correctivo de inflación.

V. RESULTADOS

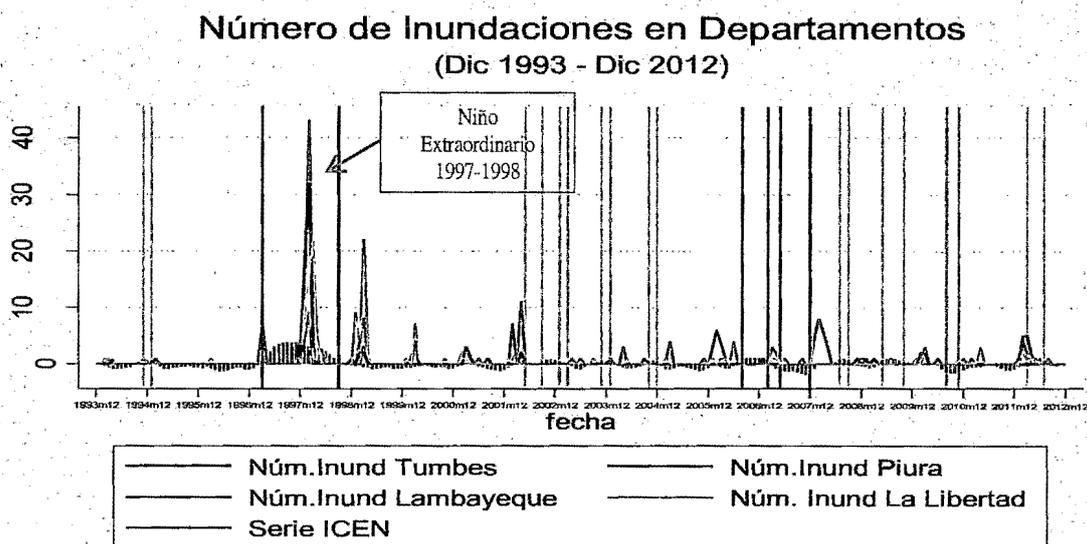
En investigación se analizan los daños por inundaciones para cuatro departamentos del norte peruano: Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad (ver figura N° 5.1). En el periodo de análisis ocurrieron 414 inundaciones, las cuales reportaron en el sector vivienda: 42 628 viviendas destruidas y 75 680 viviendas afectadas.

FIGURA N° 5.1
DEPARTAMENTOS ANALIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN



A partir de toda la información correspondiente a los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad sobre inundaciones, esquematizada para el periodo de análisis que abarca la presente investigación, se pudo realizar el gráfico N° 5.1. Donde el mayor número de inundaciones ocurrió durante el fenómeno El Niño extraordinario que según el ICEN comenzó en marzo 1997 y culminó en setiembre 1998.

GRÁFICO N° 5.1
INUNDACIONES DURANTE TODO EL PERIODO DE ANÁLISIS

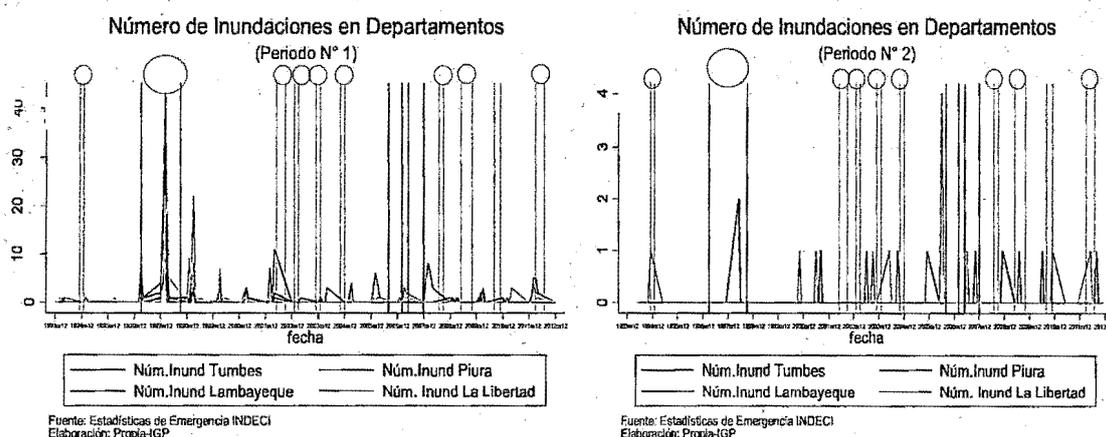


Fuente: Estadísticas de Emergencia INDECI
 Elaboración: Propia-IGP

En la investigación se analizó las inundaciones en temporada de lluvias – diciembre: abril - (denominado, periodo N° 1), a partir de lo establecido por el INDECI⁴¹, de esta forma se excluyó los otros meses en todos los años estudiados –mayo: noviembre- (denominado, periodo N° 2). En ese sentido, la comparación gráfica de ambos periodos de las inundaciones para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad se muestra en el gráfico N° 5.2. En dicho gráfico se aprecia que durante la temporada de lluvias es donde se presentaron el mayor número de inundaciones (el máximo de inundaciones ocurrió en febrero de 1998, 43 inundaciones) a diferencia del otro periodo donde el número de inundaciones es considerablemente menor (el máximo de inundaciones ocurrió en junio de 2006, 4 inundaciones). El establecimiento de la temporada de lluvias permitió una mejor comprensión de las inundaciones, ya que los reportes de emergencia para las inundaciones se intensifican durante la temporada de lluvias y en presencia del fenómeno El Niño extraordinario.

⁴¹ Ver INDECI (2011). Manual de Estimación del Riesgo ante Inundaciones Fluviales. Cuaderno Técnico N° 02. Dirección Nacional de Prevención, p. 81.

GRÁFICO N° 5.2 INUNDACIONES EN TEMPORADA DE LLUVIAS Y OTROS MESES



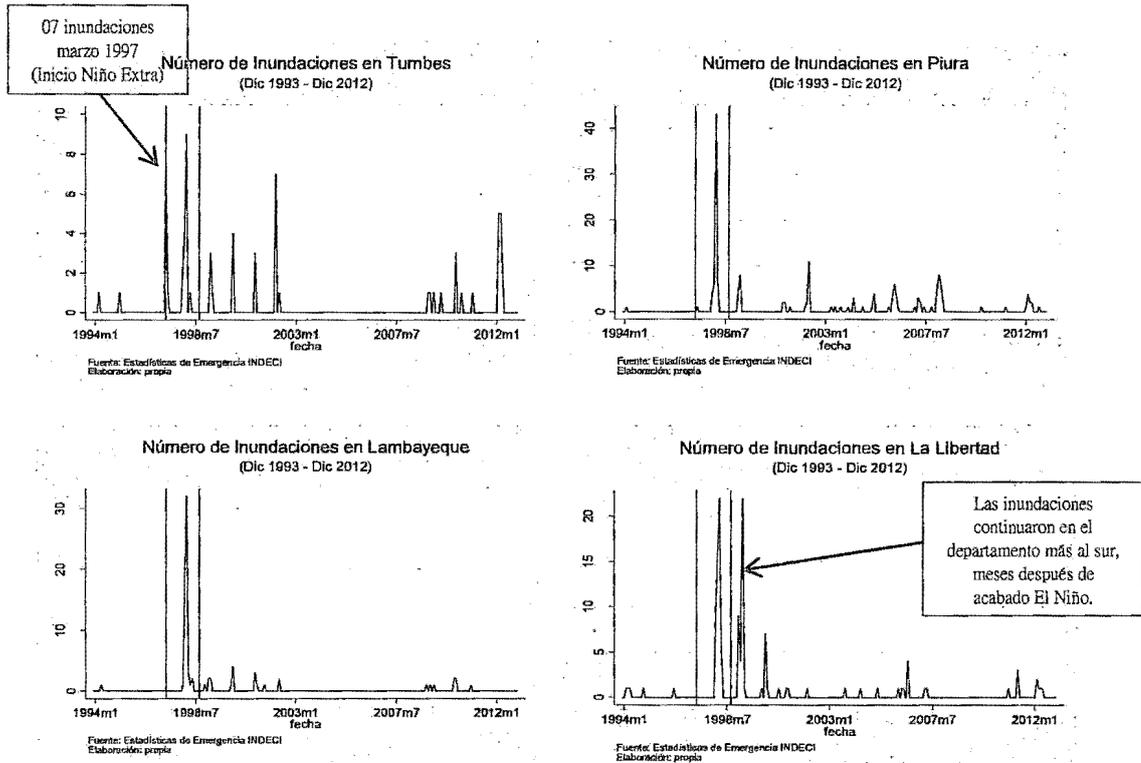
Una vez definido que en la investigación se analizó las inundaciones durante las temporadas de lluvias, a continuación se muestra gráficamente el comportamiento de las mismas para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad (ver gráfico N° 5.3). Las líneas verticales rojas en estos gráficos expresan el inicio y final del fenómeno El Niño extraordinario. Al inicio del Niño extraordinario se reportaron 7 inundaciones en el departamento de Tumbes (febrero 1997), mientras que en los demás no se reportaron inundaciones. Esta información fue comparada con las imágenes de las anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) y se encontró que las primeras señales del incremento de la TSM también comenzaron en Tumbes (Ver anexo N° 6⁴²). Asimismo, el departamento de Piura fue el que reportó mayor número de inundaciones y estas ocurrieron en su mayor parte en el mes de febrero de 1998. Además, en el departamento de La Libertad una vez terminado El Niño extraordinario (setiembre 1998) continuaron ocurriendo por unos meses adicionales gran número de inundaciones, lo cual podría estar asociado a los resultados obtenidos en Espinoza et. al 2009, Espinoza et. al 2011, Espinoza et. al 2012, Espinoza et. al 2014. En estos documentos se hace referencia a que las condiciones frías del pacífico central asociadas a La Niña, influyen, más de lo normal, el incremento de precipitaciones en los andes y en la cuenca amazónicas⁴³.

⁴² Para ver imágenes de la TSM desde 1982 hasta la actualidad, seguir este enlace http://www.met.igp.gob.pe/datos/sst/ANOM_MENSUAL/archivo.html

⁴³ Esto se corroboró mediante la revisión del Índice Oceánico El Niño (ONI), en el cual el año 1999 y 2000 ocurrió el evento La Niña de magnitud fuerte (ver http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml).

GRÁFICO N° 5.3

INUNDACIONES EN TEMPORADA DE LLUVIAS PARA LOS DEPARTAMENTOS DEL NORTE DEL PERÚ

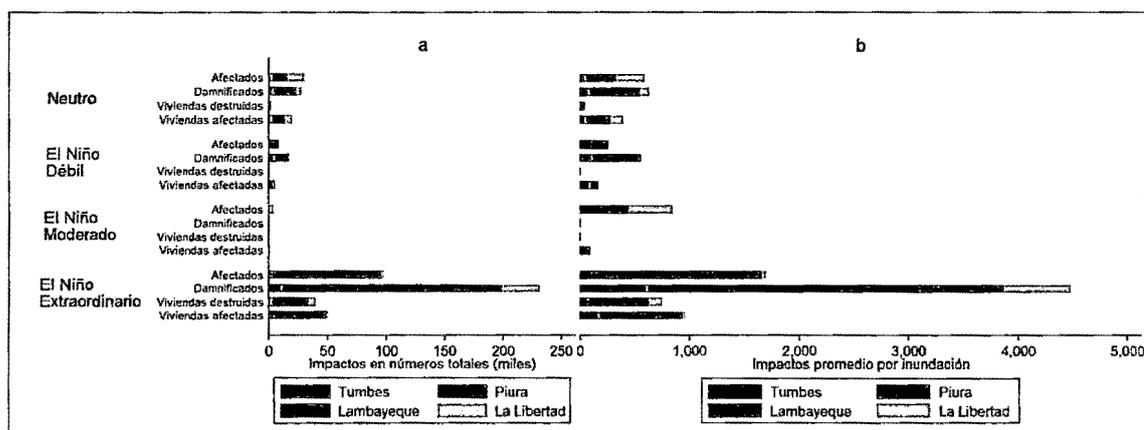


Desde diciembre de 1993 hasta diciembre del 2012 ocurrieron ocho (8) eventos El Niño de magnitud débil, un (1) evento El Niño de magnitud Moderada y un (1) evento El Niño extraordinario, muchos de ellos no tuvieron la misma duración (El Niño Extraordinario duró diecinueve (19) meses, El Niño moderado duró siete (7) meses y El Niño débil fluctuó entre tres (3) y seis (6) meses). En ese sentido se decidió establecer una misma periodicidad en meses a partir de las temporadas de lluvias que comienzan consecutivamente desde diciembre hasta abril.

Con el establecimiento de las temporadas de lluvias se asignó nuevamente las magnitudes de los eventos, encontrándose ahora seis (6) eventos El Niño débil, un (1) evento El Niño Moderado, un (1) evento El Niño extraordinario. Adicionalmente se consideró como evento neutro la temporada de lluvias donde las condiciones del ICEN fueron en su mayoría de meses normales, la cual representó once (11) de dichos eventos.

Asimismo, en el gráfico N° 5.4 se ilustran los daños personales y materiales por inundaciones, totales y por una inundación, en temporada de lluvias según las categorías El Niño costero. En el panel (a) se muestra los daños agregados por todas las inundaciones y en el panel (b) se muestra los daños por inundación.

GRÁFICO N° 5.4
DAÑOS PERSONALES Y MATERIALES POR INUNDACIONES EN
TEMPORADA DE LLUVIAS, SEGÚN LAS CATEGORÍAS EL NIÑO
COSTERO EN EL NORTE PERUANO 1994-2012



Fuente: Estadísticas de emergencias y daños del Indeci 1994-2012 y Enfen 2012.
 Elaboración: Propia

El Niño Extraordinario fue la categoría que reportó mayores daños personales y materiales. Una inundación promedio durante el Niño Extraordinario reportó 187 viviendas destruidas y 241 viviendas afectadas; los daños en el sector vivienda por inundación promedio fueron 3.5 millones de nuevos soles. Una inundación promedio durante el Niño Moderado reportó sólo viviendas afectadas, las cuales fueron 24 viviendas; los daños en el sector vivienda por inundación promedio fueron de aproximadamente 29 mil nuevos soles. Una inundación promedio durante el Niño Débil reportó 3 viviendas destruidas y 43 viviendas afectadas; los daños en el sector vivienda por inundación promedio fueron de 92 mil nuevos soles. Finalmente, una inundación durante condiciones Neutras reportó 13 viviendas destruidas y 99 viviendas afectadas; los daños en el sector vivienda por inundación promedio fueron de 328 mil nuevos soles.

Por otro lado, después de realizar las estimaciones respectivas fue obtenida la información que se resume en la tabla N° 5.1, donde los daños totales por viviendas destruidas y afectadas para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad ascenderían a S/. 837 145 054.30 de Nuevo Soles o 1 116 193.41 Salarios Mínimos (SM). Según información reportada por el INDECI desde diciembre de 1993 hasta diciembre del 2012 para dichos departamentos se habrían destruido 42 628 y afectado 75 680 viviendas.

La magnitud de los eventos establecidos que mayor daño económico reportó fue El Niño extraordinario con 763 938 932.02 nuevos soles o 1 018 585.24 SM, seguido del evento Neutro con S/. 61 954 596.26 nuevos soles o 82 472.80 SM, el evento Niño débil con S/. 10 673 858.53 nuevos soles o 14 231 SM, el Niño moderado con aproximadamente 677 667.48 nuevos soles o 903.56 SM.

El departamento con más pérdidas económicas en el sector vivienda durante el evento extraordinario fue Piura S/. 398 425 613.29, seguido de Lambayeque (S/. 230 200 403.71), La Libertad (S/. 115 479 327.31) y Tumbes (S/. 19 833 587.71) respectivamente.

El departamento con más pérdidas económicas en el sector vivienda durante los eventos Neutros fue Piura (S/. 40 371 615.22), seguido de La Libertad (S/. 14 598 444.93), Lambayeque (S/. 5 772 134.02) y Tumbes (S/. 1 112 402.09) respectivamente.

El departamento con más pérdidas económicas en el sector vivienda durante los eventos El Niño Débil fue Piura (S/. 6 000 650.28), seguido de Tumbes (S/. 4 212 219.77), Lambayeque (S/. 374 378.55) y La Libertad (S/. 86 609.93) respectivamente.

Durante el evento El Niño moderado el único departamento que reportó daños en el sector vivienda a causa de inundaciones en temporada de lluvias fue Piura (S/. 677 667.48).

TABLA N° 5.1
DAÑO ECONÓMICO TOTAL POR INUNDACIONES EN VIVIENDAS DESTRUIDAS Y AFECTADAS DURANTE TEMPORADAS DE LLUVIAS (1994-2012)

Evento	Departamento	Viviendas Destruidas Totales			Viviendas Afectadas Totales			Total	
		Viv. Destr	Costo total	Costo SM	Viv. Afect	Costo total	Costo SM	Costo total	Costo SM
Neutro (11 periodos)	Tumbes	18	S/. 320,895.90	427.86	776	S/. 791,506.19	1055.34	S/. 1,112,402.09	1483.20
	Piura	1557	S/. 27,757,495.35	37009.99	12367	S/. 12,614,119.87	16818.83	S/. 40,371,615.22	53828.82
	Lambayeque	297	S/. 5,294,782.35	7059.71	468	S/. 477,351.67	636.47	S/. 5,772,134.02	7696.18
	La Libertad	463	S/. 8,254,155.65	11005.54	6220	S/. 6,344,289.28	8459.05	S/. 14,598,444.93	19464.59
	Sub total	2335	S/. 41,627,329.25	55503.11	19831	S/. 20,227,267.01	26969.69	S/. 61,854,596.26	82472.795
Débil (6 periodos)	Tumbes	106	S/. 1,889,720.30	2519.63	2277	S/. 2,322,499.47	3096.67	S/. 4,212,219.77	5616.29
	Piura	180	S/. 3,208,959.00	4278.61	2737	S/. 2,791,691.28	3722.26	S/. 6,000,650.28	8000.87
	Lambayeque	21	S/. 374,378.55	499.17	-	S/. 0.00	0.00	S/. 374,378.55	499.17
	La Libertad	4	S/. 71,310.20	95.08	15	S/. 15,299.73	20.40	S/. 86,609.93	115.48
	Sub total	311	S/. 5,544,368.05	7392.4907	5029	S/. 5,129,490.48	6839.32	S/. 10,673,858.53	14231.8114
Moderado (1 periodo)	Tumbes	-	S/. 0.00	-	-	S/. 0.00	0.00	-	-
	Piura	5	S/. 89,137.75	118.85	577	S/. 588,529.73	784.71	S/. 677,667.48	903.56
	Lambayeque	-	S/. 0.00	-	-	S/. 0.00	0.00	-	-
	La Libertad	-	S/. 0.00	-	-	S/. 0.00	0.00	-	-
	Sub total	5	S/. 89,137.75	118.85033	577	S/. 588,529.73	784.71	S/. 677,667.48	903.556639
Extraordinario (1 periodo)	Tumbes	966	S/. 17,221,413.30	22961.88	2561	S/. 2,612,174.41	3482.90	S/. 19,833,587.71	26444.78
	Piura	19942	S/. 355,517,002.10	474022.67	42068	S/. 42,908,611.19	57211.48	S/. 398,425,613.29	531234.15
	Lambayeque	12665	S/. 225,785,920.75	301047.89	4328	S/. 4,414,482.96	5885.98	S/. 230,200,403.71	306933.87
	La Libertad	6404	S/. 114,167,630.20	152223.51	1286	S/. 1,311,697.11	1748.93	S/. 115,479,327.31	153972.44
	Sub total	39977	S/. 712,691,966.35	950255.96	50243	S/. 51,246,965.67	68329.29	S/. 763,938,932.02	1018585.24
Total		42628.00	S/. 759,952,801.40	1013270.40	75680.00	S/. 77,192,252.90	102923.00	S/. 837,145,054.30	1116193.41

*Los guiones indican la no ocurrencia de las variables correspondientes.

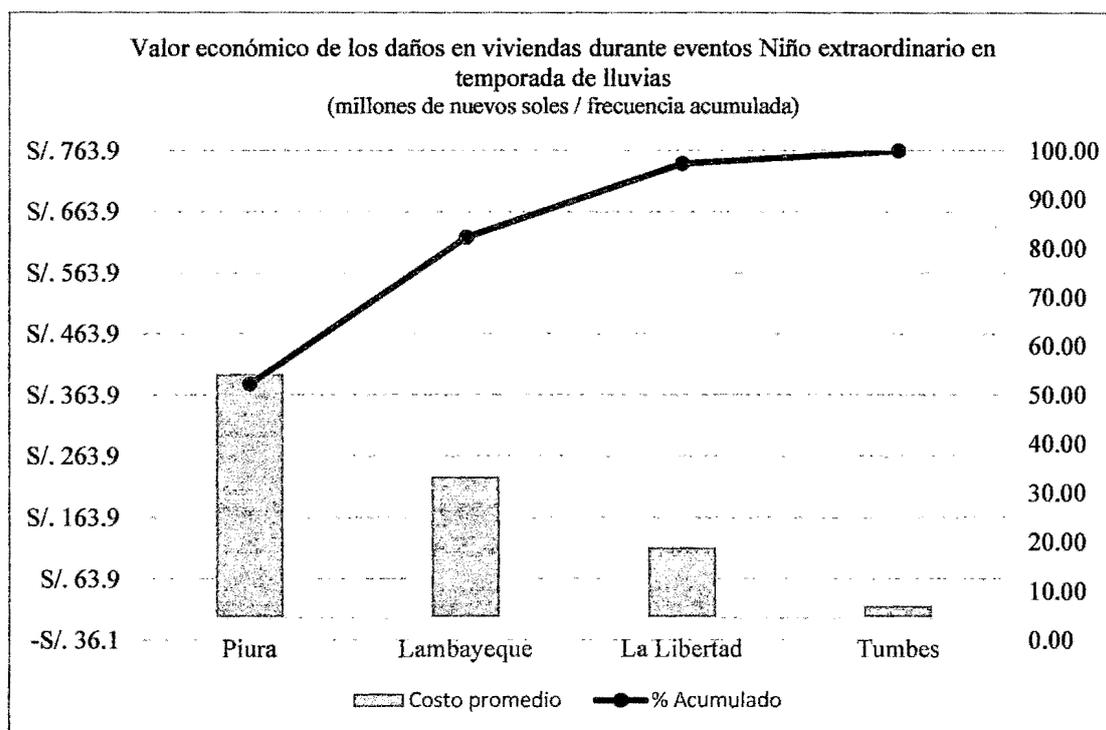
Fuente: Estadísticas de emergencias y daños del Indeci 1994-2012

Elaboración: Propia

Asimismo, a partir de la tabla N° 5.1 se determinaron los departamentos más impactados económicamente por cada evento analizado. Para este fin se utilizó diagramas de Pareto, donde se relacionaron los departamentos, valor económico de los daños y la frecuencia acumulada.

En el gráfico N° 5.5 se aprecia los impactos económicos por departamentos para el evento Niño extraordinario, evento en el cual se reportaron los mayores daños económicos. Asimismo, el departamento de Piura fue el que tuvo mayores impactos económicos en el sector vivienda con 398.4 millones de nuevos soles del año 2013, seguido de Lambayeque con 230.2 millones de nuevos soles, La Libertad con 115.5 millones de nuevos soles y Tumbes con 19.8 millones de nuevos soles. El departamento de Piura representó el 52.15% del valor económico total estimado, Lambayeque 30.13%, La Libertad 15.12% y Tumbes el 2.6%.

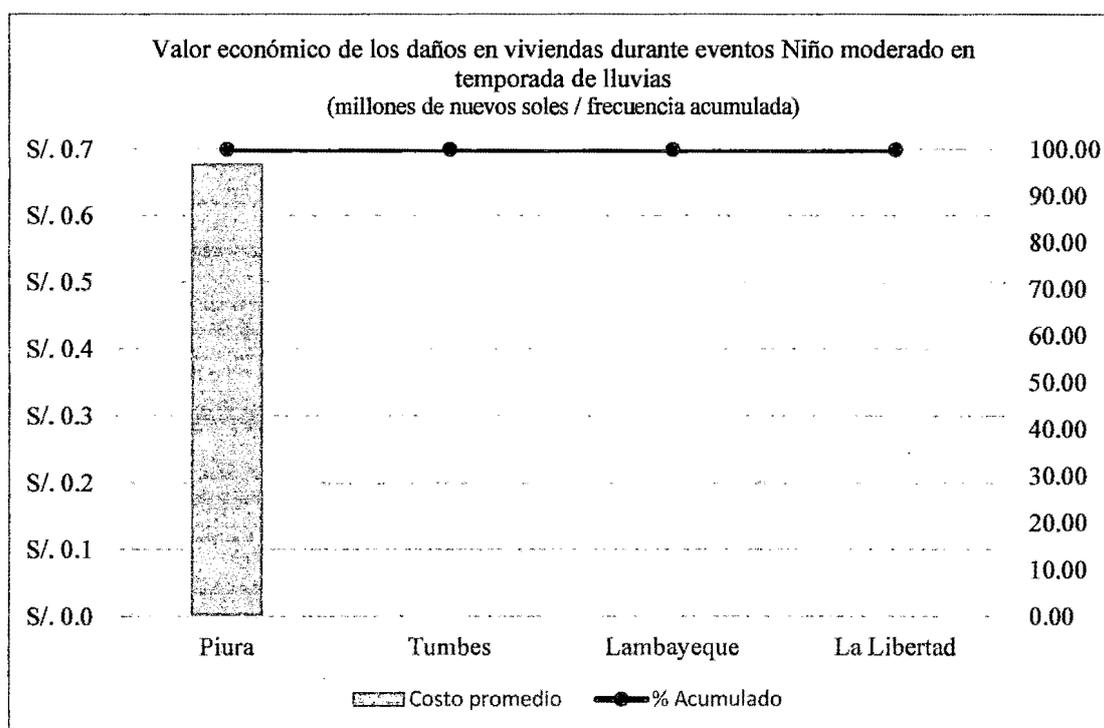
GRÁFICO N° 5.5
IMPACTOS ECONÓMICOS DE LAS INUNDACIONES EN EL SECTOR
VIVIENDA DURANTE EL NIÑO EXTRAORDINARIO



Fuente: Estadísticas de emergencias y daños del Indeci 1994-2012
Elaboración: Propia

En el gráfico N° 5.6 se aprecia los impactos económicos por departamentos para el evento Niño moderado. Durante este evento el único departamento que reportó daños en el sector vivienda por las inundaciones fue Piura con más de medio millón de nuevos soles del 2013.

GRÁFICO N° 5.6
IMPACTOS ECONÓMICOS DE LAS INUNDACIONES EN EL SECTOR
VIVIENDA DURANTE EL NIÑO MODERADO

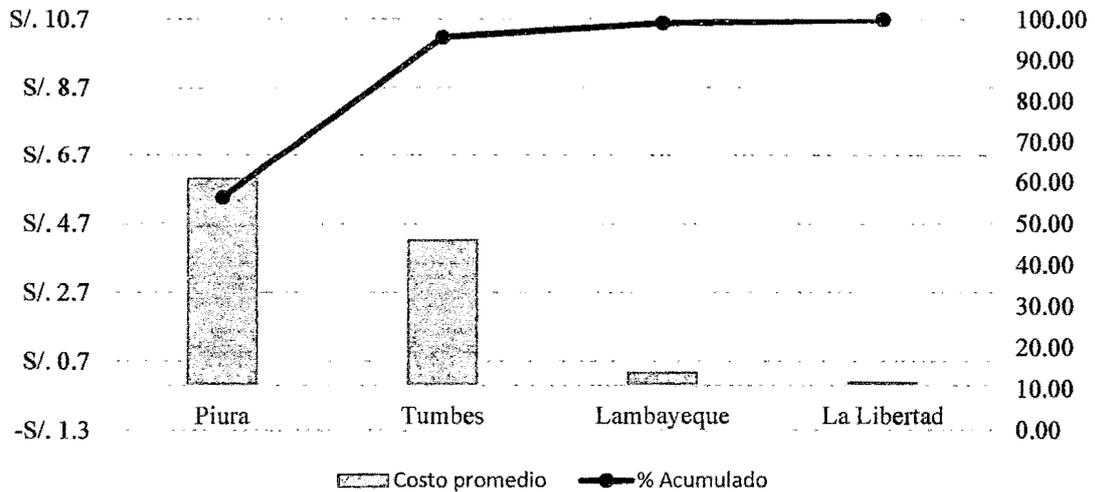


Fuente: Estadísticas de emergencias y daños del Indeci 1994-2012
 Elaboración: Propia

En el gráfico N° 5.7 se aprecia los impactos económicos por departamentos para el evento Niño débil. El departamento de Piura fue el que tuvo mayores impactos económicos en el sector vivienda con 6 millones de nuevos soles del año 2013, seguido de Tumbes con 4.2 millones de nuevos soles, Lambayeque con casi medio millón de nuevos soles y La Libertad con más de 100 mil nuevos soles. El departamento de Piura representó el 56.22% del valor económico total estimado, Tumbes 39.46%, Lambayeque 3.51% y La Libertad el 0.81%.

GRÁFICO N° 5.7
IMPACTOS ECONÓMICOS DE LAS INUNDACIONES EN EL SECTOR
VIVIENDA DURANTE EL NIÑO DÉBIL

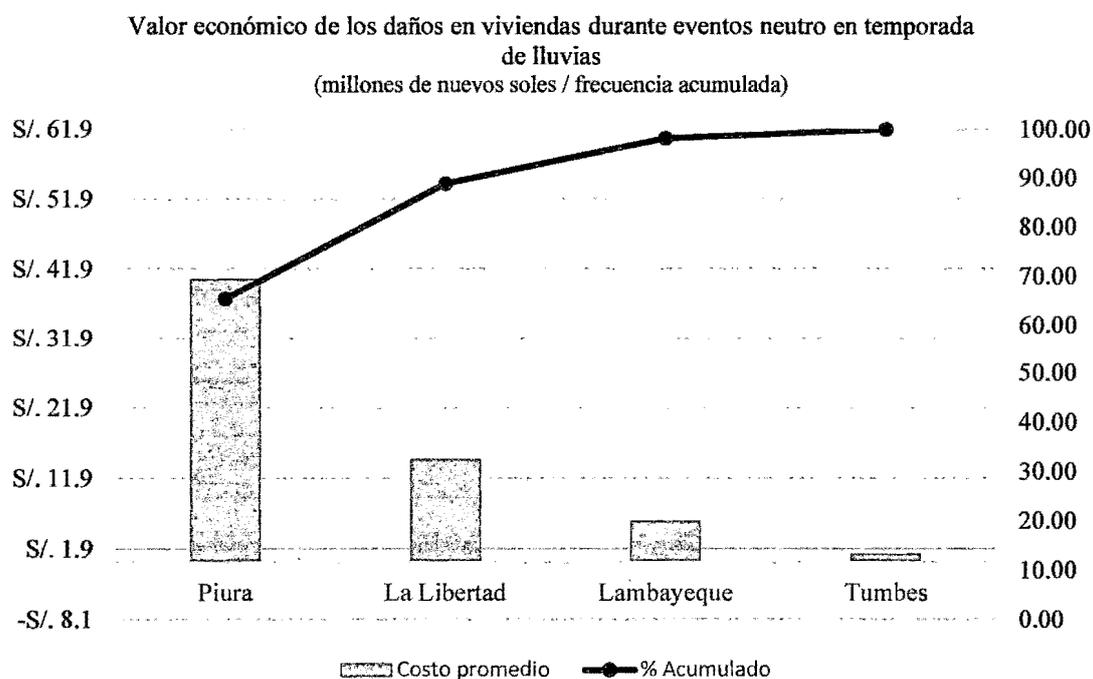
Valor económico de los daños en viviendas durante eventos Niño débil en
temporada de lluvias
(millones de nuevos soles / frecuencia acumulada)



Fuente: Estadísticas de emergencias y daños del Inceci 1994-2012
Elaboración: Propia

En el gráfico N° 5.8 se aprecia los impactos económicos por departamentos para el evento neutro. El departamento de Piura fue el que tuvo mayores impactos económicos en el sector vivienda con 40 millones de nuevos soles del año 2013, seguido de La Libertad con 14.6 millones de nuevos soles, Lambayeque con 5.8 millones de nuevos soles y Tumbes con más de 1 millón de nuevos soles. El departamento de Piura representó el 65.27% del valor económico total estimado, La Libertad 23.60%, Lambayeque 9.33% y Tumbes 1.8%.

GRÁFICO N° 5.8
IMPACTOS ECONÓMICOS DE LAS INUNDACIONES EN EL SECTOR
VIVIENDA DURANTE EVENTOS NEUTRO



Fuente: Estadísticas de emergencias y daños del Indeci 1994-2012
Elaboración: Propia

Por otro lado, con el objetivo de calcular los daños económicos potenciales (promedio) en las viviendas por una inundación durante la ocurrencia del fenómeno El Niño para los departamentos del norte del Perú, se identificó el número de viviendas destruidas y afectadas promedio por una inundación durante las temporadas de lluvias para los eventos planteados, encontrándose lo resumido en la tabla N° 5.2.

El daño por una inundación para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad ascendería en promedio a S/. 1 007 353.38 nuevos soles o 1 343.14 salarios mínimos (SM). Asimismo, una inundación promedio reporta 51 viviendas destruidas y ciento veintitrés (102) viviendas afectadas.

El evento que mayores daños económicos en el sector vivienda ocasionó en promedio por inundación fue El Niño de magnitud extraordinaria con S/. 3 579 822.56 nuevos soles o 4 773.10 SM, seguido del evento Neutro con S/. 328 279.50 nuevos soles o 437.71 SM, el evento Niño débil con S/. 92 375.01 nuevos soles o 123.17 SM, el Niño moderado con S/. 28 936.46 nuevos soles o 38.58 SM.

El departamento con más pérdidas económicas por inundación promedio en el sector vivienda durante el evento extraordinario fue Piura (S/. 6 633 754.12), seguido

Lambayeque (S/. 4 271 072.83), La Libertad (S/. 2 181 613.12) y Tumbes S/. 1 232 850.15) respectivamente.

El departamento con más pérdidas económicas por inundación promedio en el sector vivienda durante los eventos Neutros fue Piura (S/. 728 667.40), seguido de Lambayeque (S/. 272 025.31), La Libertad (S/. 257 878.39) y Tumbes (S/. 54 546.91) respectivamente.

El departamento con más pérdidas económicas por inundación promedio en el sector vivienda durante los eventos El Niño Débil fue Piura (S/. 199 783.68), seguido de Tumbes (S/. 148 828.85), La Libertad (S/. 20 887.50). En Lambayeque no se presentaron daños en viviendas.

Durante el evento El Niño moderado el único departamento que reportó daños en el sector vivienda a causa de inundaciones en temporada de lluvias fue Piura (S/. 115 745.84).

TABLA N° 5.2
DAÑO ECONÓMICO TOTAL PROMEDIO POR INUNDACIÓN EN VIVIENDAS DESTRUIDAS Y AFECTADAS DURANTE
TEMPORADAS DE LLUVIAS (1994-2012)

Evento	Departamento	Viviendas Destruídas Promedio			Viviendas Afectadas Promedio			Total	
		Viv. Destr	Costo total	Costo SM	Viv. Afect	Costo total	Costo SM	Costo total	Costo SM
Neutro	Tumbes	1	S/. 17,827.55	23.77	36	S/. 36,719.36	48.96	S/. 54,546.91	72.73
	Piura	28	S/. 499,171.40	665.56	225	S/. 229,496.00	305.99	S/. 728,667.40	971.56
	Lambayeque	14	S/. 249,585.70	332.78	22	S/. 22,439.61	29.92	S/. 272,025.31	362.70
	La Libertad	8	S/. 142,620.40	190.16	113	S/. 115,257.99	153.68	S/. 257,878.39	343.84
	Sub Promedio	13	S/. 227,301.26	303.07	99	S/. 100,978.24	134.64	S/. 328,279.50	437.71
Débil	Tumbes	4	S/. 71,310.20	95.08	76	S/. 77,518.65	103.36	S/. 148,828.85	198.44
	Piura	6	S/. 106,965.30	142.62	91	S/. 92,818.38	123.76	S/. 199,783.68	266.38
	Lambayeque	0	S/. 0.00	0.00	0	S/. 0.00	0.00	-	-
	La Libertad	1	S/. 17,827.55	23.77	3	S/. 3,059.95	4.08	S/. 20,887.50	27.85
	Sub Promedio	3	S/. 49,025.76	65.37	43	S/. 43,349.24	57.80	S/. 92,375.01	123.17
Moderado	Tumbes	0	S/. 0.00	0.00	0	S/. 0.00	0.00	S/. 0.00	0.00
	Piura	1	S/. 17,827.55	23.77	96	S/. 97,918.29	130.56	S/. 115,745.84	154.33
	Lambayeque	0	S/. 0.00	0.00	0	S/. 0.00	0.00	S/. 0.00	0.00
	La Libertad	0	S/. 0.00	0.00	0	S/. 0.00	0.00	S/. 0.00	0.00
	Sub Promedio	1	S/. 4,456.89	5.94	24	S/. 24,479.57	32.64	S/. 28,936.46	38.58
Extraordinario	Tumbes	60	S/. 1,069,653.00	1426.20	160	S/. 163,197.15	217.60	S/. 1,232,850.15	1643.80
	Piura	332	S/. 5,918,746.60	7891.66	701	S/. 715,007.52	953.34	S/. 6,633,754.12	8845.01
	Lambayeque	235	S/. 4,189,474.25	5585.97	80	S/. 81,598.58	108.80	S/. 4,271,072.83	5694.76
	La Libertad	121	S/. 2,157,133.55	2876.18	24	S/. 24,479.57	32.64	S/. 2,181,613.12	2908.82
	Sub Promedio	187	S/. 3,333,751.85	4445.00	241	S/. 246,070.71	328.09	S/. 3,579,822.56	4773.10
Promedio Total		51	S/. 903,633.94	1204.85	102	S/. 103,719.44	138.29	S/. 1,007,353.38	1343.14

Fuente: Estadísticas de emergencias y daños del Indeci 1994-2012
 Elaboración: Propia

VI. DISCUSION DE RESULTADOS

6.1. Contratación de hipótesis con los resultados

De lo hasta aquí desarrollado a lo largo de la presente investigación, con la información expuesta y la información estadística presentada en los capítulos anteriores, se pudo contrastar las hipótesis planteadas al iniciar el trabajo como respuesta a la investigación.

El análisis y contrastación de las variables independientes y dependientes correspondientes a las hipótesis objeto de la presente tesis, se determinó lo siguiente:

Contratación de la hipótesis principal

Las inundaciones en presencia del fenómeno El Niño en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad ocasionan cuantiosas pérdidas económicas en el sector vivienda.

De lo investigado se pudo verificar que las inundaciones durante las categorías El Niño débil, moderada y extraordinaria globalmente causan gran pérdida económica en el sector vivienda respecto de las pérdidas económicas ocasionadas por las inundaciones en eventos neutros.

Del total de daños reportados en el sector vivienda para los 4 departamentos analizados el 92.61% correspondió a las categorías del fenómeno El Niño y este valor asciende a S/. 775 290 458.04 nuevos soles. Asimismo, el evento neutro representó el 7.39% del total de viviendas destruidas y este valor ascendió a S/. 61 854 596.26. Cabe resaltar que en la investigación se establecieron 19 temporadas de lluvias, de las cuales 8 correspondieron a alguna categoría El Niño y 11 correspondieron fueron eventos neutro.

Si analizamos la información por viviendas destruidas y viviendas afectadas se encontró lo siguiente. Por un lado, las viviendas destruidas el 94.52% correspondió a los eventos del fenómeno El Niño y este valor asciende a S/. 718 325 472.15 nuevos soles. Asimismo, el evento neutro representó el 5.48% del total de viviendas destruidas y este valor ascendió a S/. 41 627 329.25. Por otro lado, las viviendas afectadas el 73.80% correspondió a las categorías del fenómeno El Niño y este valor asciende a S/. 56 964 985.89 nuevos soles. Asimismo, el evento neutro representó el 26.20% del total de viviendas afectadas y este valor ascendió a S/. 20 227 267.01.

El departamento con mayores daños en el sector vivienda por inundaciones en temporada de lluvias durante eventos El Niño fue Piura con S/. 405 103 931.05, seguido de Lambayeque S/. 230 574 782.6, La Libertad S/. 115 565 937.24 y Tumbes S/. 24 045 807.48.

Contrastación de la hipótesis Específica N° 1

Durante la ocurrencia del fenómeno El Niño en su categoría débil se reporta menores daños económicos en las viviendas destruidas y afectadas por inundaciones respecto al evento El Niño de categoría extraordinaria en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad.

Del análisis correspondiente se pudo verificar que los eventos El Niño de categoría débil reportan daños por inundaciones en el sector vivienda ampliamente menores a los encontrados en el evento extraordinario. Sin embargo, no se puede afirmar lo mismo respecto a los eventos El Niño de categoría moderada, ya que de acuerdo a la información analizada durante la ocurrencia de dichos eventos los daños económicos en el sector vivienda por inundaciones son mayores que la categoría moderada.

Del total de daños reportados en el sector vivienda por inundaciones para los 4 departamentos analizados el 1.28% correspondió al evento El Niño de categoría débil y este valor asciende a S/. 10 673 858.53 nuevos soles. Mientras que los daños reportados en el sector vivienda por inundaciones durante el evento El Niño de categoría extraordinaria le correspondió el 91.26% y este valor asciende a S/. 763 938 932.02 nuevos soles.

Si analizamos la información por viviendas destruidas y viviendas afectadas se encontró lo siguiente. Por un lado, las viviendas destruidas por inundaciones durante el evento El Niño de categoría débil representó el 0.73% del total y este valor asciende a S/. 5 544 368.05. Por otro lado, las viviendas destruidas por inundaciones durante el evento El Niño de categoría extraordinaria representaron el 93.78% del total y este valor ascendió a S/. 712 691 966.35.

El departamento con mayores daños en el sector vivienda por inundaciones en temporada de lluvias durante el evento El Niño de categoría débil fue Piura con S/. 6 000 650.28, seguido de Tumbes S/. 4 212 219.77, La Libertad S/. 14 598 444.93 y Lambayeque S/. 374 378.55.

Contrastación de la hipótesis Específica N° 2

Durante la ocurrencia del fenómeno El Niño en su categoría moderado se reporta daños económicos en las viviendas destruidas y afectadas por inundaciones menores a la categoría extraordinario, en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad.

Del análisis correspondiente se pudo verificar que los eventos El Niño de categoría moderado reportan daños por inundaciones en el sector vivienda ampliamente menores a los encontrados en el evento extraordinario. Asimismo, se puede afirmar lo mismo respecto a los eventos El Niño de categoría débil, ya que de acuerdo a la información analizada los daños durante la ocurrencia de dichos eventos los daños

económicos en el sector vivienda por inundaciones son menores que la categoría débil.

Del total de daños reportados en el sector vivienda por inundaciones para los 4 departamentos analizados el 0.08% correspondió al evento El Niño de categoría moderado y este valor asciende a S/. 677 667.48 nuevos soles. Mientras que los daños reportados en el sector vivienda por inundaciones durante el evento El Niño de categoría extraordinaria le correspondió el 91.26% y este valor asciende a S/. 763 938 932.02 nuevos soles.

Si analizamos la información por viviendas destruidas y viviendas afectadas se encontró lo siguiente. Por un lado, las viviendas destruidas por inundaciones durante el evento El Niño de categoría moderado representó el 0.01% del total y este valor asciende a S/. 89 137.75. Por otro lado, las viviendas destruidas por inundaciones durante el evento El Niño de categoría extraordinaria representaron el 93.78% del total y este valor ascendió a S/. 712 691 966.35.

El único departamento con daños en el sector vivienda por inundaciones en temporada de lluvias durante el evento El Niño de categoría moderado fue Piura con S/. 89 137.75, los demás departamentos no reportaron daños en el sector vivienda por inundaciones en temporada de lluvias.

Contrastación de la hipótesis Específica N° 3

Durante la ocurrencia del fenómeno El Niño en su categoría extraordinaria se reporta mayores daños económicos directos en las viviendas destruidas y afectadas por inundaciones, en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad.

Lo investigado permite afirmar que la categoría extraordinaria es la que mayores daños económicos reporta por las inundaciones. Asimismo, si se compara con los daños económicos durante condiciones neutras esta sigue siendo ampliamente más cuantiosa.

Las viviendas destruidas por inundaciones durante el evento El Niño de categoría extraordinario representaron el 93.78% del total y este valor ascendió a S/. 712 691 966.35. Además, las viviendas afectadas por inundaciones durante el evento El Niño extraordinario representaron el 66.39% del total y este valor ascendió a S/. 51 246 965.67.

El departamento que más se vio afectado por los daños económicos totales por inundaciones durante el evento Niño extraordinario fue Piura S/. 398 425 613.29, seguido de Lambayeque S/. 230 200 403.71, La Libertad S/. 115 479 327.31 y Tumbes S/. 19 833 578.71.

6.2. Contratación de resultados con otros estudios similares

Las investigaciones referentes al fenómeno El Niño realizadas anteriormente sólo le prestaron atención a los eventos El Niño de magnitud extraordinaria, sin considerar los impactos por tipo de evento El Niño (magnitud débil y moderada). En ese sentido, en esta sección se contrastará la información con estudios similares para El Niño de magnitud extraordinaria, también analizado en el presente documento.

A continuación se analizarán dos documentos, los cuales son: 1) El Fenómeno El Niño 1997-1998 Memoria, retos y soluciones (volumen V) elaborado por la Cooperación Andina de Fomento (CAF) publicado el Año 2000; 2) Impactos del Fenómeno El Niño (FEN) en la economía regional de Piura, Lambayeque y La Libertad, elaborado por investigadores⁴⁴ del Centro de Investigación de la Universidad Pacífico (CIUP), en el marco del proyecto “Seguros para la Adaptación al Cambio Climático” publicado el año 2012.

Por un lado, el libro elaborado por la CAF (2000) estimó que el daño a nivel nacional del sector vivienda por el fenómeno El Niño Extraordinario 1997-1998 ascendió a 625.162 millones⁴⁵ de nuevos soles (lo que actualizando este valor a soles del año 2013 asciende a S/. 864'533,264.56). A partir de la información proporcionada por el INEI establecen que las viviendas completamente destruidas son 9 608, las viviendas inhabitables son 21 697, las viviendas parcialmente dañadas son 44 278 y las viviendas levemente dañadas fueron 44 278 para todo el Perú⁴⁶ haciendo un total de 107 527 viviendas que de alguna manera se vieron perjudicadas por los efectos de las inundaciones durante El Niño extraordinario. La metodología utilizada para la estimación de los daños fue la metodología desarrollada por la CEPAL denominada Manual para la estimación de los efectos socioeconómicos de los desastres naturales del año 1991. Al respecto, esta metodología es poco clara al desarrollar la forma en cómo se calcula los daños económicos. Brinda básicamente aspectos conceptuales.

Por otro lado, el informe técnico elaborado por los investigadores del CIUP para los departamentos de Piura, Lambayeque y La Libertad estiman, a partir del estudio elaborado por la CAF (2000), que los daños totales durante el fenómeno El Niño extraordinario fueron: en Piura aproximadamente 247 millones de nuevos soles⁴⁷,

⁴⁴ Los autores son: Elsa Galarza y Joanna Kámiche, con colaboración de Mauricio Collado y Aída Pacheco.

⁴⁵ Ver página 169 del citado documento.

⁴⁶ Se muestran algunos detalles para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, Ancash, Lima, Ica, Cuzco, Arequipa. Pero no se establecen diferencias numéricas sobre los daños en el sector viviendas entre esos departamentos.

⁴⁷ El documento muestra la cifra en dólares para Piura de US\$ 92 159 258. La cifra en nuevos soles exacta es de S/. 246' 673 536.

Lambayeque aproximadamente 203 millones de nuevos soles⁴⁸, La Libertad 148 millones de nuevos soles⁴⁹, lo cual en forma agregada sumaría aproximadamente 598 millones de nuevos soles⁵⁰. Cabe resaltar que la información sobre daños no proviene del INDECI (reportes de emergencia), estas provienen del INEI y de información recogida de las ONG que intervinieron durante el desarrollo del evento El Niño extraordinario.

Asimismo, el número de viviendas totalmente destruidas determinadas en la mencionada investigación fueron: en Piura 1 505, Lambayeque 2 612, La Libertad 1 666. El número de viviendas no habitables fueron: Piura 4806, Lambayeque 7 089, La Libertad 4 405. El número de viviendas parcialmente destruidas fueron: Piura 11 202, Lambayeque 6 570, La Libertad 4 693. El número de viviendas afectadas levemente fueron: Piura 11 048, Lambayeque 7 263, La Libertad 6 333.

En la presente tesis para los cuatro departamentos analizados (Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad) se estimó que los daños para El Niño Extraordinario ascendieron aproximadamente a S/. 837 145 054.30 nuevos soles del año 2013⁵¹. A nivel departamental se determinó que la pérdida económica por las viviendas que se vieron perjudicadas por las inundaciones durante la ocurrencia del fenómeno El Niño, ya sea por viviendas destruidas o viviendas afectadas, fueron: Tumbes S/. 19 833 587.71 nuevos soles, Piura S/. 398 425 613.29 nuevos soles, Lambayeque S/. 230 200 403.71 nuevos soles y La Libertad S/. 115 479 327.31 nuevos soles. Asimismo, en esta investigación a partir de cada reporte de emergencia por inundaciones elaborado por INDECI se pudo establecer que hubieron en total para los cuatro departamentos 39 977 viviendas destruidas y 50 243 viviendas afectadas, haciendo un total de 90 220 viviendas que de alguna manera se vieron perjudicadas por los efectos de las inundaciones durante El Niño extraordinario.

⁴⁸ El documento muestra la cifra en dólares para Lambayeque de US\$ 75 941 035. La cifra en nuevos soles exacta es de S/. 203' 263 829.

⁴⁹ El documento muestra la cifra en dólares para La Libertad de US\$ 55 169 707. La cifra en nuevos soles exacta es de S/. 147' 667 277.

⁵⁰ Estos valores se encuentran expresados a nuevos soles del 2013 (diciembre), fecha a la que se encuentre la información de la presente tesis. Asimismo, la cifra exacta en nuevos soles de la sumatoria fue de S/. 597 604 644.

⁵¹ En el documento de la CAF (2000) mencionan que los mayores daños se encontraron en los departamentos analizados en la presente investigación.

VII. CONCLUSIONES

El presente trabajo se determinó el valor económico de los daños por inundaciones en el sector vivienda durante la ocurrencia del fenómeno El Niño en temporada de lluvias. Es importante señalar que a partir de este trabajo se obtuvieron algunas conclusiones importantes:

- i. Los daños económicos por inundaciones en temporada de lluvias desde 1994 hasta el año 2012 fueron cuantiosos. Estos ascendieron a 837 millones de nuevos soles. En dicho periodo ocurrieron 414 inundaciones, las cuales reportaron en el sector vivienda: 42 628 viviendas destruidas y 75 680 viviendas afectadas. Del total de inundaciones ocurridas el 37% ocurrió en Piura, el 29% en La Libertad, el 19% en Lambayeque y el 15% en Tumbes.
- ii. Las inundaciones en el norte peruano en temporadas de lluvias reportan cuantiosos daños en el sector vivienda. El departamento que en el periodo de análisis establecido se vio más afectado por los daños en el sector vivienda fue Piura, seguido de Lambayeque, La libertad y Tumbes.
- iii. El evento El Niño extraordinario (mar 1997 – set 1998) es el que reportó un mayor daño por inundaciones en temporada de lluvias en comparación con los otros eventos establecidos en la investigación. Asimismo, durante este evento el departamento del norte del Perú que se vio afectado en mayor medida fue Piura, seguido de Lambayeque, La Libertad y Tumbes, respectivamente.
- iv. Durante el evento Niño moderado (ago 2006 - feb 2007) el único departamento que reportó daños por inundaciones en el sector vivienda en temporada de lluvias fue Piura.
- v. Durante los seis eventos El Niño débil establecidos en la investigación el departamento que se vio afectado en mayor medida fue Piura, seguido de Tumbes, Lambayeque y La Libertad.
- vi. Durante los eventos neutros, es decir condiciones normales del Índice Costero El Niño (ICEN), una inundación promedio en temporada de lluvias tuvo un mayor costo económico en el sector vivienda que las ocurridas en los eventos El Niño débil y El Niño moderado. Asimismo, durante los once eventos neutros establecidos en la investigación el departamento que se vio afectado en mayor medida fue Piura, seguido de La Libertad, Lambayeque y Tumbes, respectivamente.
- vii. Una inundación promedio reportó más daños en el sector vivienda durante El Niño Extraordinario. Asimismo, una inundación promedio durante el evento neutro resultó ser más cuantiosa que una inundación ocurrida durante los eventos El Niño débil y moderado. Al respecto, es importante precisar que las

inundaciones en el norte del Perú no sólo están influenciadas por las variaciones oceánicas y atmosféricas ocurridas en la región 1+2. También, como recientes estudios lo precisan, las inundaciones en el norte del Perú se encuentran asociadas a las variaciones oceánicas y atmosféricas que ocurren en la región 3.4. En ese sentido, durante eventos neutros en la región 1+2 podría ocurrir que en la región 3.4 se encuentren en alguna categoría El Niño o La Niña que influya en la ocurrencia de inundaciones en el Perú. Se realizó esta precisión porque del análisis realizado se encontró que mientras en la región 1+2 se encontraba en un evento neutro (ene 1999 – abr 2000), ocurrieron un número inusual de inundaciones en el departamento de La Libertad, pero durante este periodo en la región 3.4 se desarrollaban los eventos La Niña moderada y fuerte.

VIII. RECOMENDACIONES

- i. Instituciones como Indeci y Cenepred deben diseñar una mejor estrategia de levantamiento de información sobre los reportes de emergencias y daños, según los eventos que ocurran (meteorológicos, oceanográficos, geodinámica externa, geodinámica interna). Específicamente, en el caso de las inundaciones incorporar una variable que permita identificar la altura de la lámina de agua que ocasionó la destrucción o afectación de una vivienda, hectáreas de cultivo, instituciones públicas, entre otros. Asimismo, las dimensiones de las viviendas.
- ii. Se recomienda como línea de investigación evaluar los impactos de las variaciones oceánicas y atmosféricas en el pacífico central (región 3.4) sobre los eventos inundaciones en la sierra de los departamentos del norte del Perú, principalmente La Libertad. Investigaciones como las desarrolladas por Espinoza y Lavado (2014) dan cuenta que los eventos La Niña en el pacífico central producen más lluvias de lo normal en los andes y en la cuenca amazónica. En esta investigación se verificó que aun en eventos neutros en la región 1+2 en el departamento de La Libertad seguían ocurriendo inundaciones (mientras en el pacífico central se desarrollaban eventos La Niña moderada y fuerte). Asimismo, dichas inundaciones ocurrieron en distritos que en promedio superaban los 2 500 msnm.
- iii. Incorporar en la Gestión de Riesgo de Desastres el valor económico que podría ocasionar un evento extremo en condiciones de vulnerabilidad. Asimismo, realizar el análisis costo beneficio sobre una actuación ex ante y ex post un evento extremo.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEITUNO, P., PRIETO, M., SOLARI, M., MARTÍNEZ, A., POVEDA, G. & FALVEY, M. (2008). **The 1877–1878 El Niño episode: associated impacts in South America**. *Climatic Change*. Vol 92.
- ASHOK, K., BEHERA, S., RAO, S., WENG, H. & YAMAGATA (2007). **El Niño Modoki and its possible teleconnection**. *Journal of Geophysical Research*. Vol, 112.
- BARÓ, J., CALDERÓN, G., DÍAZ, C. & ESTELLER, M. (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**. *Quivera*, vol. 7, núm. 2. Universidad Autónoma de México.
- BARÓ, J., DÍAZ, C., CALDERÓN, G., ESTELLER, M. & CADENA, E. (2011). **Costo más probable de daños por inundación en zonas habitacionales de México**. *Tecnologías y Ciencias del Agua, antes Ingeniería Hidráulica en México*. Vol. II, núm 3. Pp. 201-218.
- BONILLA, A., ROSALES, R. & MALDONADO, J. (2003). **El valor económico de la predicción del fenómeno El Niño Oscilación del Sur (ENOS) en el sector azucarero colombiano**. *Revista Desarrollo y Sociedad* N° 52. Universidad de los Andes. Colombia.
- CHANG, A. (2014) **La cobertura periodística del Fenómeno El Niño de 1925-1926 en el diario El Comercio de Lima**. Tesis para optar el grado de Magíster en Historia. Pontificia Universidad Católica del Perú-PUCP.
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE – CEPAL (1991). **Manual para la Evaluación del Impacto Socioeconómico y Ambiental de los Desastres**. Santiago de Chile.
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE – CEPAL (2003). **Manual para la Evaluación del Impacto Socioeconómico y Ambiental de los Desastres**. México.
- COOPERACIÓN ANDINA DE FOMENTO - CAF - (2000). **Fenómeno El Niño 1997-1998 Memoria, Retos y Soluciones**. Vol, IV Perú.
- DUTTA, D., HERAYH, S. & MUSIAKE, K. (2003). **A mathematical model for flood loss estimation**. *Journal of Hydrology*. Vol. 277.
- EM-DTA (2010). **2010 disasters in numbers**. The international disasters database. Se puede encontrar el documento en el link: www.emdat.be/publications

- ESPINOZA, J. (2014). Variedades de El Niño, Boletín mensual “**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.
- ESPINOZA, J., RONCHAIL, J., GUYOT, N., FILIZOLA, L., NORIEGA, C., LAVADO, W., POMBOSA, R. (2009): **Spatio – Temporal rainfall variability in the Amazon Basin Countries (Brazil, Peru, Bolivia, Colombia and Ecuador)**. International Journal of Climatology, 29: 1574-1594.
- ESPINOZA, J., RONCHAIL, J., GUYOT, C., JUNQUAS, P., VAUCHEL, C., LAVADO, W., DRAPEAU, G., POMBOSA, R. (2011). **Climate variability and extremes drought in the upper Solimões River (Western Amazon Basin): Understanding the exceptional 2010 drought**. Geophysical Research Letters, 38 L13406, doi:10.1029/2011GL047862.
- ESPINOZA, J., RONCHAIL, J., GUYOT, L., JUNQUAS, C., VAUCHEL, P., LAVADO, W., DRAPEAU, G., POMBOSA, R. (2012): **From drought to flooding: understanding the abrupt 2010-2011. Hydrological annual cycle in the upper Solimões River (Western Amazon basin)**. Environmental Research Letters, 7 (2): 024008, doi:10.1088/1748- 9326/7/2/024008.
- ESPINOZA, J., RONCHAIL, J., FRAPPART, F., LAVADO, W., SANTINI, W., GUYOT, L. (2013). **The major floods in the Amazonas River and tributaries (Western Amazon basin) during the 1970 – 2012 period: A focus on the 2012 flood**. Journal of Hydrometeorology, doi: 10.1175/JHM-D-12-0100.1.
- FERRADAS MANNUCCI, P. (2000). **Las Aguas del Cielo y de la Tierra: Impacto del Fenómeno El Niño en el Perú: Enfoques y Experiencias Locales**. CEPREDES.
- GREENE, W. (1997). **Econometric Analysis**. New York: Macmillan, 3rd edition.
- GUHA-SAPIR, D. (2011). **Disasters in Numbers 2010**. Catholic University of Louvain. Belgium. January 24, Geneva. Link: http://cred.be/sites/default/files/Disaster_numbers_presentation_2010.pdf
- HAMILTON, J & GARCÍA, R. (1986). **El Niño / Southern Oscillation events and their associated midlatitude teleconnections 1531-1841**. Bull. Am. Metereol. Soc. 67: 1354-1361.
- HOCQUENGHEM, A. & ORTLIEB, L. (1992). **Eventos El Niño y lluvias anormales en la costa del Perú: Siglos XVI-XIX**. Bull. Inst. Fr. Études andines.
- HUERTAS, L. (1987). **Historical records of El Niño events in Perú (XVI-XVIIIth centuries): the Quinn et al. (1987) chronology revisited**, in: “**Paleo ENSO Records**” Intern Symp. Extended Abstracts (Ortlieb, L. & Macharé, J); Lima: ORSTOM/CONCYTEC.

- INDECI – SINPAD. **Estadísticas de Emergencia 2003 a la fecha**. Enlace web: http://sinpad.indeci.gob.pe/sinpad/Estadistica/Frame_Esta_C7.asp
- INDECI (1995). **Estadísticas de la Emergencias Producidas en el Perú Durante 1994**.
- INDECI (1996). **Estadísticas de la Emergencias Producidas en el Perú Durante 1995**.
- INDECI (1997). **Estadísticas de la Emergencias Producidas en el Perú Durante 1996**.
- INDECI (1998). **Estadísticas de la Emergencias Producidas en el Perú Durante 1997**.
- INDECI (1999). **Estadísticas de la Emergencias Producidas en el Perú Durante 1998**.
- INDECI (2000). **Estadísticas de la Emergencias Producidas en el Perú Durante 1999**.
- INDECI (2001). **Compendio Estadístico de Emergencias 2000**.
- INDECI (2002). **Compendio Estadístico de Emergencias SINADECI 2001**.
- INDECI (2003). **Compendio Estadístico de Emergencias SINADECI 2002**.
- INDECI (2009). **Compendio estadístico de prevención y atención de desastres – Daños por fenómeno El Niño 1997 – 1998**.
- INDECI (2011). **Manual de Estimación del Riesgo ante Inundaciones Fluviales**. Cuaderno Técnico N° 02. Dirección Nacional de Prevención. Pp. 81.
- INDECI. (2011). **Evaluación del Impacto socioeconómico de la temporada de lluvias 2010 en la región Cusco**. Cuaderno Técnico N° 07.}
- INDECI. (2011). **Impacto Socioeconómico y ambiental del sismo del 15 de agosto de 2007**. Cuaderno Técnico N° 01.
- INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ (2013). Boletín Institucional año 04 N°7, enero-junio.
- KAMICHE, J. & PACHECO, A. (2010). **¿Cuánto es afectado el consumo de los hogares cuando ocurre un desastre de origen natural? Un análisis empírico para el Perú 2004-2006**. CIUP- Universidad Pacífico. Perú.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA DE LA REPÚBLICA DEL PERÚ (2000). **Áreas perdidas y afectadas durante el fenómeno “El Niño”**. Oficina de Información Agraria. Lima.

- NIALS, F. L., DEEDS, E., MOSLEY, M., POZORSKI, S., POZORSKI, T & FELDMAN, R. (1979a). **El Niño The catastrophic flooding of coastal Peru.** *Field Mus. Nat. Hist. Bull.*, 50(7), 4-14.
- NIALS, F. L., DEEDS, E., MOSLEY, M., POZORSKI, S., POZORSKI, T & FELDMAN, R. (1979b), **El Niño The catastrophic flooding of coastal Peru.** *Field Mus. Nat. Hist. Bull.*, 50(8), 4-10.
- PANEL INTERGUBERNAMENTAL SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO –IPCC (2001). **Third Assessment Report, Annex B: Glossary of Terms.** Grupo de Trabajo 2.
- PENNING-ROUSELL, E. & CHATTERTON, B. (1977). **The benefits of flood alleviation: a manual of assessment Techniques.** Saxon House, Aldershot, UK.
- PENNING-ROUSELL, E. & TAPSELL, S. (2002). **Coping with extreme floods: warning, impacts and response. The extremes of the extremes: extraordinary Flood.** IAHS, publ. N°271.
- POWER, S., DELAGE, F., CHUNG, C., KOCIUBA, G. (2013). **Robust Twenty-First-Century Projections of El Niño and Related Precipitation Variability.** *Nature, International Weekly Journal of Science.*
- QUINN, W., NIALS, V. & ANTÚNEZ DE MAYOLO, S. (1987). **El Niño Occurrences Over the Past Four and Half Centuries.** *Journal of Geophysical Research.* Vol 92.
- RENYI, L. & NAN, L. (2002). **Flood area and damage estimation in Zhejiang.** *Journal of Environmental Management.* Vol. 66, pp. 1-8.
- SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ – SENAMHI (2014). **El fenómeno El Niño en el Perú.** Pp 36.
- TAKAHASHI, K. (2014). **Variedades de El Niño, Boletín mensual “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. (2014). **Variedades de El Niño, Boletín mensual “Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del fenómeno El Niño”.** Vol. 1, N° 5, Mayo, Instituto Geofísico del Perú, 4-7.
- TAKAHASHI, K., MONTESINOS, A., GOUBANOVA, K. & DEWITTE, B. (2011). **ENSO regimes: Reinterpreting the canonical and Modoki El Niño.** *Geophysical Research Letters*, vol 38.
- URIBE, E., MENDIETA, J., RUEDA, H Y CARRIAZO. F. (2003). **Introducción a la valoración ambiental, y estudios de caso.** Universidad de los Andes, Facultad de Economía, CEDE. Ediciones UNIANDES. Bogotá. 228 pp.

X. ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz de consistencia

TABLA N° 10.1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN					
PREGUNTA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	INDICADORES	FUENTE
¿Cuál sería el valor económico de los daños potenciales en el sector vivienda por inundaciones durante la ocurrencia del fenómeno El Niño en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad?	El objetivo central del estudio es calcular el valor económico de los daños potenciales en el sector vivienda por inundaciones durante la ocurrencia del fenómeno El Niño, en sus diversas categorías, para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad.	Las inundaciones en presencia del fenómeno El Niño en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad ocasionan cuantiosas pérdidas económicas en el sector vivienda.	Y) Costo del Daño Directo por Inundación. X1) Índice Costero El Niño. X2) Inundaciones. X3) Daños sector vivienda. X4) Departamentos. X5) Altura de Inundación	Y1) Valor económico de una vivienda destruida. Y2) Valor económico de una vivienda afectada. X1) Identificador de la categoría El Niño. X2) Número de inundaciones X3a) Número de Viviendas Destruídas. X3b) Número de Viviendas Afectadas. X4) Identificador de los departamentos. X5) Altura de lámina de agua (m)	INSTITUCIONES: INDECI; IGP; SENAMHI
PREGUNTAS ESPECÍFICAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLES	INDICADORES	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
¿Cuál sería el valor económico de los daños potenciales en el sector vivienda por inundaciones durante la ocurrencia del fenómeno El Niño, en su categoría débil, para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad?	Determinar el valor económico de los daños potenciales en las viviendas destruidas y afectadas por inundaciones durante el fenómeno El Niño, en su categoría débil, para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad.	Durante la ocurrencia del fenómeno El Niño en su categoría débil se reporta menores daños económicos en las viviendas destruidas y afectadas por inundaciones respecto al evento El Niño extraordinario en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad.	Y) Costo del Daño Directo por Inundación. X1) Índice Costero El Niño X2) Inundaciones. X3) Daños sector vivienda. X4) Departamentos X5) Altura de Inundación	Y1) Valor económico de una vivienda destruida. Y2) Valor económico de una vivienda afectada. X1a) Identificador de la categoría El Niño débil. X2) Número de inundaciones X3a) Número de Viviendas Destruídas. X3b) Número de Viviendas Afectadas. X4) Identificador de los departamentos. X5) Altura de lámina de agua (m)	INSTITUCIONES: INDECI; IGP; SENAMHI
¿Cuál sería el valor económico de los daños potenciales en el sector vivienda por inundaciones durante la ocurrencia del fenómeno El Niño, en su categoría moderado, para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad?	Determinar el valor económico de los daños potenciales en las viviendas destruidas y afectadas por inundaciones durante el fenómeno El Niño, en su categoría moderado, para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad.	Durante la ocurrencia del fenómeno El Niño en su categoría moderado se reporta daños económicos en las viviendas destruidas y afectadas por inundaciones respecto al evento El Niño extraordinario en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad.	Y) Costo del Daño Directo por Inundación. X1) Índice Costero El Niño. X2) Inundaciones. X3) Daños sector vivienda. X4) Departamentos. X5) Altura de Inundación	Y1) Valor económico de una vivienda destruida. Y2) Valor económico de una vivienda afectada. X1b) Identificador de la categoría El Niño moderado. X2) Número de inundaciones X3a) Número de Viviendas Destruídas. X3b) Número de Viviendas Afectadas. X4) Identificador de los departamentos. X5) Altura de lámina de agua (m)	INSTITUCIONES: INDECI; IGP.
¿Cuál sería el valor económico de los daños potenciales en el sector vivienda por inundaciones durante la ocurrencia del fenómeno El Niño, en su categoría extraordinario, para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad?	Determinar el valor económico de los daños potenciales en las viviendas destruidas y afectadas por inundaciones durante el fenómeno El Niño, en su categoría extraordinario, para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad.	Durante la ocurrencia del fenómeno El Niño en su categoría extraordinaria se reporta mayores daños económicos en las viviendas destruidas y afectadas por inundaciones, en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad.	Y) Costo del Daño Directo por Inundación. X1) Índice Costero El Niño. X2) Inundaciones. X3) Daños sector vivienda. X4) Departamentos. X5) Altura de Inundación	Y1) Valor económico de una vivienda destruida. Y2) Valor económico de una vivienda afectada. X1c) Identificador de la categoría El Niño extraordinario. X2) Número de inundaciones X3a) Número de Viviendas Destruídas. X3b) Número de Viviendas Afectadas. X4) Identificador de los departamentos. X5) Altura de lámina de agua (m)	INSTITUCIONES: INDECI; IGP.

Anexo N° 2: Condiciones y Categorías del ICEN

**TABLA N° 10.1
CONDICIONES Y CATEGORÍAS DEL ICEN**

Año	Mes	Condiciones ICEN	Categorías ICEN
1993	12	Neutro	Neutro
1994	1	Neutro	Neutro
1994	2	Neutro	Neutro
1994	3	Neutro	Neutro
1994	4	Neutro	Neutro
1994	5	Neutro	Neutro
1994	6	Neutro	Neutro
1994	7	Neutro	Neutro
1994	8	Neutro	Neutro
1994	9	Neutro	Neutro
1994	10	Neutro	Neutro
1994	11	Cálido Débil	Niño Débil
1994	12	Cálido Débil	Niño Débil
1995	1	Cálido Débil	Niño Débil
1995	2	Neutro	Neutro
1995	3	Neutro	Neutro
1995	4	Neutro	Neutro
1995	5	Neutro	Neutro
1995	6	Neutro	Neutro
1995	7	Neutro	Neutro
1995	8	Neutro	Neutro
1995	9	Neutro	Neutro
1995	10	Neutro	Neutro
1995	11	Neutro	Neutro
1995	12	Neutro	Neutro
1996	1	Neutro	Neutro
1996	2	Neutro	Neutro
1996	3	Neutro	Neutro
1996	4	Fría Débil	Niña Débil
1996	5	Fría Fuerte	Niña Débil
1996	6	Fría Moderada	Niña Débil
1996	7	Fría Débil	Niña Débil
1996	8	Neutro	Neutro
1996	9	Neutro	Neutro
1996	10	Neutro	Neutro
1996	11	Fría Débil	Neutro
1996	12	Fría Débil	Neutro
1997	1	Neutro	Neutro
1997	2	Neutro	Neutro

1997	3	Cálido Débil	Niño Extraordinario
1997	4	Cálido Moderado	Niño Extraordinario
1997	5	Cálido Fuerte	Niño Extraordinario
1997	6	Cálido Extraordinario	Niño Extraordinario
1997	7	Cálido Extraordinario	Niño Extraordinario
1997	8	Cálido Extraordinario	Niño Extraordinario
1997	9	Cálido Extraordinario	Niño Extraordinario
1997	10	Cálido Extraordinario	Niño Extraordinario
1997	11	Cálido Extraordinario	Niño Extraordinario
1997	12	Cálido Extraordinario	Niño Extraordinario
1998	1	Cálido Extraordinario	Niño Extraordinario
1998	2	Cálido Fuerte	Niño Extraordinario
1998	3	Cálido Fuerte	Niño Extraordinario
1998	4	Cálido Fuerte	Niño Extraordinario
1998	5	Cálido Fuerte	Niño Extraordinario
1998	6	Cálido Fuerte	Niño Extraordinario
1998	7	Cálido Moderado	Niño Extraordinario
1998	8	Cálido Moderado	Niño Extraordinario
1998	9	Cálido Débil	Niño Extraordinario
1998	10	Neutro	Neutro
1998	11	Neutro	Neutro
1998	12	Neutro	Neutro
1999	1	Neutro	Neutro
1999	2	Neutro	Neutro
1999	3	Neutro	Neutro
1999	4	Neutro	Neutro
1999	5	Neutro	Neutro
1999	6	Neutro	Neutro
1999	7	Neutro	Neutro
1999	8	Neutro	Neutro
1999	9	Neutro	Neutro
1999	10	Neutro	Neutro
1999	11	Neutro	Neutro
1999	12	Neutro	Neutro
2000	1	Neutro	Neutro
2000	2	Neutro	Neutro
2000	3	Neutro	Neutro
2000	4	Neutro	Neutro
2000	5	Neutro	Neutro
2000	6	Neutro	Neutro
2000	7	Neutro	Neutro
2000	8	Neutro	Neutro
2000	9	Neutro	Neutro
2000	10	Neutro	Neutro
2000	11	Neutro	Neutro

2000	12	Neutro	Neutro
2001	1	Neutro	Neutro
2001	2	Neutro	Neutro
2001	3	Neutro	Neutro
2001	4	Neutro	Neutro
2001	5	Neutro	Neutro
2001	6	Neutro	Neutro
2001	7	Neutro	Neutro
2001	8	Neutro	Neutro
2001	9	Fría Débil	Niña Débil
2001	10	Fría Débil	Niña Débil
2001	11	Fría Débil	Niña Débil
2001	12	Fría Débil	Niña Débil
2002	1	Neutro	Neutro
2002	2	Neutro	Neutro
2002	3	Cálido Débil	Niño Débil
2002	4	Cálido Débil	Niño Débil
2002	5	Cálido Débil	Niño Débil
2002	6	Neutro	Neutro
2002	7	Neutro	Neutro
2002	8	Neutro	Neutro
2002	9	Cálido Débil	Niño Débil
2002	10	Cálido Débil	Niño Débil
2002	11	Cálido Débil	Niño Débil
2002	12	Cálido Débil	Niño Débil
2003	1	Cálido Débil	Niño Débil
2003	2	Neutro	Neutro
2003	3	Neutro	Neutro
2003	4	Neutro	Neutro
2003	5	Neutro	Neutro
2003	6	Neutro	Neutro
2003	7	Neutro	Neutro
2003	8	Neutro	Neutro
2003	9	Neutro	Neutro
2003	10	Neutro	Neutro
2003	11	Cálido Débil	Niño Débil
2003	12	Cálido Débil	Niño Débil
2004	1	Cálido Débil	Niño Débil
2004	2	Neutro	Neutro
2004	3	Neutro	Neutro
2004	4	Neutro	Neutro
2004	5	Neutro	Neutro
2004	6	Neutro	Neutro
2004	7	Neutro	Neutro
2004	8	Neutro	Neutro

2004	9	Neutro	Neutro
2004	10	Cálido Débil	Niño Débil
2004	11	Cálido Débil	Niño Débil
2004	12	Cálido Débil	Niño Débil
2005	1	Neutro	Neutro
2005	2	Neutro	Neutro
2005	3	Neutro	Neutro
2005	4	Neutro	Neutro
2005	5	Neutro	Neutro
2005	6	Neutro	Neutro
2005	7	Neutro	Neutro
2005	8	Neutro	Neutro
2005	9	Neutro	Neutro
2005	10	Fría Débil	Neutro
2005	11	Fría Débil	Neutro
2005	12	Neutro	Neutro
2006	1	Neutro	Neutro
2006	2	Neutro	Neutro
2006	3	Neutro	Neutro
2006	4	Neutro	Neutro
2006	5	Neutro	Neutro
2006	6	Neutro	Neutro
2006	7	Neutro	Neutro
2006	8	Cálido Débil	Niño Moderado
2006	9	Cálido Moderado	Niño Moderado
2006	10	Cálido Moderado	Niño Moderado
2006	11	Cálido Moderado	Niño Moderado
2006	12	Cálido Moderado	Niño Moderado
2007	1	Cálido Débil	Niño Moderado
2007	2	Cálido Débil	Niño Moderado
2007	3	Neutro	Neutro
2007	4	Neutro	Neutro
2007	5	Fría Débil	Niña Fuerte
2007	6	Fría Moderada	Niña Fuerte
2007	7	Fría Débil	Niña Fuerte
2007	8	Fría Débil	Niña Fuerte
2007	9	Fría Moderada	Niña Fuerte
2007	10	Fría Fuerte	Niña Fuerte
2007	11	Fría Fuerte	Niña Fuerte
2007	12	Fría Fuerte	Niña Fuerte
2008	1	Neutro	Neutro
2008	2	Neutro	Neutro
2008	3	Neutro	Neutro
2008	4	Neutro	Neutro
2008	5	Neutro	Neutro

2008	6	Neutro	Neutro
2008	7	Cálido Débil	Niño Débil
2008	8	Cálido Débil	Niño Débil
2008	9	Cálido Débil	Niño Débil
2008	10	Neutro	Neutro
2008	11	Neutro	Neutro
2008	12	Neutro	Neutro
2009	1	Neutro	Neutro
2009	2	Neutro	Neutro
2009	3	Neutro	Neutro
2009	4	Neutro	Neutro
2009	5	Cálido Débil	Niño Débil
2009	6	Cálido Débil	Niño Débil
2009	7	Cálido Moderado	Niño Débil
2009	8	Cálido Débil	Niño Débil
2009	9	Cálido Débil	Niño Débil
2009	10	Cálido Débil	Niño Débil
2009	11	Neutro	Neutro
2009	12	Neutro	Neutro
2010	1	Neutro	Neutro
2010	2	Neutro	Neutro
2010	3	Neutro	Neutro
2010	4	Neutro	Neutro
2010	5	Neutro	Neutro
2010	6	Neutro	Neutro
2010	7	Neutro	Neutro
2010	8	Fría Moderada	Niña Moderada
2010	9	Fría Fuerte	Niña Moderada
2010	10	Fría Fuerte	Niña Moderada
2010	11	Fría Moderada	Niña Moderada
2010	12	Neutro	Neutro
2011	1	Neutro	Neutro
2011	2	Neutro	Neutro
2011	3	Neutro	Neutro
2011	4	Neutro	Neutro
2011	5	Neutro	Neutro
2011	6	Neutro	Neutro
2011	7	Neutro	Neutro
2011	8	Neutro	Neutro
2011	9	Neutro	Neutro
2011	10	Neutro	Neutro
2011	11	Fría Débil	Neutro
2011	12	Neutro	Neutro
2012	1	Neutro	Neutro
2012	2	Neutro	Neutro

2012	3	Cálido Débil	Niño Débil
2012	4	Cálido Débil	Niño Débil
2012	5	Cálido Moderado	Niño Débil
2012	6	Cálido Moderado	Niño Débil
2012	7	Cálido Débil	Niño Débil
2012	8	Neutro	Neutro
2012	9	Neutro	Neutro
2012	10	Neutro	Neutro
2012	11	Neutro	Neutro
2012	12	Neutro	Neutro

Fuente: Comité Técnico ENFEN

Elaboración: Propia

Anexo N° 3: Impactos El Niño débil vs eventos neutros

Los eventos que cuentan con más de una temporada de lluvias son los eventos Niño débil y los eventos neutros. Los eventos Niño extraordinario y Niño moderado sólo cuentan con una temporada de lluvias.

En ese sentido, se realizó una prueba de diferencia de medias entre las seis (06) temporadas de lluvias de magnitud Niño débil y las once (11) temporadas de lluvias de magnitud neutra, para los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad, así como para el agregado de dichos departamentos. En este test la hipótesis nula es que existe igualdad en las diferencias de medias. Los resultados se muestran en la tabla N° 10.3.

Se observa que los daños por inundaciones en temporadas de lluvias durante el evento de magnitud Niño débil y el evento neutro no presentan en la mayoría de casos diferencias significativas en las variables analizadas número de inundaciones, número de damnificados, número de afectados, número de viviendas destruidas, número de viviendas afectadas. Es decir, que aunque haya diferencias entre las medias, estas no son estadísticamente significativas.

El departamento que en relación a los demás muestra una mayor significancia en las diferencias en los daños en temporadas de lluvias entre la magnitud Niño débil y el evento neutro es Tumbes. Las inundaciones en una temporada de lluvias durante Niño débil tendrían tres inundaciones más, respecto a inundaciones en temporada de lluvias durante el evento neutro. Estos resultados se obtuvieron para la muestra analizada con una posibilidad de error de 7%.

Las inundaciones en una temporada de lluvias durante el evento Niño débil dejarían 348 damnificados más, respecto a lo que ocurriría en una temporada de lluvias durante un evento neutro. Estos resultados se obtuvieron para la muestra analizada con una posibilidad de error de 13%.

Las inundaciones en una temporada de lluvias durante el evento Niño débil dejarían 1200 afectados más, respecto a lo que ocurriría en una temporada de lluvias durante un evento neutro. Estos resultados se obtuvieron para la muestra analizada con una posibilidad de error de 12%.

Las inundaciones en una temporada de lluvias durante el evento Niño débil dejarían 16 viviendas destruidas más, respecto a lo que ocurriría en una temporada de lluvias durante un evento neutro. Estos resultados se obtuvieron para la muestra analizada con una posibilidad de error de 13%.

Las inundaciones en una temporada de lluvias durante el evento Niño débil dejarían 310 viviendas afectadas más, respecto a lo que ocurriría en una temporada de lluvias durante

un evento neutro. Estos resultados se obtuvieron para la muestra analizada con una posibilidad de error de 6%.

TABLA N° 10.3
IMPACTOS DEL FENÓMENO EL NIÑO DÉBIL VS EVENTOS NEUTROS
(CONDICIONES NORMALES DE LA TSM)

Departamento	Variable	Débil	Neutro	Diferencia	Significancia
Tumbes	Inundaciones	5	2	3	*0.07
	Damnificados	487	139	348	0.13
	Afectados	1268	68	1200	0.12
	Viviendas destruidas	18	2	16	0.13
	Viviendas afectadas	380	69	310	*0.06
Piura	Inundaciones	5	5	-1	0.86
	Damnificados	2293	1617	676	0.79
	Afectados	130	664	-534	0.40
	Viviendas destruidas	30	130	-100	0.53
	Viviendas afectadas	456	497	-41	0.94
Lambayeque	Inundaciones	0	2	-2	0.11
	Damnificados	17	291	-274	0.26
	Afectados	0	64	-64	0.23
	Viviendas destruidas	4	27	-24	0.35
	Viviendas afectadas	0	43	-43	0.10
La Libertad	Inundaciones	1	5	-4	0.33
	Damnificados	10	420	-410	0.23
	Afectados	2	1312	-1310	0.48
	Viviendas destruidas	1	40	-39	0.42
	Viviendas afectadas	3	558	-556	0.45
Tumbes	Inundaciones	3	4	-1	0.57
Piura	Damnificados	702	617	85	0.90
Lambayeque	Afectados	350	527	-177	0.73
La Libertad	Viviendas destruidas	13	50	-37	0.37
	Viviendas afectadas	210	292	-82	0.72

* p < 0,1; ** p < 0,05; *** p < 0,01

Fuente: Comité Técnico ENFEN

Elaboración: Propia

Por otro lado, los demás departamentos no permiten rechazar la hipótesis nula de igualdad de diferencias, debido al alto nivel de probabilidad de error.

A continuación se presentan las estimaciones, a partir de las cuales se elaboró la tabla anterior, donde "0" identifica a los eventos Niño débil y "1" identifica a los eventos neutros.

Tumbes

TABLA N° 10.4
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
INUNDACIONES EN TUMBES

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	6	4.833333	2.104229	5.154286	-.5757583	10.24243
1	11	1.636364	.4912457	1.629278	.5418001	2.730927
combined	17	2.764706	.8554729	3.527205	.9511843	4.578227
diff		3.19697	1.65433		-.329151	6.72309

diff = mean(0) - mean(1) t = 1.9325
 Ho: diff = 0 degrees of freedom = 15

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0
 Pr(T < t) = 0.9638 Pr(|T| > |t|) = 0.0724 Pr(T > t) = 0.0362

TABLA N° 10.5
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
DAMNIFICADOS EN TUMBES

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	6	487.3333	252.3333	618.0879	-161.3101	1135.977
1	11	139.4545	84.94633	281.7351	-49.81768	328.7268
combined	17	262.2353	108.0195	445.3756	33.24428	491.2263
diff		347.8788	215.478		-111.4017	807.1593

diff = mean(0) - mean(1) t = 1.6145
 Ho: diff = 0 degrees of freedom = 15

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0
 Pr(T < t) = 0.9364 Pr(|T| > |t|) = 0.1273 Pr(T > t) = 0.0636

TABLA N° 10.6
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
AFECTADOS EN TUMBES

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	6	1268.333	1008.924	2471.349	-1325.189	3861.855
1	11	68.18182	42.38499	140.5751	-26.25783	162.6215
combined	17	491.7647	365.4542	1506.806	-282.9636	1266.493
diff		1200.152	726.485		-348.3145	2748.618

diff = mean(0) - mean(1) t = 1.6520
 Ho: diff = 0 degrees of freedom = 15

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0
 Pr(T < t) = 0.9403 Pr(|T| > |t|) = 0.1193 Pr(T > t) = 0.0597

TABLA N° 10.7
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
VIVIENDAS DESTRUIDAS EN TUMBES

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	6	17.66667	13.6447	33.42255	-17.40815	52.74148
1	11	1.636364	1.636364	5.427204	-2.009682	5.282409
combined	17	7.294118	5.028423	20.73272	-3.365662	17.9539
diff		16.0303	10.04826		-5.387065	37.44767
diff = mean(0) - mean(1)					t =	1.5953
Ho: diff = 0					degrees of freedom =	15
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0		
Pr(T < t) = 0.9343		Pr(T > t) = 0.1315		Pr(T > t) = 0.0657		

TABLA N° 10.8
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
VIVIENDAS AFECTADAS EN TUMBES

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	6	379.5	199.5281	488.742	-133.4032	892.4032
1	11	69.45455	42.98189	142.5548	-26.31508	165.2242
combined	17	178.8824	80.68561	332.6753	7.836493	349.9282
diff		310.0455	154.9146		-20.14727	640.2382
diff = mean(0) - mean(1)					t =	2.0014
Ho: diff = 0					degrees of freedom =	15
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0		
Pr(T < t) = 0.9681		Pr(T > t) = 0.0638		Pr(T > t) = 0.0319		

Piura

TABLA N° 10.9
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
INUNDACIONES EN PIURA

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	6	4.833333	2.271808	5.56477	-1.006535	10.6732
1	11	5.454545	2.217138	7.353416	.5144533	10.39464
combined	17	5.235294	1.600849	6.600468	1.841647	8.628942
diff		-.6212121	3.456005		-7.987512	6.745088
diff = mean(0) - mean(1)					t =	-0.1797
Ho: diff = 0					degrees of freedom =	15
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0		
Pr(T < t) = 0.4299		Pr(T > t) = 0.8598		Pr(T > t) = 0.5701		

TABLA N° 10.10
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
DAMNIFICADOS EN PIURA

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	6	2293.333	2200.916	5391.12	-3364.3	7950.967
1	11	1617.273	1442.396	4783.885	-1596.585	4831.131
combined	17	1855.882	1175.658	4847.364	-636.4021	4348.167
diff		676.0606	2534.808		-4726.755	6078.876
diff = mean(0) - mean(1)					t =	0.2667
Ho: diff = 0					degrees of freedom =	15
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0		
Pr(T < t) = 0.6033		Pr(T > t) = 0.7933		Pr(T > t) = 0.3967		

TABLA N° 10.11
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
AFFECTADOS EN PIURA

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	6	130.3333	64.95212	159.0995	-36.6314	297.2981
1	11	664.0909	447.1576	1483.054	-332.2384	1660.42
combined	17	475.7059	292.2223	1204.863	-143.7776	1095.189
diff		-533.7576	616.325		-1847.423	779.9081
diff = mean(0) - mean(1)					t =	-0.8660
Ho: diff = 0					degrees of freedom =	15
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0		
Pr(T < t) = 0.2001		Pr(T > t) = 0.4001		Pr(T > t) = 0.7999		

TABLA N° 10.12
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
VIVIENDAS DESTRUIDAS EN PIURA

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	6	30	16.37885	40.11982	-12.10317	72.10317
1	11	130.3636	114.5495	379.9177	-124.8685	385.5958
combined	17	94.94118	74.02625	305.2181	-61.98746	251.8698
diff		-100.3636	157.8715		-436.8588	236.1315
diff = mean(0) - mean(1)					t =	-0.6357
Ho: diff = 0					degrees of freedom =	15
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0		
Pr(T < t) = 0.2673		Pr(T > t) = 0.5345		Pr(T > t) = 0.7327		

TABLA N° 10.13
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
VIVIENDAS AFECTADAS EN PIURA

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	6	456.1667	433.1004	1060.875	-657.1534	1569.487
1	11	497	351.4987	1165.789	-286.188	1280.188
combined	17	482.5882	265.8532	1096.141	-80.99547	1046.172
diff		-40.83333	574.4605		-1265.267	1183.6
diff = mean(0) - mean(1)					t =	-0.0711
Ho: diff = 0					degrees of freedom =	15
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0		
Pr(T < t) = 0.4721		Pr(T > t) = 0.9443		Pr(T > t) = 0.5279		

Lambayeque

TABLA N° 10.14
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
INUNDACIONES EN LAMBAYEQUE

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	6	.3333333	.3333333	.8164966	-.5235273	1.190194
1	11	1.909091	.6530285	2.165851	.4540526	3.364129
combined	17	1.352941	.4692075	1.934592	.3582656	2.347617
diff		-1.575758	.9288427		-3.555539	.4040237
diff = mean(0) - mean(1)					t =	-1.6965
Ho: diff = 0					degrees of freedom =	15
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0		
Pr(T < t) = 0.0552		Pr(T > t) = 0.1104		Pr(T > t) = 0.9448		

TABLA N° 10.15
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
DAMNIFICADOS EN LAMBAYEQUE

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	6	16.5	16.5	40.41658	-25.9146	58.9146
1	11	290.8182	171.3478	568.2964	-90.96851	672.6049
combined	17	194	113.9195	469.7023	-47.49864	435.4986
diff		-274.3182	235.7926		-776.8983	228.2619
diff = mean(0) - mean(1)					t =	-1.1634
Ho: diff = 0					degrees of freedom =	15
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0		
Pr(T < t) = 0.1314		Pr(T > t) = 0.2628		Pr(T > t) = 0.8686		

TABLA N° 10.16
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
AFECTADOS EN LAMBAYEQUE

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	6	0	0	0	0	0
1	11	63.90909	37.29988	123.7097	-19.20022	147.0184
combined	17	41.35294	24.91883	102.743	-11.47262	94.1785
diff		-63.90909	51.26378		-173.1753	45.35707

diff = mean(0) - mean(1) t = -1.2467
Ho: diff = 0 degrees of freedom = 15

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 0.1158 Pr(|T| > |t|) = 0.2316 Pr(T > t) = 0.8842

TABLA N° 10.17
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
VIVIENDAS DESTRUIDAS EN LAMBAYEQUE

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	6	3.5	3.5	8.573214	-5.497036	12.49704
1	11	27	17.65323	58.54912	-12.33384	66.33384
combined	17	18.70588	11.63026	47.9528	-5.94917	43.36093
diff		-23.5	24.39174		-75.48977	28.48977

diff = mean(0) - mean(1) t = -0.9634
Ho: diff = 0 degrees of freedom = 15

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 0.1753 Pr(|T| > |t|) = 0.3506 Pr(T > t) = 0.8247

TABLA N° 10.18
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
VIVIENDAS DESTRUIDAS EN LAMBAYEQUE

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	6	0	0	0	0	0
1	11	42.54545	17.57755	58.29814	3.380233	81.71068
combined	17	27.52941	12.27956	50.62993	1.497904	53.56092
diff		-42.54545	24.15803		-94.03708	8.94617

diff = mean(0) - mean(1) t = -1.7611
Ho: diff = 0 degrees of freedom = 15

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 0.0493 Pr(|T| > |t|) = 0.0986 Pr(T > t) = 0.9507

La Libertad

TABLA N° 10.19
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
INUNDACIONES EN LA LIBERTAD

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	6	.8333333	.6540472	1.602082	-.8479486	2.514615
1	11	5.272727	3.168283	10.50801	-1.786647	12.3321
<hr/>						
combined	17	3.705882	2.09475	8.636874	-.7347884	8.146553
<hr/>						
diff		-4.439394	4.37962		-13.77433	4.895544
<hr/>						
diff = mean(0) - mean(1)					t =	-1.0136
Ho: diff = 0					degrees of freedom =	15
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0		
Pr(T < t) = 0.1634		Pr(T > t) = 0.3268		Pr(T > t) = 0.8366		

TABLA N° 10.20
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
DAMNIFICADOS EN LA LIBERTAD

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	6	9.8333333	8.166667	20.00417	-11.15975	30.82642
1	11	419.7273	239.1242	793.0851	-113.0746	952.5291
<hr/>						
combined	17	275.0588	159.7807	658.7928	-63.66117	613.7788
<hr/>						
diff		-409.8939	328.697		-1110.495	290.7071
<hr/>						
diff = mean(0) - mean(1)					t =	-1.2470
Ho: diff = 0					degrees of freedom =	15
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0		
Pr(T < t) = 0.1158		Pr(T > t) = 0.2315		Pr(T > t) = 0.8842		

TABLA N° 10.21
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
AFECTADOS EN LA LIBERTAD

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	6	2.3333333	2.3333333	5.715476	-3.664691	8.331358
1	11	1312	1311	4348.096	-1609.091	4233.091
<hr/>						
combined	17	849.7647	848.2653	3497.487	-948.4773	2648.007
<hr/>						
diff		-1309.667	1801.798		-5150.109	2530.776
<hr/>						
diff = mean(0) - mean(1)					t =	-0.7269
Ho: diff = 0					degrees of freedom =	15
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0		
Pr(T < t) = 0.2392		Pr(T > t) = 0.4785		Pr(T > t) = 0.7608		

TABLA N° 10.22
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
VIVIENDAS DESTRUIDAS EN LA LIBERTAD

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
-------	-----	------	-----------	-----------	----------------------	--

0	6	.6666667	.6666667	1.632993	-1.047055	2.380388
1	11	39.72727	33.96043	112.634	-35.94128	115.3958
combined	17	25.94118	22.09613	91.10466	-20.90052	72.78287
diff		-39.06061	46.6766		-138.5494	60.42821
diff = mean(0) - mean(1)						t = -0.8368
Ho: diff = 0						degrees of freedom = 15
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0		
Pr(T < t) = 0.2079		Pr(T > t) = 0.4158		Pr(T > t) = 0.7921		

TABLA N° 10.23
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
VIVIENDAS AFECTADAS EN LA LIBERTAD

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	6	2.5	1.962142	4.806246	-2.543846	7.543846
1	11	558.1818	519.2428	1722.134	-598.7633	1715.127
combined	17	362.0588	336.8123	1388.713	-351.9513	1076.069
diff		-555.6818	713.6324		-2076.753	965.3896
diff = mean(0) - mean(1)						t = -0.7787
Ho: diff = 0						degrees of freedom = 15
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0		
Pr(T < t) = 0.2241		Pr(T > t) = 0.4483		Pr(T > t) = 0.7759		

Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad

TABLA N° 10.24
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
INUNDACIONES EN TUMBES, PIURA, LA LIBERTAD Y LA LIBERTAD

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	24	2.708333	.8649352	4.2373	.9190785	4.497588
1	44	3.568182	.9917193	6.578321	1.568189	5.568174
combined	68	3.264706	.7082288	5.840205	1.851075	4.678337
diff		-.8598485	1.489437		-3.833606	2.113909
diff = mean(0) - mean(1)						t = -0.5773
Ho: diff = 0						degrees of freedom = 66
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0		
Pr(T < t) = 0.2829		Pr(T > t) = 0.5657		Pr(T > t) = 0.7171		

TABLA N° 10.25
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
DAMNIFICADOS EN TUMBES, PIURA, LA LIBERTAD Y LA LIBERTAD

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	24	701.75	552.3431	2705.918	-440.8588	1844.359
1	44	616.8182	366.6039	2431.775	-122.509	1356.145
combined	68	646.7941	304.6319	2512.059	38.74626	1254.842

diff	84.93182	642.1851	-1197.232	1367.096

diff = mean(0) - mean(1)			t =	0.1323
Ho: diff = 0			degrees of freedom =	66
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 0.5524		Pr(T > t) = 0.8952		Pr(T > t) = 0.4476

TABLA Nº 10.26
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
AFECTADOS EN TUMBES, PIURA, LA LIBERTAD Y LA LIBERTAD

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	24	350.25	260.5538	1276.448	-188.7466	889.2466
1	44	527.0455	343.3638	2277.618	-165.4137	1219.505
combined	68	464.6471	239.3583	1973.799	-13.11408	942.4082
diff		-176.7955	504.1812		-1183.426	829.8348

diff = mean(0) - mean(1)				t =	-0.3507	
Ho: diff = 0				degrees of freedom =	66	
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0		
Pr(T < t) = 0.3635		Pr(T > t) = 0.7270		Pr(T > t) = 0.6365		

TABLA Nº 10.27
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
VIVIENDAS DESTRUIDAS EN TUMBES, PIURA, LA LIBERTAD Y LA
LIBERTAD

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	24	12.95833	5.603596	27.4519	1.366412	24.55025
1	44	49.68182	30.05069	199.3337	-10.92118	110.2848
combined	68	36.72059	19.58097	161.4688	-2.363189	75.80437
diff		-36.72348	41.03528		-118.6531	45.2061

diff = mean(0) - mean(1)				t =	-0.8949	
Ho: diff = 0				degrees of freedom =	66	
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0		
Pr(T < t) = 0.1870		Pr(T > t) = 0.3741		Pr(T > t) = 0.8130		

TABLA Nº 10.28
TEST DE MEDIAS ENTRE NIÑO DÉBIL Y EVENTOS NEUTROS PARA
VIVIENDAS AFECTADAS EN TUMBES, PIURA, LA LIBERTAD Y LA
LIBERTAD

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	24	209.5417	119.4844	585.3516	-37.63065	456.714
1	44	291.7955	155.8518	1033.804	-22.50957	606.1005
combined	68	262.7647	108.8107	897.2757	45.57771	479.9517
diff		-82.25379	229.1873		-539.8409	375.3334

diff = mean(0) - mean(1)				t =	-0.3589	

Anexo N° 4: Costo de las viviendas destruidas

Actualización de costos del Indeci

Después de actualizar los valores de los reportes de emergencias, se obtuvieron los resultados que se muestran en la siguiente tabla:

TABLA N° 10.29
COSTO DE VIVIENDAS DESTRUIDAS

Departamento	US\$ (a)	Tipo de Cambio (b) (S/. x \$ - 1997)	Nuevos Soles (S/.)	Inf. Acumulada (c) (1997 - 2013)	Costo de Viviendas Destruídas (2013)	Salarios Mínimo (d) (SM) 2013	Costo de Viviendas Destruídas en SM 2013
Tumbes	\$ 4,000.00	S/. 2.66	S/. 10,655.95	1.67	S/. 17,827.55	S/. 750.00	24 SM
Piura	\$ 3,851.61	S/. 2.66	S/. 10,260.64	1.67	S/. 17,166.19	S/. 750.00	23 SM
Lambayeque	\$ 1,745.10	S/. 2.66	S/. 4,648.93	1.67	S/. 7,777.71	S/. 750.00	10 SM
La Libertad	\$ 1,564.00	S/. 2.66	S/. 4,166.48	1.67	S/. 6,970.57	S/. 750.00	9 SM

(a) Valores para el año 1997 según INDECI.

(b) Se ha considerado el tipo de cambio promedio de los últimos doce meses del Banco Central de Reserva del Perú. (<http://www.bcrp.gob.pe/>).

(c) La inflación acumulada se obtuvo a partir del IPC 2009 (<http://www.inei.gob.pe>).

(d) El Salario Mínimo fue obtenido del portal web del Ministerio de Trabajo (<http://www.mintra.gob.pe>).

Fuente: Comité Técnico ENFEN

Elaboración: Propia

Los resultados muestran grandes diferencias entre los departamentos de Tumbes y Piura frente los departamentos de Lambayeque y La Libertad. Los montos de Tumbes y Piura se encuentran alrededor de los 17 mil nuevos soles. Por otro lado, los costos de Lambayeque y La Libertad se encuentran alrededor de 7 mil nuevos soles. Es probable que por problemas metodológicos se hayan obtenidos valores muy diferentes. Por tal razón, a continuación se realizó el costo de reposición con la finalidad de comparar y definir qué valor usar en el cálculo económico.

**TABLA N° 10.30
COSTO DE REPOSICIÓN DE UNA VIVIENDA DESTRUIDA**

Materia	Costo de reemplazo de una vivienda destruida tipo (90 m2) ^(a)							Información a fecha de investigación (diciembre de 2013)		
	Fecha	N° Requerido	Unidad	Cantidad	Moneda	Costo x unidad	Monto S/.	Factor Actualización ^(f)	Costo total S/.	Cost. total SM ^(g)
Mano de Obra									S/ 11,100.55	14.80
Ingeniero civil (b)	abr-10	1	Hora	144	S/.	S/ 36.46	S/ 5,250.00	1.12	S/ 5,871.98	7.83
Obreros (c)	dic-12	5	Hora	144	S/.	S/ 7.06	S/ 5,083.20	1.03	S/ 5,228.56	6.97
Materiales de construcción									S/ 11,708.78	15.61
Muros pircado con mezcla de barro (d)	oct-12		m2	172.5	S/.	S/ 54.63	S/ 9,423.68	1.03	S/ 9,704.91	12.94
Techos caña con torta de barro (d)	oct-12		m2	90	S/.	S/ 11.93	S/ 1,073.70	1.03	S/ 1,105.74	1.47
Pisos tierra compacta (d)	oct-12		m2	90	S/.	S/ 3.84	S/ 345.60	1.03	S/ 355.91	0.47
Puertas (c)	dic-12		Unidad	2	S/.	S/ 198.70	S/ 397.40	1.03	S/ 408.76	0.55
Sanitario básico (e)	ago-14		Unidad	1	S/.	S/ 136.90	S/ 136.90	0.97	S/ 133.45	0.18
Total									S/ 22,809.32	30.41

(a) El costo de la vivienda destruida se realizó a partir de una vivienda de 90m2. Además dicha vivienda es de un piso, el cual tiene una altura de 2.5 metros. Área de la vivienda fue obtenido del Decreto Supremo N° 027-2003-Vivienda, de fecha 06 de octubre del 2003.

(b) El salario del Ingeniero Civil fue obtenido del documento: Colegio de Ingenieros del Perú (2010). "Determinación y cálculo de los gastos generales en servicios de consultoría de ingeniería y consultoría de obras". Asimismo, dicho salario corresponde a un ingeniero de categoría C.

(c) El salario de los obreros fueron obtenidos de la revista Costos N° 225 - diciembre, 2012.

(d) El costo del material para la construcción de muros, techos, piso fueron obtenidos de la Resolución Ministerial N° 241-2012-Vivienda.

(e) El costo del sanitario fue obtenido del catálogo virtual de la empresa Sodimac (www.sodimac.com.pe).

(f) El factor de actualización representa la inflación acumulada, la cual fue obtenida a partir del IPC 2009 (<http://www.inei.gob.pe>).

Fuente: Comité Técnico ENFEN

Elaboración: Propia

A partir del costo de reposición de la vivienda destruida, se definió el valor económico a utilizar. Se optó por utilizar como costo de vivienda destruida el valor más cercano al costo de reposición. S/. 17 827.55 nuevos soles será el valor económico de una vivienda destruida.

Anexo N° 5: Regresión e interpretación del modelo lineal planteado

Para calcular el valor económico de los daños directos en las viviendas afectadas, se verificó la influencia de la altura de lámina de agua por las inundaciones sobre el costo económico de los daños en una vivienda, según el departamento analizado. Para esto se efectuará una regresión del siguiente modelo econométrico:

$$CDDI_{ij} = \beta_1 + \beta_2(ALA_i) + \varepsilon_i$$

Donde CDDI es el Costo del Daño Directo por Inundación y ALA es la Altura de Lámina de Agua (ALA), “i” identificará a los Departamentos y “j” identificará a la Categoría del Fenómeno El Niño. El modelo de regresión planteado es lineal.

Se espera encontrar una relación directa entre la ALA y el CDDI por inundaciones sobre las viviendas afectadas. Es decir, a medida que aumente la ALA, debería incrementarse los daños en las viviendas afectadas por inundaciones (CDDI).

En la tabla N° 10.31 se aprecian los resultados de la estimación realizada en el software Stata, donde los signos obtenidos por la estimación son los esperados.

**TABLA N° 10.31
RESULTADOS DEL MODELO PLANTEADO**

Source	SS	df	MS			
Model	6200581.61	1	6200581.61	Number of obs =	10	
Residual	2399729.61	8	299966.201	F(1, 8) =	20.67	
Total	8600311.22	9	955590.135	Prob > F =	0.0019	
				R-squared =	0.7210	
				Adj R-squared =	0.6861	
				Root MSE =	547.69	

cddi	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ala	1153.515	253.7133	4.55	0.002	568.4512	1738.579
_cons	696.998	266.8215	2.61	0.031	81.70658	1312.289

Asimismo, se encuentra significancia individual de los parámetros menor al 5% de error lo cual permite rechazar la hipótesis nula de que igualdad a cero en los parámetros. Además, la significancia conjunta se determina a partir de la prueba F, donde también se encuentra alta significancia del modelo. Por otro lado, el coeficiente de determinación (R^2) obtenido es de 68%, es decir que la variable ALA explica en un 68% los CDDI, lo cual es explicable debido a que la variable dependiente planteada puede también estar influenciada por otras variables no consideradas en el modelo (regresión múltiple).

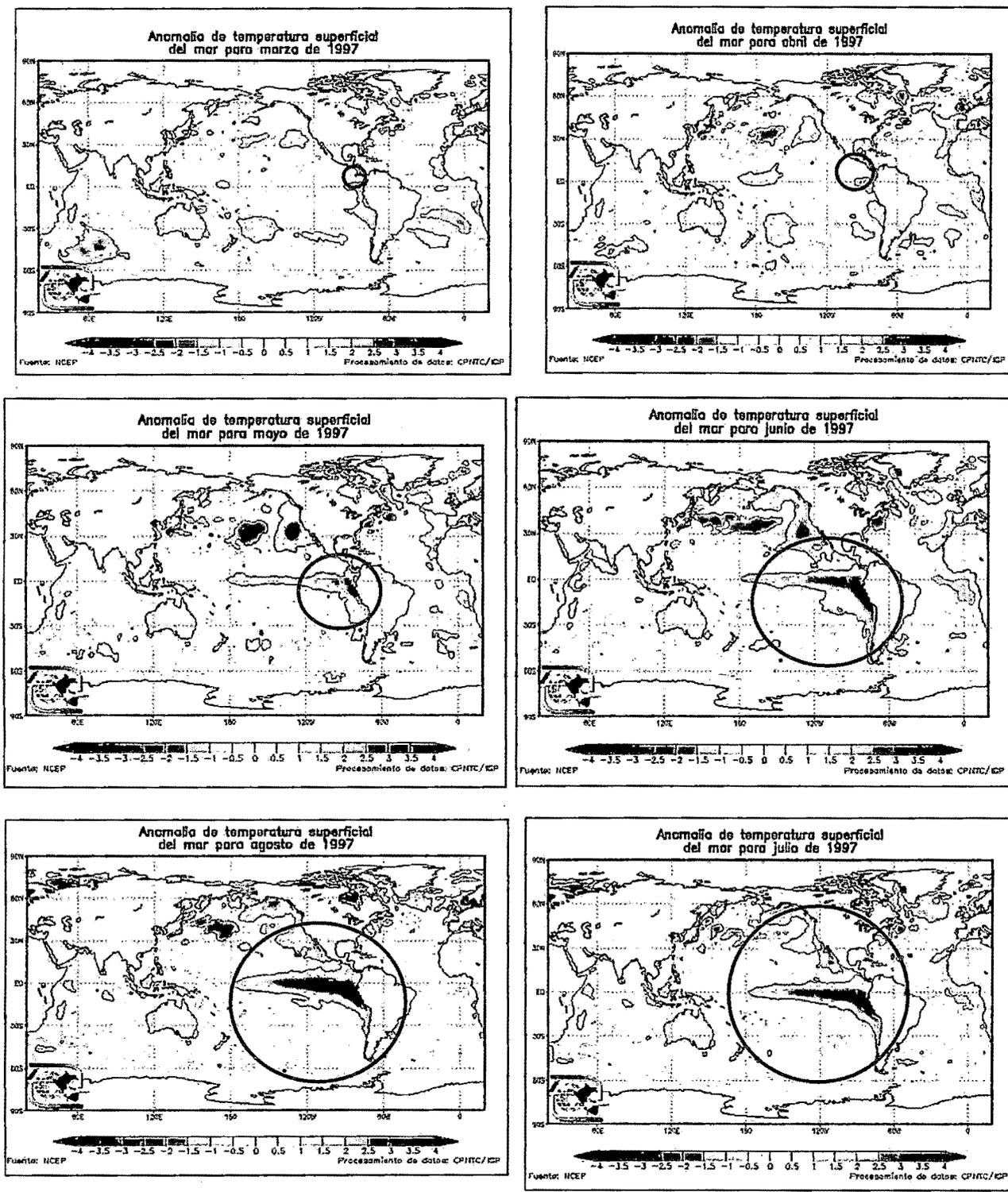
Finalmente se obtuvo la siguiente ecuación:

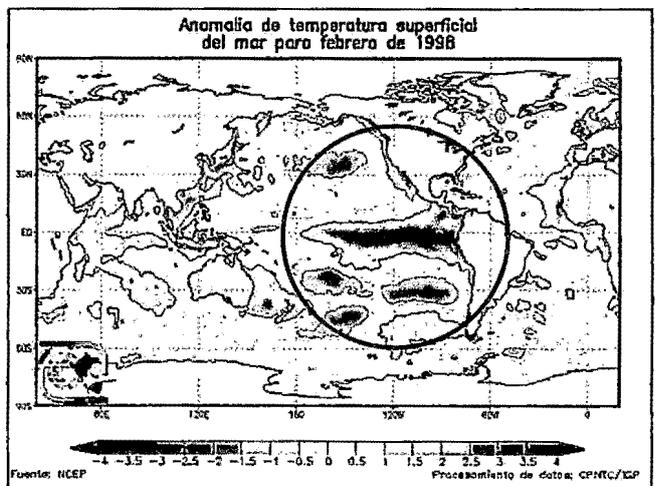
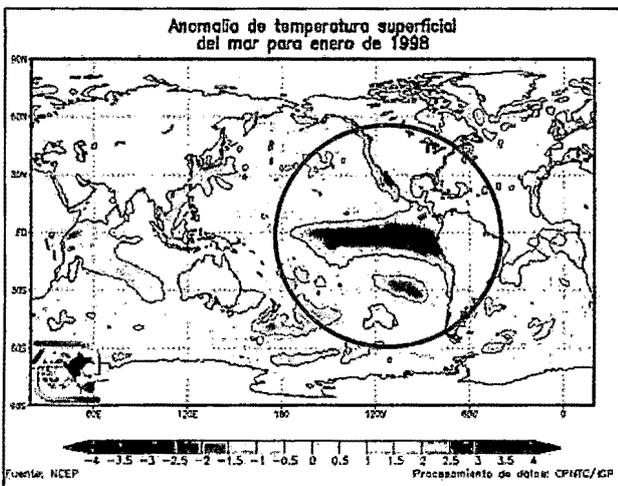
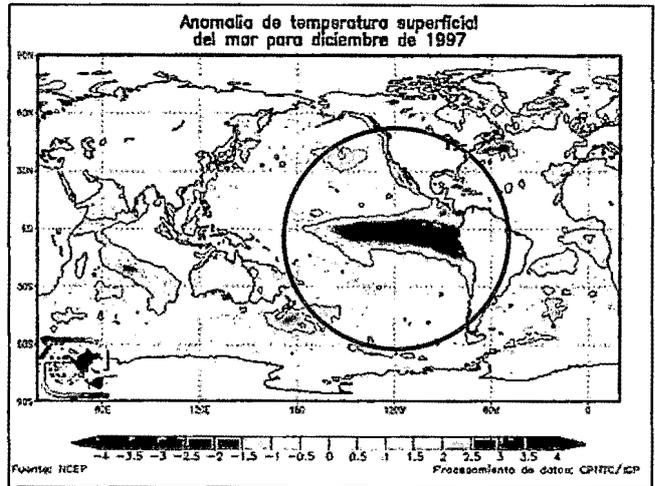
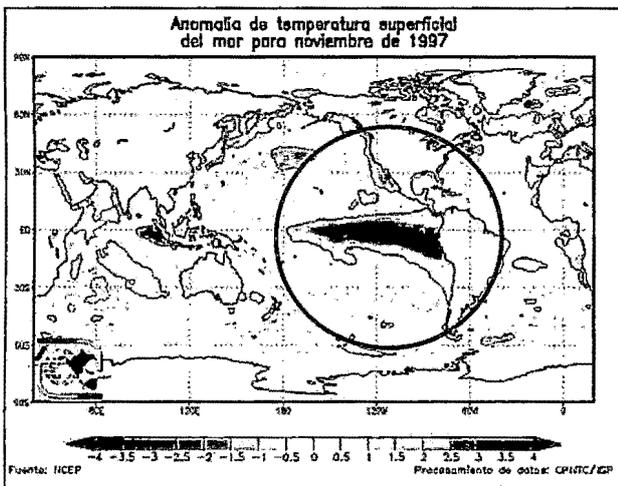
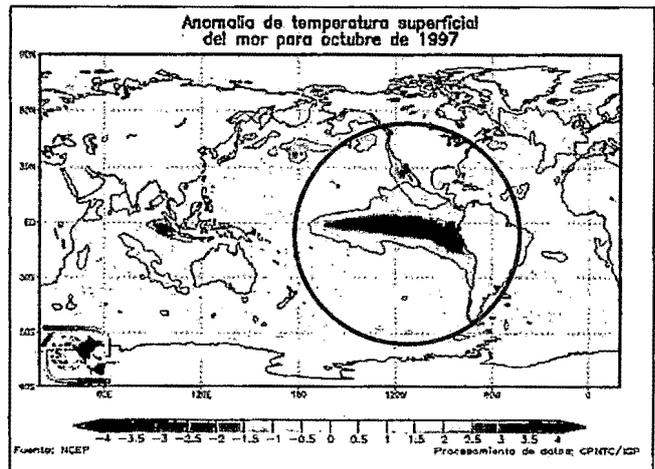
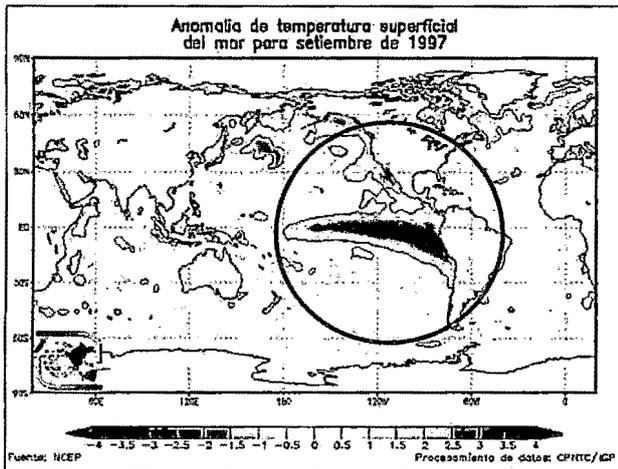
$$CDDI = 697.00 + 1153.52 x (ALA)$$

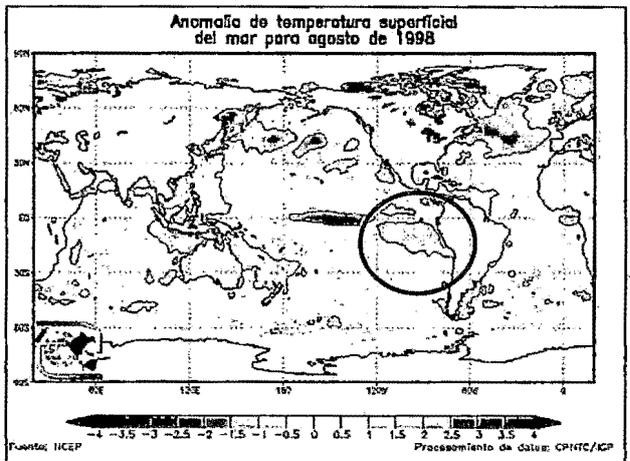
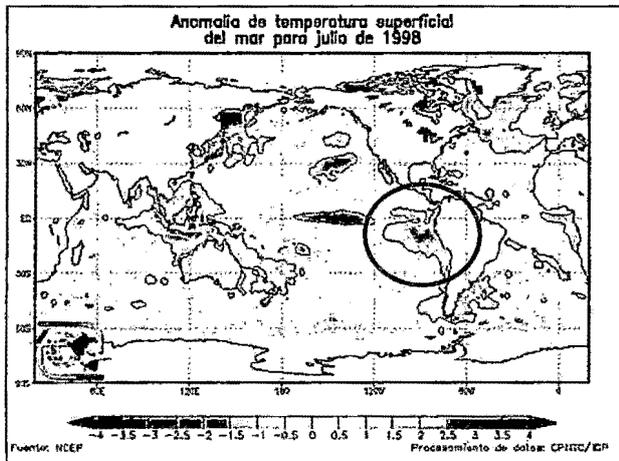
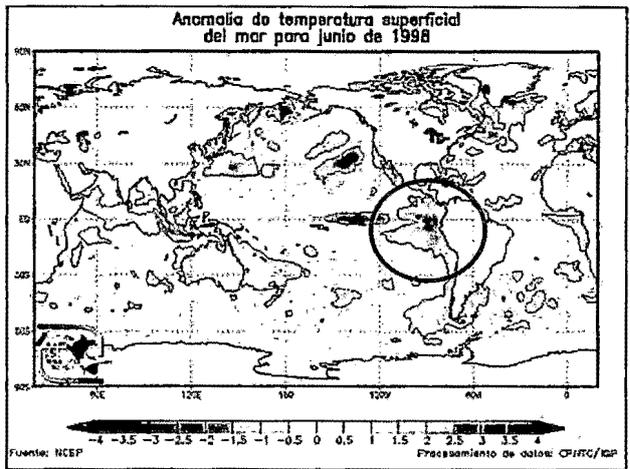
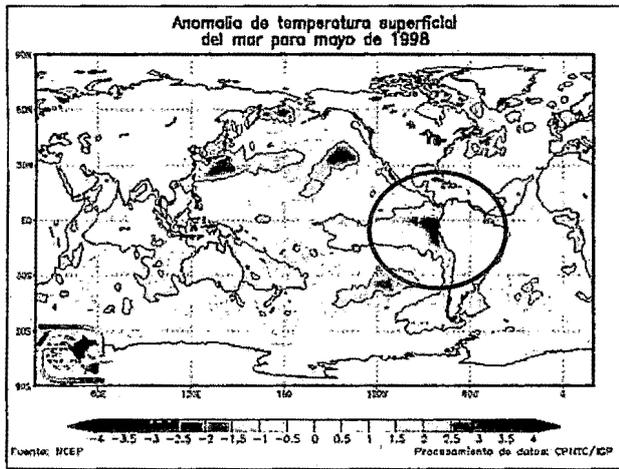
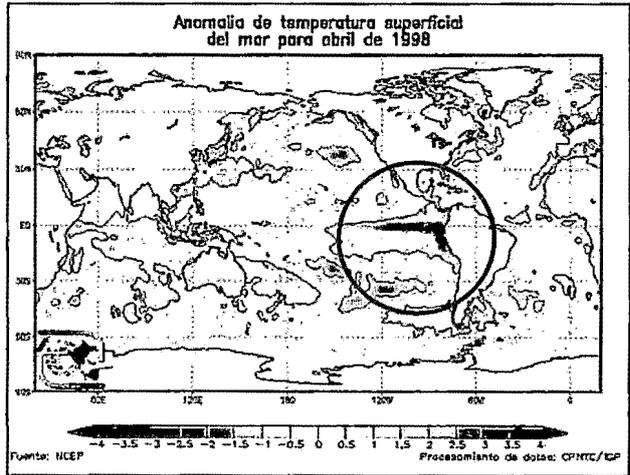
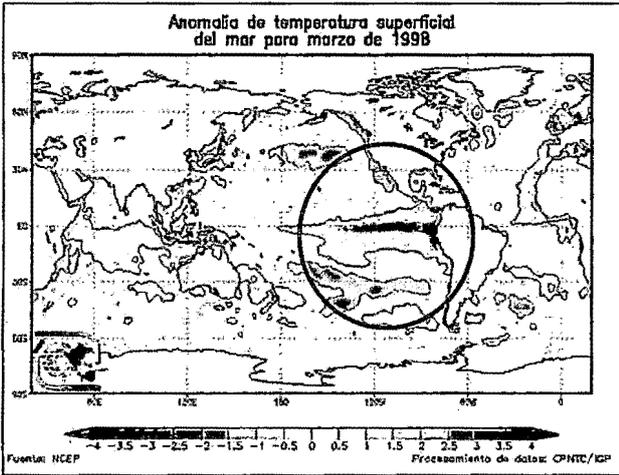
A partir de esta ecuación se estimó el costo de las viviendas afectadas por las inundaciones.

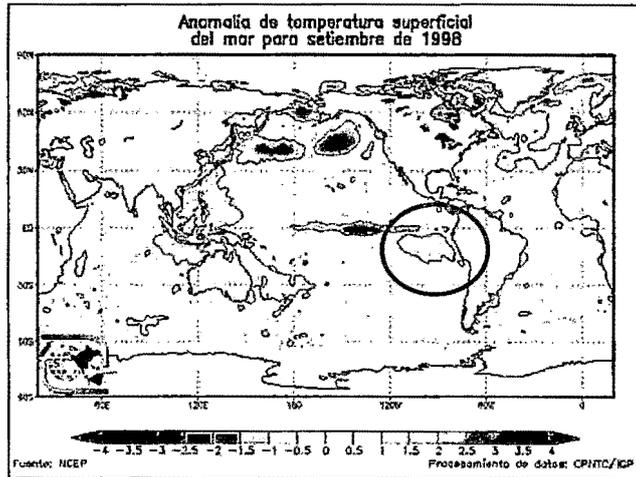
Anexo N° 6: Imágenes de las anomalías de la Temperatura Superficial del Mar en el fenómeno El Niño extraordinario (Mar 1997 – Set 1998)

**FIGURA N° 10.1
ANOMALÍAS DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR**









Fuente: Comité Técnico ENFEN (http://www.met.igp.gob.pe/datos/sst/ANOM_MENSUAL/archivo.html)
Elaboración: Propia