



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
PEDRO RUIZ GALLO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**II PROGRAMA DEL CURSO DE ACTUALIZACIÓN  
PROFESIONAL**

**“IMPACTOS DEL FENÓMENO EL NIÑO (FEN) EN  
LAS REGIONES DE PIURA, LAMBAYEQUE Y LA  
LIBERTAD”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL  
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÍCOLA**

**PRESENTADO POR:**

**BACH. CRISTIAN PAÚL ELÍAS PORTOCARRERO**

**LAMBAYEQUE - PERU**

**2019**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
PEDRO RUIZ GALLO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**II PROGRAMA DEL CURSO DE ACTUALIZACIÓN  
PROFESIONAL**

**“IMPACTOS DEL FENÓMENO EL NIÑO (FEN) EN LAS  
REGIONES DE PIURA, LAMBAYEQUE Y LA LIBERTAD”.**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÍCOLA**


**PRESENTADO POR:**

**BACH. CRISTIAN PAÚL ELÍAS PORTOCARRERO**

***Aprobado por el jurado calificador integrado por:***

  
ING. Jorge Cumpa Reyes  
Presidente

  
ING. ENOCH MONTES BANCES  
Secretario

  
ING. Jannier A. Sánchez Ayén  
Asesor

**LAMBAYEQUE - PERÚ**

## INDICE

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
I. INTRODUCCION	1
1.1.- Planteamiento del problema	2
1.2.- Formulación del problema	3
1.3.- Justificación e importancia del estudio	3
1.4.- Objetivos	4
II. MARCO TEORICO	5
2.1.- Antecedentes del problema	5
2.2.- Base teórica o revisión bibliográfica	8
2.2.1.- El fenómeno El Niño a nivel internacional	9
2.2.2.- El fenómeno El Niño en el Perú	11
2.2.3.- Indicadores de la presencia del Fenómeno EL Niño	12
III. MATERIALES Y METODOS	15
3.1.- Características Generales	15
3.1.1.- Región Lambayeque	15
3.1.2.- Región Piura	18
3.1.3.- Región La Libertad	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	24
4.1.- Daños a escala nacional	24
4.2.- Daños a escala regional y sectorial	31
4.3.- Estimación del impacto en las finanzas públicas	44
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
VI. BIBLIOGRAFIA	49

## **RESUMEN**

El presente trabajo de Investigación bibliográfica, tiene como objetivo principal Conocer los impactos del Fenómeno El Niño (Fen) en Las Regiones de Piura, Lambayeque y La Libertad y como objetivos específicos: Realizar un análisis ex post del FEN a escalas nacional, realizar un análisis ex post del FEN a escalas regional y local Estimar los impactos en las Finanzas Públicas. Para cumplir con los objetivos anteriormente mencionados el tipo de investigación aplicado fue la documental, es decir se basó en la obtención de datos provenientes de publicaciones, investigaciones y materiales impresos. Como resultados de la investigación se tiene lo siguiente: El FEN es un evento climático que se ha desarrollado desde hace cientos de años y ha afectado el territorio peruano. Según diversos estudios han existido varios FEN intensos y, más recientemente, el cambio climático ha ocasionado que el FEN se haga más frecuente e intenso. Los FEN 1982-1983 y 1997-1998 y 2017 han sido los tres eventos de mayor magnitud más recientes, y los que de alguna manera han generado que la población y sus autoridades desarrollen cierta conciencia de la importancia de su impacto.

Ambos FEN, a pesar de ser catalogados como intensos, han tenido características distintas, como la duración, la intensidad en diversas zonas, los impactos diferenciados en el sur del país, las lluvias intensas en zonas altas de la sierra y las anomalías en el mar, entre otros. Por ello, no es posible generalizar la magnitud ni los impactos globales ni sectoriales de un potencial FEN.

Las fuentes de financiamiento para atender los daños provocados por un FEN intenso pueden ser, según Cooper y Morón (2010), los siguientes: presupuesto público, endeudamiento y mecanismos para la tercerización de riesgos. Para los resultados obtenidos se plantea la utilización de mecanismos de tercerización de riesgos.

## **ABSTRACT**

The main objective of this bibliographical research work is to know the impacts of the El Niño (Fen) Phenomenon in the Regions of Piura, Lambayeque and La Libertad and as specific objectives: Carry out an ex post analysis of the FEN at national scales, perform an analysis ex post of the FEN at regional and local scales Estimate the impacts on Public Finance. To comply with the aforementioned objectives, the type of research applied was the documentary, that is, it was based on obtaining data from publications, research and printed materials.

As results of the investigation, we have the following: The FEN is a climatic event that has been developed for hundreds of years and has affected the Peruvian territory. According to several studies, there have been several intense FEN and, more recently, climate change has caused the FEN to become more frequent and intense. The 1982-1983 and 1997-1998 and 2017 FEN have been the three most recent events of greater magnitude, and those that in some way have generated that the population and its authorities develop a certain awareness of the importance of their impact.

Both FEN, despite being classified as intense, have had different characteristics, such as duration, intensity in different areas, differentiated impacts in the south of the country, intense rains in high mountain areas and anomalies in the sea. , among others. Therefore, it is not possible to generalize the magnitude or the global or sectoral impacts of a potential FEN.

The sources of financing to address the damage caused by an intense FEN can be, according to Cooper and Morón (2010), the following: public budget, debt and mechanisms for the outsourcing of risks. For the results obtained, the use of risk outsourcing mechanisms is proposed.

## **I. INTRODUCCION**

El Fenómeno de El Niño es responsable de inundaciones y deslizamientos de tierra que destruyen las cosechas. Debido a que “El Niño” modifica el patrón normal de las condiciones meteorológicas, provoca otras alteraciones climáticas donde resaltan tormentas, inundaciones, tornados y huracanes. Por su alta incidencia en las zonas afectadas, debido a las inundaciones pueden evidenciarse problemas de salud tales como la proliferación de vectores así como la destrucción de hospitales, centros de salud, escuelas, redes de agua potable, ect.

En este marco, se realizó el estudio Impactos del Fenómeno El Niño (FEN) en la economía regional de Piura, Lambayeque y La Libertad, el cual busca identificar y cuantificar los impactos de los FEN intensos, en particular los de los años 1982-1983, 1997-1998 y 2017 sobre la economía peruana, con especial énfasis en los departamentos de Piura, Lambayeque y La Libertad y en los sectores agrícola, vivienda, transportes y saneamiento. Asimismo, el estudio incluye una propuesta acerca de los instrumentos financieros que se pueden utilizar para gestionar el riesgo asociado a este fenómeno climático, de tal manera que se pueda contar con recursos para hacerle frente. Los resultados del estudio pretenden contribuir a que los gobiernos regionales y demás sectores involucrados identifiquen los costos en los que incurren como consecuencia de la ocurrencia de un FEN intenso.

## **1.- REALIDAD PROBLEMÁTICA**

### **1.1.- Planteamiento del problema**

Las crecidas e inundaciones constituyen fenómenos físicos y socio-económicos que afectan las actividades humanas y a su vez son modificadas por ellas, de manera que protagonizan una de las relaciones más paradigmáticas del hombre y su entorno natural (MATEU, 1990). De entre los riesgos naturales, las crecidas e inundaciones son las más extendidas mundialmente y el más frecuentemente experimentado, así como el que mayores daños y pérdidas ocasiona.

En el Perú los ríos ubicados en la vertiente del Pacífico del país, se caracterizan por presentar una variabilidad estacional marcada, entre los meses de verano e invierno; siendo los meses de verano, período de avenidas, donde se presentan los mayores caudales de agua, mientras que en períodos de invierno, período de estiaje, se presentan los menores caudales. Por otro lado, el comportamiento hidrológico de las cuencas del Pacífico durante el Fenómeno El Niño/Oscilación Sur (ENOS), ha sido muy variable respecto a su intensidad. Los Niños Extraordinarios del 82/83 y 97/98 sí tuvieron un impacto generalizado en toda la vertiente, creando condiciones de exceso hídrico que provocaron desastres, y siendo estos más acentuados en la zona norte (Ochoa, R., 2010).

Es necesario conocer los Impactos del Fenómeno El Niño (FEN) en la economía regional de Piura, Lambayeque y La Libertad, el cual busca identificar y cuantificar los impactos de los FEN intensos, en particular los de los años 1982-1983, 1997-1998 y 2017-2018 sobre la economía peruana, con especial énfasis en los departamentos de Piura, Lambayeque y La Libertad y en los sectores agrícola, vivienda, transportes y saneamiento. Asimismo, el estudio incluye una propuesta acerca de los instrumentos financieros que se pueden utilizar para gestionar el riesgo asociado a este fenómeno climático, de tal manera que se

pueda contar con recursos para hacerle frente. Los resultados del estudio pretenden contribuir a que los gobiernos regionales y demás sectores involucrados identifiquen los costos en los que incurren como consecuencia de la ocurrencia de un FEN intenso.

## **1.2.- Formulación del problema**

¿Cuáles son los impactos del Fenómeno El Niño (Fen) en Las Regiones de Piura, Lambayeque y La Libertad?

## **1.3.- Justificación e importancia del estudio**

El desarrollo del estudio permitirá presentar los principales resultados, con el fin de contribuir a que las autoridades regionales, locales y demás agentes involucrados puedan tomar decisiones mejor informadas para la gestión prospectiva y correctiva del riesgo relacionado con FEN intensos. Además se podrá utilizar como un instrumento de planificación y mitigación de riesgos, reduciendo las pérdidas económicas, sociales y humanas ocasionadas. Esto en cuanto a que la reconstrucción de los daños ocasionados por el fenómeno del niño del año 2017, según la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios (ARRC), le originó al país más de 25,655 millones de soles, de los cuales 19,800 millones (77%) es para reconstrucción de infraestructura afectada, 2,565 millones (10%) para obras de prevención y desarrollo urbano y 3,255 millones (13%) para fortalecimiento de capacidades institucionales y otros.

Los resultados que se obtengan de este estudio, beneficiaran tanto a las autoridades de los distritos involucrados, así como también a la Autoridad Local del Agua, Gobierno regional de Piura, Lambayeque y La Libertad permitiendo conocer con mayor precisión las soluciones de ingeniería a plantear.

En el aspecto académico podemos resaltar los siguientes puntos de importancia:

- Este trabajo servirá de referencia para estudios posteriores, ya sea a nivel académico o profesional.



- Este trabajo servirá como un material de consulta para los estudiantes, proyectistas y otros interesados en Gestión e Ingeniería del riesgo.

#### **1.4.- Objetivos**

##### **1.4.1.- Objetivo General**

- Conocer los impactos del Fenómeno El Niño (Fen) en Las Regiones de Piura, Lambayeque y La Libertad.

##### **● 1.4.2.- Objetivos Específicos**

- Realizar un análisis ex post del FEN a escalas nacional
- Realizar un análisis ex post del FEN a escalas regional y local.
- Estimar los impactos en las Finanzas Públicas.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1.- Antecedentes del problema

**Arguedas, C (2001).** *Sobre la gestión de riegos dice.* “Gestión e Ingeniería del Riesgo, base fundamental de la Ingeniería de Protección, Cuando toda la información ha sido considerada de datos históricos estadísticos, fuentes, estudios, modelos y análisis particulares, el nivel final de incidencias para cada fenomenología puede ser expresada por la escala de referencia planteada.

El análisis de vulnerabilidad, como un proceso de diagnóstico puede entenderse no solamente a estructuras civiles, sino también a estructuras en general. Líneas de alta presión, reservorios, túneles, vías expresas aéreas, etc.”

*Continúa diciendo:* “El riesgo es un concepto compuesto, obtenido de la composición del nivel de amenazas, peligro o incidencia fenomenológicas y los grados de vulnerabilidad propios del espacio geográfico y medio ambiente o estructura humana. En la práctica se reconocen frecuentemente los riesgos pero no se trata consecuentemente, bien porque no se los evaluó o bien por que la relación riesgos / seguridad no se pudo plantear de forma que los encargados de la gestión contaran con una visión clara a la hora de tomar decisiones”.

**Dávila, J. (2001).** Define a la geomorfología como la ciencia que estudia las formas del relieve terrestre, teniendo en cuenta su origen, naturaleza de las rocas, el clima de la región y las diferentes fuentes endógenas y exógenas que de modo general entran como factores constructores del paisaje. Geo = Tierra, y morfo = forma, logo = discurso lógico, tratado. La geomorfología estudia el relieve actual, estudiando previamente las formas del relieve desarrollado en el transcurso del tiempo geológico.

**Rocha, A. (2009).** *Sobre las funciones naturales de un río dice:* "Un río Tiene fundamentalmente tres funciones naturales: a) Evacuar el agua generada en la cuenca

como consecuencia de la precipitación, b) Evacuar sólidos producto de la erosión de la cuenca y e) evacuar hielo en los lugares en que éste se presenta. Podría añadirse una función adicional. no natural, pero muy. Frecuente en nuestro país y que vinculada, a /as acciones humanas eliminar y evacuar desperdicios, basura, troncos de árboles, ramas, animales muertos, palizadas, bolsas y botellas de plástica, y otros cuerpos extraños... ".

**Simon, L. (1993).** *Sobre los datos para los métodos estadísticos menciona:* "Debida a la naturaleza aleatoria e intermitente, el movimiento del agua a través de los caminos del ciclo hidrológico sólo se puede estudiar por medios estadísticos, antes de poder proporcionar datos confiables con fines prácticos es preciso llevar durante décadas registros cuidadosos con información sobre el estado atmosférico, medidas de la precipitación, estudio de etapas de avenida y descarga. Aun cuando estén disponibles esos datos, hay que tomarlos como reserva desde el punto de vista del ingeniero... ".

**Aliaga, S. (1983).** *Acerca de la información hidrometeorológica dice:* "Una de las principales dificultades que encuentran el profesional en el país cuando pretende desarrollar estudios hidrológicos es la inconsistencia y escasez de información hidrometeorológica, ésta además de estar influenciada por errores sistemáticos, es incompleta y de un periodo demasiado corto, que no permite estimar /os parámetros requeridos con la mayor seguridad posible... ".

**Bateman, A. (1990).** *Acerca del ciclo hidrológico dice:* "El ciclo hidrológico es fundamental para entender los procesos que se suceden en la tierra, requiere conocimientos multidisciplinarios. No existe un punto de partida en el ciclo del agua en la tierra pero lo que sí está claro es que se basa en todos los estados del agua, gas, líquido y sólido. Todos los estados se presentan en la naturaleza y todas ellas son importantes de cara a los recursos humanos. Lo más importante es tener en cuenta la interrelación del hombre con la naturaleza y su influencia en el ciclo del agua..."

**Chereque, W. (2006).** *Sobre el período de retorno dice:* "Frente a un caso concreto el ingeniero debe decidir el período de retorno de su crecida de diseño, para ello, debe precisar en primer término la vida útil de la obra; luego se preguntará sobre la probabilidad de ocurrencia de crecidas durante ese período. Escogiendo un porcentaje adecuado de riesgo determinará el período de retomo de la crecida de diseño y procederá a calcular la magnitud de esta con la distribución de frecuencia que más se ajuste a /os datos observados. Y en relación a la magnitud de la avenida del proyecto es algo sumamente complejo y que debe ser encarado por ingenieros experimentados en estudios de avenidas..."

**M.T.C. (2012).** En cuanto a Evaluación de la Información Hidrológica dice: "Dado que el país tiene limitaciones en la disponibilidad de datos ya sea hidrométricos como pluviométricos y la mayor parte de las cuencas hidrográficas no se encuentran instrumentadas, generalmente se utilizan métodos indirectos para la estimación del caudal de diseño".

*Continúa diciendo:* "De acuerdo a la información disponible se elegirá el método más adecuado para obtener estimaciones de la magnitud del caudal, el cual será verificado con las observaciones directas realizadas en el punto de interés, tales como medidas de marcas de agua de crecidas importantes y análisis del comportamiento de obras existentes. La representatividad, calidad, extensión y consistencia de los datos

es primordial para el inicio del estudio hidrológico, por ello, se recomienda contar con un mínimo de 25 años de registro que permita a partir de esta información histórica la predicción de eventos futuros con el objetivo que los resultados sean confiables, asimismo dicha información deberá incluir los años en que se han registrado los eventos del fenómeno "El Niño", sin embargo dado que durante el evento del fenómeno del niño la información no es medida ya que normalmente se estiman valores extraordinarios, esta

información debe ser evaluada de tal manera que no se originen sobredimensionamientos en las obras.

Indiscutiblemente, la información hidrológica y/o hidrometeorológica básica para la realización del estudio correspondiente, deberá ser representativa del área en dónde se emplaza el proyecto vial”.

En cuanto a la selección del periodo de retorno dice: “El tiempo promedio, en años, en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada “T” años, se le denomina Período de Retorno “T”. Si se supone que los eventos anuales son independientes, es posible calcular la probabilidad de falla para una vida útil de **n** años.

Para adoptar el período de retorno a utilizar en el diseño de una obra, es necesario considerar la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible, dependiendo este último, de factores económicos, sociales, técnicos y otros.

El criterio de riesgo es la fijación, a priori, del riesgo que se desea asumir por el caso de que la obra llegase a fallar dentro de su tiempo de vida útil, lo cual implica que no ocurra un evento de magnitud superior a la utilizada en el diseño durante el primer año, durante el segundo, y así sucesivamente para cada uno de los años de vida de la obra. El riesgo de falla admisible en función del período de retorno y vida Útil de la obra está dado por:

$$R = 1 - (1 - 1/T)^n$$

## **2.2 Base teórica o revisión bibliográfica**

A fines del siglo XIX, los pescadores del norte del Perú apreciaron que todos los años hacia finales de diciembre, cerca de la Navidad, solía ocurrir un incremento de la temperatura del agua del mar, la cual era observable a lo largo de la costa norte. Atribuyeron este calentamiento a la llegada de una corriente marina de aguas cálidas a la

que llamaron la corriente de “El Niño”. La presencia de estas aguas cálidas a lo largo de las costas peruanas, es un fenómeno recurrente que tiene una duración de varios meses. Ahora sabemos que este calentamiento marino-costero se acentúa cada cierto número de años, siendo una manifestación de los cambios que ocurren en las capas superficiales y subsuperficiales del océano. Esto está vinculado a interacciones complejas con la atmósfera que se producen en el Océano Pacífico ecuatorial, a miles de kilómetros de la costa peruana(MINAM, 2014).

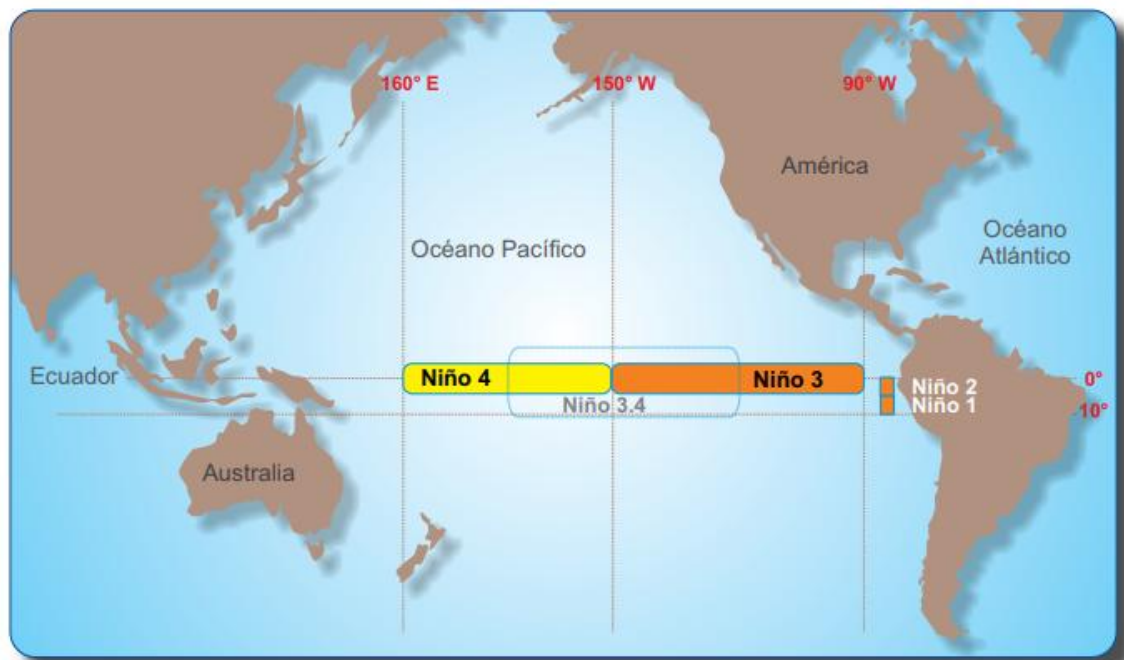
### **2.2.1 El fenómeno El Niño a nivel internacional**

El significado del fenómeno El Niño ha ido cambiando a lo largo de los años. En algunos países de Sudamérica como Perú y Ecuador, se denomina “El Niño” al incremento de la Temperatura Superficial del agua del Mar (TSM) en el litoral de la costa oeste de Sudamérica con ocurrencia de lluvias intensas. Antes, era considerado como un fenómeno local. Actualmente, se le reconoce como el principal modulador de la variabilidad climática interanual en todo el mundo. El término “El Niño” comprende los cambios observados en la TSM en el Pacífico ecuatorial central, así como los cambios de la presión atmosférica en el Pacífico, desde Australia (Darwin) hasta Tahití (Pacífico tropical central – oriental). En los últimos años, para centrar la atención en el proceso de la evolución de las temperaturas de la superficie del océano y en los vientos, los científicos han sectorizado la franja ecuatorial del Océano Pacífico en cuatro cuadrantes (Figura 1). La mayoría de ellos concentran su atención en los cuadrantes Niño 3 y Niño 3.4 para tratar de comprender la formación de este fenómeno.

En la actualidad las regiones que se utilizan para definir la presencia del fenómeno El Niño son la 3.4 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).

**Figura N°01. Las cuatro regiones del Océano Pacífico en las que los científicos centran su atención para estudiar los vientos, las temperaturas de la superficie del mar y las precipitaciones (NOAA, 2013)**



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 consecutivos la serie mensual de las anomalías de la temperatura superficial del mar medidas en el Pacífico tropical en la Región El Niño 3.4 (5°N - 5°S, 120° - 170°W). Se consideran episodios cálidos y fríos cuando el índice ONI supera el umbral de  $\pm 0,5$  °C. Cuando dicho umbral es cubierto durante un mínimo de 5 meses continuos, se definen como episodios El Niño (+) o de La Niña (-) (Tabla 1). El Niño – Oscilación del Sur (ENOS) es un evento natural de la variabilidad climática en el que se interrelacionan el océano y la atmósfera en la región tropical del Océano Pacífico. Éste término se hizo conocido a partir de los años ochenta, cuando la comunidad científica demostró que había una interacción entre el océano y la atmósfera que lo explicaba. La fase cálida del ENOS

corresponde a El Niño (calentamiento oceánico e IOS negativo), mientras que la fase fría del ENOS, corresponde a La Niña (enfriamiento oceánico e IOS positivo).

**Tabla N°01. Umbrales para identificar la magnitud de El Niño/La Niña, según la NOAA en la región del Pacífico tropical Niño 3.4**

<b>Categoría</b>	<b>Indice Oceánico El Niño (ONI)</b>
<b>Cálido fuerte</b>	<b>Mayor o igual a +1,4</b>
<b>Cálido moderado</b>	<b>Mayor que +0,9 y menor que +1,4</b>
<b>Cálido débil</b>	<b>Mayor que +0,5 y menor que +1,0</b>
<b>Neutro</b>	<b>Mayor que -0,5 y menor que +0,5</b>
<b>Frío débil</b>	<b>Menor que -0,5 y menor que -0,9</b>
<b>Frío moderado</b>	<b>Menor que -1,0 y menor que -1,5</b>
<b>Frío fuerte</b>	<b>Menor o igual que -1,5</b>

### **2.2.2 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 pelágicas; 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 p 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 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 desértica.

### **2.2.3 Indicadores de la presencia del Fenómeno EL Niño**

Los parámetros que se analizan para realizar el diagnóstico de las tendencias del clima en los siguientes :

- Parámetros Oceanográficos
- Temperatura Superficial del Mar (SST)
- Parámetros Atmosféricos
- Índice de Oscilación Sur (IOS)
- Presiones atmosféricas
- Vientos de superficie y altura
- Humedad relativa
- Precipitaciones
- Temperatura del aire
- Imágenes de satélite

Se expone a continuación algunos aspectos de estos parámetros con relación al fenómeno ENSO (El Niño Oscilación sur)

### **a. Temperatura superficial del mar**

Es sabido que una elevación anormal de la temperatura del agua de mar está relacionada con la ocurrencia de un fenómeno ENSO, es por ello que su medida, control y análisis es esencial realizarlo a lo largo de toda la costa del Perú. En la Región Grau los valores de la temperatura del mar son medidas en Caleta Grau en Tumbes, en el muelle de PETROPERU en Talara y en la Estación de IMARPE Paita. Se lleva control de las anomalías de este parámetro, anomalías positivas altas nos alertarán de la presencia de El Niño. Los datos más asequibles son los de la estación IMARPE de Paita que nos proporciona esta oficina. Actualmente se cuenta con un registro histórico desde 1963.

### **b. índice de oscilación sur (IOS)**

Este índice es la diferencia de presiones a nivel del mar entre un centro de alta presión ubicado en el Pacífico Ecuatorial central (Tahiti) y un centro de baja presión ubicado en la costa norte de Australia (Darwin). Actualmente es uno de los indicadores más usados para cuantificar y predecir un ENSO. Valores negativos de este índice indican condiciones de Niño. Este indicativo es obtenido del boletín del Centro de Análisis Climático de USA y se cuenta con un registro histórico desde el año de 1935.

### **c. Presiones atmosféricas**

Las presiones atmosféricas bajas de la costa norte del Perú están relacionadas con el ENSO. Las anomalías negativas de presión indican la presencia inestable de aire en la vertical por lo tanto este parámetro debe ser analizado en forma sinóptica. Las instituciones que suministran estas observaciones son CORPAC, ALA Aérea y UDEP. Debido a que CORPAC cuenta en todos sus aeropuertos con estaciones sinópticas se está tomando los datos de estas estaciones en la costa norte (Tumbes, Talara, Piura, Chiclayo y Trujillo), se lleva control del índice de desviación. Se tiene un registro histórico de estos datos desde 1955.

#### **d. Vientos de superficie y altura**

El debilitamiento o inversión de los vientos alisios y aquellos paralelos a la línea ecuatorial que forman la llamada celda de Walker está asociado a la ocurrencia de un fenómeno El Niño. Estos son responsables del arrastre de las aguas superficiales del mar y de la elevación y transporte del vapor de agua para la formación de nubes que producen las precipitaciones. El comportamiento de estos vientos nos permiten confirmar la presencia de un evento El Niño y estudiar las condiciones dinámicas bajo las cuales se presenta.

La estación radar de la Universidad de Piura mide la dirección y velocidad de los vientos de superficie y de altura entre 2 a 20 kms. Estos vientos vienen siendo registrados desde 1989.

#### **e. Temperatura del aire**

Con esta variable se obtiene el grado de calentamiento del aire bajo sombra en la zona de la costa. Se registran datos de las estaciones en Tumbes y Piura.

#### **f. Imágenes meteorológicas por satélite**

Para completar la observación de las condiciones atmosféricas se cuenta en la Universidad de Piura y el Ala Aérea No. 1 con un receptor de imágenes Meteorológicas por satélite que muestra entre otras cosas la cobertura de nubes. Estas imágenes del satélite GOES-8 sirven para conocer de alguna alteración respecto al contenido de vapor de agua en la atmósfera, el desplazamiento de masas de nubes que pueda devenir en fuerte lluvia y la ubicación de la zona de convergencia intertropical.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 Características Generales**

##### **3.1.1 Región Lambayeque**

Lambayeque es uno de los veinticuatro departamentos , que forman la República del Perú. Su capital es Chiclayo. Está ubicado al noroeste del país, limitando al norte con Piura, al este con Cajamarca, al sur con La Libertad y al oeste con el océano Pacífico. Con 14 231 km<sup>2</sup> es el segundo departamento menos extenso —por delante de Tumbes— y con 78,2 hab/km<sup>2</sup>, el segundo más densamente poblado, por detrás de Lima. Se fundó el siete de enero de 1872.

##### **Relieve**

Aproximadamente las 9 décimas partes del departamento corresponden a la región costa y yunga y la décima a la Sierra (Cañaris e Incahuasi).

La Costa o Chala, comprenden entre los cero metros hasta los 500 m.s.n.m.; está constituida por extensas planicies aluviales, unas surcadas por ríos y otras cubiertas de arena, estas planicies son mucho más extensas que la de los departamentos del Sur, se ven interrumpidas por cerros rocosos sin vegetación que pueden elevarse desde los 200 a los 1000 m.s.n.m.

Las serranías del departamento se encuentran en los contrafuertes de la cordillera occidental y llegan a los 3000 y 3500 m.s.n.m.

- *Abras*: Tembladera (a 3.650 msnm) en Ferreñafe; Quesería (a 2.550 msnm) en Lambayeque; Escalera (a 1.600 msnm) en Lambayeque.

##### **Climatología**

El clima es semitropical; con alta humedad atmosférica y escasas precipitaciones en la costa sur. La temperatura máxima puede bordear los 35 °C (entre enero y abril) y la mínima es de 15 °C (mes de julio). La temperatura promedio anual de 22,5 °C.

En verano fluctúa entre 20 °C como mínimo y 35 °C como máximo; cuando el tiempo es caluroso, lo cual sucede de manera esporádica, la temperatura fluctúa entre 25-35 °C. En invierno la temperatura mínima es de 15 °C y máxima de 24 °C. Por lo general a medida que se aleja del mar avanzando hacia el este hasta los 500 msnm la temperatura se va elevando, sintiéndose principalmente a medio día un calor intenso, como se puede apreciar en Pucalá, Zaña, Chongoyape, Oyotún y Nueva Arica.

### **Hidrografía**

La aguas de los ríos, cubre más del 95 % del agua utilizada en la agricultura, industria y uso doméstico. El agua subterránea es abundante pero poco empleada por el alto costo en la perforación de pozos tubulares y la falta de planificación de los cultivos.

Los principales ríos son:

- **Río Chancay:** Conocido con el nombre de río Lambayeque, es más importante. Su largo aproximado es 250 km, de sus aguas dependen las 3 capitales provinciales, más de 15 poblados menores, empresas agrícolas y medianos y pequeños productores individuales. Nace al oeste del asiento minero de Hualgayoc en las lagunas de Mishis y Yanahuanca a una altura de 4000 msnm, en sus orígenes se le conoce como río Quilcate, que va descendiendo al Oeste recibiendo otros pequeños tributarios, sin engrosar sus aguas debido a las filtraciones, las mismas que aparecen kilómetros abajo y al unirse con el río Samán ya recibe el nombre de río Chancay, sigue desplazándose al Oeste recibiendo las aguas del río Cumbil. A la altura de Racarumi, hay una toma de ese nombre que capta sus aguas para llevarlas al Reservorio de

Tinajones, mismo que de nuevo vierte las aguas a su lecho, kilómetros abajo. En la Puntilla hay una obra de ingeniería que divide las aguas en dos partes, la del río Reque o Eten, y la de Lambayeque (canal Desaguadero), del que mediante otras compuertas se reparte el agua: para el Canal Taymi para el río Lambayeque.

- **Río La Leche:** también llamado Motupe o Mórrope. Nace en las cumbres de Cañaris y Cachen a más de 3000 msnm tiene un volumen de agua muy irregular y por lo general no llega al mar, salvo en épocas de abundantes lluvias. En periodos lluviosos y de abundancia de aguas este río inunda los poblados ribereños y las sementeras causando daños inmensos. En la parte baja se unen con el Motupe. Desemboca en la laguna de La Niña.
- **Río Zaña:** Nace en el Departamento de Cajamarca, al este de Niepos, en su desplazamiento y descenso hacia el oeste recibe las aguas de numerosos riachuelos, ya en la costa da sus aguas a los poblados de Oyotún, Nueva Arica, Zaña, Motupe y Lagunas. Sus aguas en determinadas épocas como en 1925 y 1983 han causado daños a Zaña y otros poblados ribereños. Al norte del Departamento en el distrito Olmos se encuentran los riachuelos: Cascajal, San Cristóbal, y Olmos, de recorrido muy corto, no llegan al mar, salvo en años de mucha lluvia.

### **Oceanografía**

El mar de Grau o Pacífico peruano frente a las costas del departamento de Lambayeque tiene sus aguas templadas con temperatura medias de 19° C. a 20° C, debido a afloraciones de aguas que se producen frente al litoral y son transportadas por la Corriente de Humboldt. El Mar de Grau o Pacífico peruano, es muy rico en especies. La biomasa está constituida por peces pequeños, como la anchoveta y por peces

medianos o grandes como las conchas de abanico, choros, caracoles, etc. También existen en pequeñas islas (Lobos de Tierra y Lobos de Afuera) y algunas puntas del litoral, aves guaneras en gran variedad.

### **3.1.2 Región Piura**

Piura es uno de los veinticuatro departamentos que, junto con la Provincia del Callao, forman la República del Perú. Su capital y ciudad más poblada es la homónima Piura. Está ubicado al noroeste del país, limita al norte con Tumbes y Ecuador, al este con Cajamarca, al sur con Lambayeque y al oeste con el océano Pacífico. Con 1 858 617 habitantes en 2017 es el segundo departamento más poblado<sup>2</sup> —solamente precedido por el departamento de Lima— y con una densidad demográfica 46,7 hab/km<sup>2</sup>, el cuarto más densamente poblado, por detrás de Lima, Lambayeque y La Libertad. Fue creado políticamente el 30 de marzo de 1861.

### **Orografía**

En el departamento de Piura, se presentan dos sistemas orográficos: el de los Cerros de Amotape al noroeste, de baja altitud y una porción de la cordillera de los Andes de recorrido norte-sur en el tercio oriental de esta circunscripción, y entre ellos se extiende una amplia llanura que domina la mayor proporción de la geografía, que configura la porción llana más ancha de la costa peruana.

- **Abras:** Surotipe (a 3.100 msnm) y Porcuya que es la más baja del subcontinente en Huancabamba, y Peña Blanca (a 2.980 msnm) en Ayabaca. Piura es la quinta ciudad más poblada del Perú con más de 550,000 habitantes.

### **Clima**

Debido a su proximidad con la línea ecuatorial, la costa de Piura tiene un clima cálido durante todo el año. La temperatura promedio es de 26 °C. El clima costero presenta tanto características de clima tropical en zona yunga y de *sabana tropical* a nivel del

mar. Este clima se le conoce también por *seco tropical* o bosque seco ecuatorial. Es un clima parecido a la de la una *sabana tropical*. La temperatura máxima puede alcanzar los 40 °C y la mínima los 15 °C. En la zona costera sur del departamento, colindando con el Departamento de Lambayeque, existe un clima semi desértico. La sierra piurana tiene un clima *húmedo* subtropical y templado con un promedio anual de 15 °C.

### **Hidrografía**

La hidrografía piurana se encuentra definida principalmente por el volumen de las precipitaciones provenientes del océano Pacífico, a su vez determinadas por el encuentro de dos corrientes marinas: la fría corriente de Humboldt de 13 a 19 °C, con la cálida del Niño de 21 a 27 °C, encuentro que ocurre en la costa sur del departamento, a altura de la bahía de Sechura. Este fenómeno hace que la temperatura del mar Piura sea variante y fluctúe en los 18 y 23 °C, durante los meses de invierno y primavera; y entre los 23 y 27 °C durante el verano (a veces en el otoño con la extensión del verano).

La humedad promedio anual es de 66%, la presión atmosférica media anual es de 1008,5 hPa en tanto que los vientos que siguen una dirección al sur tienen una velocidad promedio de 3 m/s. Las precipitaciones pluviales también muestran variaciones. En la costa generalmente baja dentro de los 100 y 500 msnm oscilando en esta parte entre 10 y 200 mm; entre los 500 y 1500 msnm, las precipitaciones llegan entre los 200 y 800 mm y en la zona ubicada sobre los 1500 msnm el promedio de precipitaciones pluviales es de 1.550 mm.

La baja humedad de la región configura la región como un territorio mayormente seco. Las precipitaciones se concentran mayormente en las zonas altoandinas, mientras que en la gran llanura las únicas fuentes importantes de agua son los ríos estacionales del



norte – el Chira y el Piura– mientras que en la mitad sur de la amplia llanura piurana se emplaza el extenso Desierto de Sechura que está cubierto de vegetación herbàcea.

- **Ríos más importantes:** Piura que nace en la sierra de Huarmaca de la provincia de Huancabamba. El Chira que nace en el nudo de Loja y cuyo caudal de aguas regulares almacenadas en la represa de Poechos alimenta la mayor parte de los valles costeros de la región en una extensión que supera las 150,000 hectàreas, mientras que las aguas de sus tributarios los ríos Quiroz y Chipillico se almacenan en la represa de Los Cocos beneficiando la colonización de San Lorenzo y el valle del Medio Piura.

### **3.1.3 Región La Libertad**

La Libertad es uno de los 24 departamentos que, junto con la provincia constitucional del Callao, conforman la República del Perú. Su capital y ciudad más poblada es Trujillo.

Està ubicado en el Noroeste del país y limita por el Norte con departamento de Lambayeque, el departamento de Cajamarca y el departamento de Amazonas; por el Este con el departamento de San Martín, por el Sureste con el departamento de Huànuco, por el Sur con el departamento de Àncash y por el Oeste con el océano Pacífico. Su población según el censo de 2017 era de Con 1 859 640 hab. Según el censo de 2017 es uno de los departamentos más poblados —por detrás del de Lima— y con 63,4 hab/km<sup>2</sup>, el tercero más densamente poblado, por detrás de Lima y Lambayeque. Se creó como departamento el 12 de febrero de 1821.

### **Hidrografía**

El departamento por estar atravesado por la Cordillera de los Andes tiene tres de las cuatro cuencas hidrográficas del Perú: la cuenca del Pacífico y la del Atlàntico. En la vertiente del Pacífico destacan el Río Chicama. En conjunto, estos ríos irrigan la costa desértica de La Libertad y permiten el desarrollo de la agricultura. En la vertiente del

Atlántico, los ríos discurren para formar parte de la cuenca amazónica. El río más importante que fluye por esa zona es el Marañón, que forma, junto con el Río Ucayali, el Amazonas.

Respecto al litoral, al estar bañado por la Corriente de Humboldt o Corriente peruana, permite la abundancia del zooplancton, muy apreciado por diferentes peces, como la anchoveta, bonito, etc.

### **Islas**

- Islas Chao, son 3 llamadas norte (0.35 ha), centro (3.75 ha) y sur (11.23 ha). La más elevada es la Chao Sur con 78 msnm. Ubicadas a 3.22 km al suroeste de punta Chao.
- Isla Corcovado, con una superficie de 3.75 ha, con un largo de 288 m, ancho de 205 m y altitud máxima de 45 m. Esta ubicada a 6.4 km al noreste de la punta Infiernillo.
- Islas Guañape, son 2 islas llamadas norte (34.87 ha) y sur (26.17 ha). La más elevada es la Guañape Sur con 143 msnm. Ubicadas a 16 y 20 km al oeste de pampa Comositán. En la Guañape Sur hay un faro.
- Isla la Viuda, ubicada a 3 km de la playa Viru, es una isla pequeña de 12 msnm.<sup>2</sup>
- Islas Macabi, son 2 islas llamadas norte (1.99 ha) y sur (5.79 ha). La más elevada es Macabi Norte con 31 msnm. En la Macabi Sur hay un faro.

### **Clima**

La zona costera y la andina tienen estaciones climáticas opuestas simultáneamente.

La franja costera del departamento tiene un clima cálido y soleado durante buena parte del año. Su temperatura promedio oscila entre los 20 °C y 21 °C y en verano del 2017 superó los 30 °C. En invierno, las pequeñas garúas humedecen la campiña de la costa. En Trujillo, el clima es más húmedo y frío durante gran parte del año. Las garúas y neblinas son fenómenos diarios en invierno y otoño. Estos cambios climáticos en la

ciudad se deben al violento cambio, de desierto a zonas de cultivo, en el ámbito de Chavimochic, también la contaminación es un factor importante.

Su zona de sierra andina, y a partir de los 3.000 metros sobre el nivel del mar, tiene un clima seco y templado durante el día y más bien frío en la noche. Durante los meses de enero a marzo hay un invierno de intensas lluvias en esta zona.

### **Pesquería**

La actividad de la pesca está concentrada en los puertos de Salaverry, Malabrigo y Pacasmayo y se orienta en más de un 95% al consumo humano indirecto (harina y aceite de pescado). Siendo su contribución al producto departamental del orden del 1,2% desde la década del 70, habría que destacar las tendencias al retroceso del sector pesquero, cuya participación se reduce en seis veces durante estos 20 últimos años.

Las condiciones climáticas fluctuantes afectan directamente la disponibilidad de biomasa y, sumados a las características tecnológicas, de equipamiento e infraestructura con que cuentan las empresas, configuran las posibilidades de la actividad: la obsolescencia de equipos y dificultades para renovación y modernización tecnológica de sus unidades; déficit de infraestructura de desembarque y conservación; y el tamaño y características de la flota no resultan adecuadas para una operación eficiente y rentable. Se hace sentir, la ausencia de políticas definidas de apoyo técnico, crediticio y de capacitación sobre todo para la actividad artesanal que cuenta con un potencial no utilizado.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **4.1 Daños a escala nacional**

Ambos FEN causaron múltiples impactos socioeconómicos en algunas regiones del país (zona norte), pero sus efectos a escala nacional se prolongaron algunos años después de ocurridos estos. Es muy difícil estandarizar los eventos El Niño, a pesar de que ambos se consideran FEN intensos. Los FEN no se originan necesariamente en los mismos meses o estaciones ni tienen siempre iguales características. En 1982, por ejemplo, se presentaron vientos huracanados en el litoral norte durante todo el mes de marzo y se inició la fase de calentamiento del agua de mar en el mes de septiembre, y no desde mayo como en otras ocasiones, la cual llegó a 6 grados por encima del promedio de los últimos 40 años (Ferradas, 2000).

#### **4.1.1 El Niño 1982-1983**

En el caso del FEN 1982-1983, el 80% de los daños se localizó en la zona norte y el restante 20% en el sur. Según el Instituto Nacional de Planificación (INP) existente en esa época, el impacto económico del daño se estimó en aproximadamente US\$ 1000 millones (Ferradas, 2000). El 42% de los daños los ocasionaron las excesivas lluvias y el 58%, la sequía.

Los principales impactos físicos fueron las pérdidas humanas por huaicos, inundaciones, deshidratación y hambre. La proliferación de enfermedades bacteriológicas y virales y la destrucción de viviendas también tuvieron un impacto considerable en la población. Cerca del 46% de los daños se debieron a impactos en la infraestructura y 40% afectaron la producción.

En el ámbito productivo destacaron las fuertes pérdidas en los sectores agricultura, pesca y minería e hidrocarburos, además de una notable contracción en la producción

manufacturera, aunque no solamente debido al FEN sino también a la caída de la demanda interna. La producción agropecuaria fue la más afectada con cerca del 54% de los daños.

**Cuadro N°01. Pérdidas totales por el FEN (1982-1983)**

	US\$ millones	Porcentaje
Producción	397	39,7
Infraestructura	456	45,6
Pérdidas sociales	147	14,7
<b>Total</b>	<b>1 000</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Instituto de Defensa Civil (Indeci).

**Cuadro N°02. Daños a la producción por el FEN (1982-1983)**

Sector	Zona norte	Zona sur	Total	Porcentaje
Agropecuario	181,46	33,54	215,0	54,20
Pesca	2,53	0,47	3,0	0,76
Industria	4,22	0,78	5,0	1,60
Energía	1,69	0,31	2,0	0,50
Hidrocarburos	145,17	26,83	172,0	43,30
<b>Total</b>	<b>335,07</b>	<b>61,93</b>	<b>397,0</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Indeci.

En el cuadro N°03 se muestran los daños en la infraestructura o el acervo de capital del país que se estimaron en US\$ 456 millones, con los sectores transportes y comunicaciones e hidrocarburos como los más afectados. En el primer caso, se dañaron 2600 kilómetros de carreteras, colapsaron 47 puentes y hubo daños severos en 4 aeropuertos en todo el país. En el caso de los hidrocarburos se destruyeron varios tramos del oleoducto Nor Peruano y se paralizó la producción de petróleo.

**Cuadro N°03. Daños a la Infraestructura por el FEN (1982-1983)**

Sector	Zona norte	Zona sur	Total	Porcentaje
<b>Agropecuario</b>	<b>66,68</b>	<b>12,32</b>	<b>79,0</b>	<b>17,3</b>
Pesca	5,90	1,10	7,0	1,5
Industria	1,68	0,32	2,0	0,4
Energía	10,97	2,03	13,0	2,9
Hidrocarburos	95,37	17,63	113,0	24,8
<b>Transportes y comunicaciones</b>	<b>159,51</b>	<b>29,49</b>	<b>189,0</b>	<b>41,4</b>
Turismo	0,84	0,16	1,0	0,2
Salud y saneamiento	0,84	0,16	1,0	0,2
Educación	5,06	0,94	6,0	1,3
<b>Vivienda</b>	<b>37,13</b>	<b>6,87</b>	<b>44,0</b>	<b>9,7</b>
Interior	0,84	0,16	1,0	0,2
<b>Total</b>	<b>384,82</b>	<b>71,18</b>	<b>456,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Indeci.

#### **4.1.2. El Niño 1997-1998**

Durante El Niño 1997-1998 las lluvias, las crecidas de los ríos, las inundaciones y los deslizamientos fueron los mayores generadores de impactos en el territorio nacional.

En la costa norte del país se esperaban estos impactos y, gracias al oportuno anuncio de su llegada a principios de 1997, se pudo tomar algunas medidas de prevención. Estas medidas, como ensanchamiento de cauces, protección de bordes de ríos y limpieza de drenajes, entre otras, evitaron algunas inundaciones, aunque hubo casos en los que la magnitud del impacto sobrepasó las expectativas y, por ende, las acciones de prevención. Los desastres de mayor magnitud se produjeron en Piura, Tumbes, Ica, Chiclayo, Trujillo y Chimbote, así como en Lima.

Las avalanchas de lodo, o «huaicos», se produjeron en los departamentos de Tumbes, Piura y Lambayeque de manera continua y en forma aislada en La Libertad y Lima. Esto afectó las carreteras y los servicios básicos y con ello el abastecimiento de alimentos en algunas zonas. No obstante, las lluvias generaron impactos ambientales

positivos en otras zonas porque permitieron la recuperación de pastizales y el incremento de la flora, integraron varios lagos que pudieron ser aprovechados para la pesca y recargaron los acuíferos. En el sur del país no se produjo sequía, como había ocurrido en 1982-1983; por el contrario, hubo también lluvias intensas que dañaron cultivos y centros poblados.

El cuadro N°04 resume los impactos socioeconómicos, positivos y negativos, que se generaron por efecto del FEN, clasificados por sectores.

Según la CAF (2000) los daños totales originados por el FEN 1997-1998 ascendieron a US\$ 3500 millones, lo que representó más de 4,5% del producto bruto interno (PBI) de 1997. Este monto incluye daños directos por valor de US\$ 1612 millones (46%) y daños indirectos por US\$ 1888 millones. De acuerdo con la metodología aplicada para el cálculo del daño, la estimación de daños directos se refiere a las afectaciones a los activos inmovilizados y a las existencias, es decir, los perjuicios en los acervos a lo largo de la duración de las anomalías; mientras que los daños indirectos recogen los flujos de bienes que no se producen debido al evento.

**Cuadro N°04. Impactos socioeconómicos asociados al FEN (1997-1998)**

Sector	Positivos	Negativos
Agricultura y pesca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abundancia de pastos (ganadería)</li> <li>• Regeneración natural del bosque</li> <li>• Producción de cultivos en zonas áridas</li> <li>• Regeneración de frutales nativos</li> <li>• Incremento de biodiversidad</li> <li>• Incremento de napa freática y agua de reservorios</li> <li>• Recuperación de fauna silvestre</li> <li>• Incremento de producción de leche</li> <li>• Incremento de producción de frutales</li> <li>• Recuperación de suelos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción de infraestructura de riego</li> <li>• Imposibilidad de siembras en áreas inundadas</li> <li>• Arrasamiento de áreas agrícolas y disminución de áreas de cultivo</li> <li>• Reducción de vida útil de embalses</li> <li>• Alteración fisiológica de las plantas</li> <li>• Aparición de plagas y enfermedades</li> <li>• Disminución de rendimientos y producción</li> <li>• Afectación de suelo por lodos y sedimentos</li> </ul>

Infraestructura y servicios básicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento en niveles de agua en embalses</li> <li>• Recarga de acuíferos</li> <li>• Aumento de capacidad de producción de electricidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción de sistemas de captación, redes y equipos de agua</li> <li>• Colapso de sistemas de abastecimiento y alcantarillado</li> <li>• Contaminación del agua por aguas residuales, disminución de calidad de esta</li> <li>• Colapso de pozos de agua</li> <li>• Problemas de saneamiento ambiental</li> <li>• Reducción de capacidad útil de embalses</li> <li>• Enterramiento de centrales eléctricas</li> <li>• Aislamiento de centrales térmicas</li> <li>• Parálisis del servicio eléctrico en algunas zonas</li> <li>• Daño en subestaciones de transmisión eléctrica</li> </ul>
Vivienda y construcción		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción total o parcial de viviendas</li> <li>• Enlodamiento de viviendas y pérdida de enseres</li> </ul>
Salud		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción de infraestructura de salud y reducción de capacidad de atención</li> <li>• Aislamiento de centros de salud</li> <li>• Proliferación de vectores de enfermedades transmisibles (cólera, malaria, dengue) y de otros transmisores</li> <li>• Generación de condiciones insalubres, enfermedades en la piel y los ojos</li> <li>• Enfermedades respiratorias</li> </ul>
Transportes y comunicaciones		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioro o destrucción total de tramos de carreteras y puentes</li> <li>• Aumento en los tiempos de viaje de personas y productos</li> <li>• Incremento en el costo del transporte de carga</li> <li>• Pérdida de producción (por limitación en el transporte)</li> <li>• Aislamiento de zonas agrícolas y poblados</li> </ul>
Turismo		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del número de turistas en zonas afectadas</li> </ul>

Los sectores productivos (agropecuario, pesca, minería, industria y comercio) fueron los más afectados (46% del total de daños) debido a que las inundaciones dañaron tanto la infraestructura como la producción. Asimismo, los cambios en la temperatura del mar afectaron la pesca y generaron pérdidas en la producción de los sectores industrial y comercio. Los daños en transportes, especialmente carreteras, caminos y puentes, fueron



los segundos en importancia (21%). Por su parte, los daños en los sectores sociales (vivienda, educación y salud) alcanzaron el 14% del total.

**Cuadro N°05. Daños directos e indirectos generados por el FEN 1997-1998 (US\$ millones)**

Tipo de daño	Monto del daño	Porcentaje
Pérdidas de acervo	1 612	46
Pérdidas de producción	1 093	31
Prevención y otros gastos	405	12
Mayores costos	391	11
<b>Total</b>	<b>3 501</b>	<b>100</b>

Fuente: CAF (2000).

**Cuadro N°06. Daños totales causados por el FEN 1997-1998, por sectores económicos**

Sector/subsector	Daño directo	Daño indirecto	Daño total	Porcentaje
<b>Sector social</b>	<b>457</b>	<b>29</b>	<b>486</b>	<b>13,9</b>
Vivienda	202	21	223	
Educación	224	4	228	
Salud	31	4	34	
<b>Sector servicios</b>	<b>778</b>	<b>177</b>	<b>955</b>	<b>27,3</b>
Agua y saneamiento	63	8	71	
Electricidad	111	55	166	
Transportes	604	114	718	
<b>Sector productivo</b>	<b>319</b>	<b>1 307</b>	<b>1 626</b>	<b>46,4</b>
Agropecuaria	163	449	612	
Pesca	15	11	26	
Minería	28	16	44	
Industria	7	668	675	
Comercio	106	163	269	
Otros daños	58	376	434	
<b>Total nacional</b>	<b>1 612</b>	<b>1 890</b>	<b>3 501</b>	
Gastos de prevención	0	219	219	<b>6,3</b>
Gastos de la emergencia	0	157	157	<b>4,5</b>

Fuente: CAF (2000). Estimaciones sobre la base de cifras oficiales y cálculos propios.

La magnitud del desastre ocasionado por el FEN 1997-1998 se refleja en que la pérdida del acervo de capital equivale a más del 21% de la formación bruta de capital de un año y el total de daños representó 1,7 veces la inversión extranjera directa que recibió el país en 1997. Asimismo, en el exterior se generaron pérdidas por US\$ 1382 millones, al dejarse de exportar o importar diversos productos e insumos.

En resumen, si se comparan los daños ocasionados por ambos FEN sobre la base de la misma fuente (CAF, 2000), se observa que los daños son muy similares. Sin embargo, existen diferencias importantes que se deben señalar (cuadro 7).

**Cuadro N°07. Comparación de daños sectoriales causados por el FEN 1982-1983 y el FEN 1997-1998 (US\$ millones de 1998)**

Sector/subsector	FEN 1982-1983	FEN 1997-1998
<b>Sector social</b>	<b>218</b>	<b>485</b>
Vivienda	115	223
Educación	9	228
Salud	94	34
<b>Sector productivo</b>	<b>2 533</b>	<b>1 626</b>
Agropecuaria	1 064	612
Pesca	174	26
Minería	509	44
Industria	786	675
Comercio	0	269
<b>Sector servicios</b>	<b>532</b>	<b>1 389</b>
Transportes	497	686
Electricidad	32	165
Otros	3	538
<b>Total</b>	<b>3 283</b>	<b>3 500</b>
<b>Porcentaje del PBI</b>	<b>7,0</b>	<b>4,5</b>

Fuente: CAF (2000). Estimaciones sobre la base de cifras oficiales y cálculos propios.

Nota: Cifras ajustadas por inflación.

En primer lugar, si bien en términos absolutos el FEN 1997-1998 fue ligeramente

mayor, representó solo el 4,5% del PBI, mientras que el FEN 1982-1983 afectó cerca del 7% del PBI. En segundo lugar, se puede decir que el impacto del FEN 1997-1998 fue menor que el del FEN 1982-1983, a pesar de que fue más intenso y existía mayor inversión de capital, ya que el PBI del país había crecido 36,2% entre los años 1983 y 1997 (Banco Central de Reserva del Perú [BCRP]) y, por tanto, existía mayor riesgo de daño. La similitud en los montos refleja el menor daño que se produjo debido a que el FEN 1997-1998 no ocasionó sequía en el sur del país y, además, se pudieron realizar acciones preventivas, dado el pronóstico temprano del evento. En tercer lugar, tanto el sector salud como el minero registraron daños muy por debajo de los de 1982-1983, gracias a la adopción de políticas y acciones sectoriales de prevención de daños. Finalmente, los mayores daños registrados fueron en los sectores vivienda, educación y transportes, lo que puede asociarse a que muchas de las viviendas se ubicaban en zonas de alta vulnerabilidad, y a que en las carreteras están ubicadas en zonas de mayor exposición.

## **4.2 Daños a escala regional y sectorial**

El análisis de daños se realizó para los sectores agricultura, pesca, infraestructura y servicios básicos, vivienda y construcción, salud, transportes y comunicaciones, entre los principales.

### **4.2.1. Agricultura y pesca (producción)**

En el ámbito productivo, el FEN 1982-1983 generó fuertes pérdidas en el sector primario como agricultura, pesca y minería, y también en el sector manufacturero. El total de pérdidas en los tres departamentos bajo estudio fue de US\$ 204 millones, de los cuales el 91,2% correspondió a Piura (Ferradas, 2000).

**Cuadro N°08. Daños en producción del FEN 1982-1983 (US\$ millones)**

Departamento	Valor de los daños
Piura	186,1
Lambayeque	9,4
La Libertad	8,5
<b>Total</b>	<b>204,0</b>

Fuente: Ferradas (2000).  
Elaboración propia.

En el FEN 1997-1998 los mayores impactos ocurrieron sobre la agricultura en la zona costera y principalmente en el norte del país. Según Franco (1991), Tumbes y Piura fueron los departamentos en los que el 85% de la agricultura se perdió irremediablemente. Esto significó unos S/. 10 mil millones de pérdida, en especial en cultivos tradicionales como plátanos, arroz y soya. En Piura, de 111 974 hectáreas programadas solo se logró sembrar el 53%, y de la superficie que se sembró se perdió más del 40%. La cuenca del río Chicama (La Libertad) perdió 2320 hectáreas de tierra fértil por erosión severa y recién en el año 2004 pudo reconstruirse el suelo para hacer posible el reinicio de la campaña agrícola en 1600 hectáreas.

Piura, Lambayeque y La Libertad concentraron una alta proporción de tierras afectadas (30% del total afectado a escala nacional), la mitad de las cuales fueron pérdidas totales. Igualmente, en estos tres departamentos se concentró el mayor valor de las pérdidas monetarias debido a la destrucción de infraestructura de riego, de vías de comunicación que limitaron el acceso a las zonas agrícolas y a la reducción de la productividad de cultivos como plátano, cebolla, algodón en rama, arroz en cáscara, limón, caña de azúcar, camote, tomate, mango y marigold.

Los daños totales en el sector agrícola ascendieron a US\$ 613 millones, con daños directos de 26,6% de los daños totales correspondientes a los sistemas de riego y drenaje

y tierras perdidas. El restante 73,4% incluye pérdidas de producción agropecuaria y el costo de descolmatar los ríos.

**Cuadro N°09. Daños totales del sector agropecuario por el FEN 1997-1998 (US\$ millones)**

Tipo de daño o efecto	Daños totales	Daños directos	Daños indirectos
Total	613,27	163,10	450,17
Sector agrícola	613,16	162,99	450,17
Producción agrícola	235,51	—	235,51
Sistemas de riego y drenaje	337,58	122,93	214,66
Tierras perdidas	40,07	40,07	—
Sector ganadero	0,11	0,11	—

Fuente: Estimaciones de la CAF (2000) sobre la base de cifras oficiales.

Los efectos más adversos del FEN 1997-1998 se comenzaron a notar desde fines de marzo de 1997 con un aumento de la temperatura que persistió todo el año 1997, e incluso hasta abril de 1998. Esto generó una reducción de la productividad de los cultivos debido a la modificación del ciclo evolutivo de las plantas y de su desarrollo fisiológico.

Además, las altas temperaturas favorecieron la proliferación de insectos y la aparición de plagas, lo que contribuyó aún más a reducir la producción.

**Cuadro 10. Superficie agrícola afectada por el FEN 1997-1998**

Departamento	Superficie (ha)		Superficie perdida (ha)		Superficie afectada (ha)	
	Total	Porcentaje del total nacional	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
Piura	11 078	5,4	6 844	61,8	4 234	38,2
Lambayeque	15 257	7,4	6 885	45,1	8 372	54,9
La Libertad	17 300	8,5	6 328	36,6	10 972	63,4
Total	43 635	21,3	20 057	46,0	23 578	54,0
Total nacional	204 191	100,0	73 047	35,8	131 144	64,2

Fuente: CAF (2000).

Los tres departamentos bajo estudio tuvieron un total de 43 600 hectáreas dañadas, de las cuales 46% se declararon como superficie perdida, y el 54% como superficie afectada. La Libertad fue el departamento que recibió el mayor efecto negativo, aunque los tres tuvieron similar impacto en cuanto a superficie perdida: alrededor de 6 800 hectáreas.

En el caso de Piura se afectaron un total de 11 078 hectáreas, de las cuales el 61,8% fue pérdida total, mientras que del total nacional perdido (204 191 hectáreas) solo el 35,8% fue pérdida total. El valor estimado de las áreas de cultivo perdidas en este departamento se distribuyó entre los valles del Alto Piura (43%), el Chira (37%), San Lorenzo (15%) y el Bajo Piura (5%). La mayor parte del valor de las áreas perdidas correspondió a frutales: plátano (33%) y papaya (17%), con el espárrago (11%) y el arroz (7%) siguiéndoles en importancia.

En cuanto a la pesca, el FEN 1997-1998 trajo como consecuencia modificaciones en las condiciones marinas que propiciaron el cambio de la concentración de las principales especies comerciales como consecuencia de la migración hacia ambientes más propicios. Así, a partir de marzo del año 1997, las condiciones cálidas del mar obligaron a la anchoveta a replegarse hacia la costa dentro de la franja de 20 millas, haciéndola más vulnerable ante la flota pesquera; después, este recurso migró hacia el sur. El comportamiento de sardina, jurel, merluza y caballa siguió el mismo patrón que la anchoveta, aunque con ligeras variantes. En el sector pesquero de Lambayeque se produjo una disminución progresiva de las especies hidrobiológicas tradicionales como suco, cabrilla y tollo, lo que afectó principalmente la alimentación de la población de menores recursos.

Los langostinos, usualmente de la zona de Tumbes, migraron hacia la zona de Sechura; aunque los efectos adversos se dieron por la reducción de capturas en la zona de descarga de los ríos. Por el contrario, la concha de abanico reacciona positivamente a los FEN; en este caso se encontró mayores volúmenes en los bancos naturales de

Samanco, Lobos de Tierra y Sechura.

Se estima que los daños totales al sector pesca ascendieron a US\$ 26,3 millones, de los cuales el 57% correspondió a daños directos sobre la infraestructura y el resto a pérdidas por captura de especies pelágicas y langostinos. Las mayores pérdidas asociadas a la pesca están en la etapa de procesamiento y exportación, que se contabiliza en el sector industrial.

**Cuadro N° 11. Daño a la pesca por el FEN 1997-1998 (US\$ millones)**

Tipo de daño o efecto	Daños totales	Daños directos	Daños indirectos
Total	26,31	14,93	11,38
Daño a la infraestructura	14,93	14,93	—
Reducción de captura	6,88	—	6,88
Langostinos	4,50	—	4,50

Fuente: CAF (2000).

Durante el mes de febrero de 1997, si bien hubo crecimiento en la economía peruana gracias a la industria agropecuaria y la construcción civil, se notó un efecto negativo sobre el PBI global debido a la pesca y la manufactura, con una caída de 73,7% de la pesca. La menor producción pesquera fue consecuencia de la fuerte reducción en la captura de anchoveta, con una disminución de casi 100%; esto ocasionó una menor elaboración de harina de pescado, lo que a su vez incidió en el resultado del sector manufactura.

En Piura, Austral, la principal empresa exportadora de harina de pescado, disminuyó su producción en 59% entre los meses de junio y diciembre de 1997, respecto del mismo periodo en 1996, en el que había producido 19 000 toneladas (Cruzado, 1999); mientras que entre enero y marzo de 1998 esta empresa no produjo harina. Con la presencia del FEN la industria de pescado congelado también dejó de exportar US\$ 37,5 millones. Entre junio de 1997 y mayo de 1998 la producción de congelados disminuyó considerablemente

(48%), pese a que el alejamiento de la merluza se compensó en parte con la aparición del atún.

#### **4.2.2. Infraestructura y servicios básicos**

De acuerdo con la información de Ferradas (2000), los daños físicos a la infraestructura por el FEN 1982-1983 se estimaron en US\$ 323,8 millones en los departamentos de Piura, Lambayeque y La Libertad. Sin embargo, Piura fue el más afectado, con casi el 80% del valor de los daños, los cuales se ubicaron principalmente en los sectores hidrocarburos, transportes y comunicaciones, agricultura y vivienda.

##### **a) Agricultura**

De acuerdo con el cuadro 9, durante el FEN 1997-1998 el daño a la infraestructura de riego y drenaje a escala nacional alcanzó los US\$ 337 millones. En Piura este rubro significó el 87% de las pérdidas, distribuidas en infraestructura de riego y drenaje menor (36%) entre los valles del Medio y Bajo Piura (35%), San Lorenzo (23%) y Chira (21%). El otro 21% se ubicó en los valles del Alto Piura y Ayabaca, donde la mayor parte correspondió a canales afectados.

El inventario de daños en la infraestructura de riego mayor se refiere exclusivamente a las obras del Proyecto Especial Chira-Piura, sistema de riego controlado por esta institución estatal. De la infraestructura mayor de riego dañada que estaba en funcionamiento, el 51% del monto estimado correspondió al canal Miguel Checa, el cual riega aproximadamente 12 000 hectáreas.

##### **b) Vivienda y construcción**

Los mayores efectos del FEN en los asentamientos humanos ocurrieron en la costa y, en particular, en la costa norte; aunque las medidas preventivas tomadas en el año 1997 mitigaron en alguna medida la magnitud del daño. Según cifras del Instituto Nacional



de Estadística e Informática (INEI) de 1998, se estimaron 107 527 unidades habitacionales afectadas en todo el país, de ellas fueron 31 300 las destruidas o inhabitables.

Los daños estimados en el sector ascendieron a US\$ 223 millones, el 90% de ellos correspondieron a infraestructura de vivienda y enseres domésticos destruidos o dañados.

**Cuadro 13. Daños en el sector vivienda a escala nacional por el FEN 1997-1998**

(US\$ millones)

Tipo de daño o efecto	Daños totales	Daños directos	Daños indirectos
Total nacional	223,27	201,84	21,43
Viviendas destruidas	28,82	28,82	
Viviendas a reubicar	86,52	65,09	21,43
Viviendas dañadas	33,54	33,54	
Daños menores	19,93	19,93	
Reposición de enseres	54,46	54,46	

Fuente: Estimaciones de la CAF (2000) sobre la base de cifras oficiales.

En la provincia de Piura los distritos más afectados fueron: La Arena, Tambogrande, Piura, Castilla, Catacaos y Curamori. En la ciudad de Piura, aun cuando los canales de drenaje funcionaron a plena capacidad, no fueron suficientes para evacuar las aguas y evitar los aniegos. Los casos más críticos en el Alto Piura estuvieron en Curamori, donde fue necesario evacuar a 2300 personas; Tambogrande, con 330; y La Arena, con 700. En la provincia de Paita un número significativo de viviendas se vieron afectadas debido a los flujos de lodo que cayeron por las quebradas de los cerros que circundan la ciudad. En Sechura los daños a viviendas fueron menores a pesar de las permanentes inundaciones en las calles. En total 28 560 viviendas fueron afectadas en Piura.

En la provincia de Lambayeque se destruyeron varios pueblos, pero lo que magnificó la destrucción fueron los continuos desbordes de los ríos La Leche y Motupe. La ciudad

de Chiclayo fue afectada por las torrenciales lluvias caídas en solo 4 días del mes de febrero. Esta situación se agravó por el desborde de los drenes de la ciudad. En la provincia de Ferreñafe se produjeron daños tanto por efecto de las lluvias como por los desbordes de los canales de drenaje. El impacto de las lluvias sobre las quebradas originó inundaciones sobre Ferreñafe y Picsi. En total, 23 534 viviendas fueron afectadas en la región.

En La Libertad los mayores impactos se produjeron como consecuencia de las lluvias torrenciales y el desborde de los ríos. La ciudad de Trujillo se inundó como consecuencia de una gran avalancha de lodo de la quebrada San Ildefonso. Se estima que derribó unas 400 viviendas, mientras que más de 2000 tuvieron daños parciales. Las aguas que discurrieron alcanzaron hasta 1,5 metros de altura. Además, otras provincias con un significativo número de viviendas dañadas fueron Chepén, Ascope y Pacasmayo. En total, 17 097 viviendas fueron afectadas en la región.

### **c) Otros sectores**

El total de daños en los sectores agua y saneamiento, energía, transportes, industria y comercio por el FEN 1997-1998 fue de US\$ 1899,63 millones, de los cuales el 47% se debió a pérdida de infraestructura (daño directo) y la diferencia (US\$ 1007,27 millones) fue por pérdida en la producción de bienes y servicios.

en el caso del sector agua y saneamiento los daños ascendieron a 3,7% del total, es decir, US\$ 71,1 millones, cifra reducida en virtud de las actividades de prevención realizadas; no obstante, en términos de flujo de servicios se generaron mayores gastos de potabilización del agua, además de la reducción de los ingresos de las empresas, lo cual significó US\$ 8 millones.

Según con cifras proporcionadas por las empresas prestadoras de servicios de agua y saneamiento (EPS) de Piura, Lambayeque y La Libertad, el total de población afectada fue 1 686 736 personas, de las cuales el 42,9% correspondió a Piura y el 17,6% a La

Libertad. El diseño inadecuado de las obras de drenaje pluvial y los sistemas de agua potable y alcantarillado explica la vulnerabilidad de estos sistemas frente a las amenazas generadas por el FEN 1997-1998 (CAF, 2000), pese a las medidas preventivas tomadas. En relación con el sector energía, los daños se concentraron en los sistemas hidroeléctricos (canales de captación de agua, túneles de conducción e instalaciones civiles y mecánicas de las bocatomas), tanto en las centrales de generación como en las líneas de transmisión y distribución. El estimado de daños alcanzó la cifra de US\$ 166 millones, de ellos el 67% correspondió a daños directos a la infraestructura y el resto, a daños indirectos producidos por los elevados costos de generación del empleo de centrales térmicas y al cierre de la central de Machu Picchu.

No obstante, en el caso de la zona norte las centrales hidráulicas del Sistema Interconectado Centro Norte (SICN) no tuvieron mayores contratiempos y, más aún, la abundancia de lluvias permitió su mayor utilización, por lo que el porcentaje de producción de energía hidráulica alcanzó el 91% (CAF, 2000).

En el sector salud, los daños a escala nacional fueron de US\$ 34,2 millones. De esta cifra corresponde a la región norte US\$ 11,3 millones, monto que incluye solo los desembolsos efectuados por el pliego correspondiente al Ministerio de Salud en medidas de prevención y durante la atención de la emergencia. De acuerdo con la Oficina Panamericana de Salud (s/f), en la etapa previa al impacto las diferentes direcciones de salud realizaron inversiones para la mitigación y la preparación, priorizándose las zonas de acuerdo con el Plan de Contingencia establecido. Estas medidas incluyeron la preparación de la infraestructura física, la capacitación de los recursos humanos, la compra de medicamentos e insumos, y otras medidas específicas, las cuales se realizaron entre julio y diciembre de 1997, por un valor de US\$ 6,5 millones. Luego, durante el impacto, se destinaron aproximadamente US\$ 4,8 millones para la compra de medicinas, material médico, movilización de brigadas y atención a la población afectada.

En cuanto al daño en la infraestructura, los mayores impactos ocurrieron en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad. De los 557 establecimientos de salud afectados, el 60% estuvo localizado en la costa norte, la mayoría en puestos de salud. El departamento de Piura fue el más afectado, con el 21,5% del total de establecimientos.

El sector educación también se vio afectado por el FEN 1997-1998, principalmente por el daño a la infraestructura educativa y al equipamiento que fue valorizado en US\$ 227,71 millones, de los cuales el 95,3% correspondió a daños en 2873 centros escolares de primaria, secundaria y tecnológicos que se anegaron y destruyeron o dañaron parcialmente. Del total de daños en centros educativos, Piura tuvo el mayor número de locales escolares dañados.

En el caso del sector transportes el costo total de reconstrucción y rehabilitación de la infraestructura de caminos (principales, secundarios y vecinales) alcanzó los US\$ 686 millones. De ellos US\$ 573 corresponden a daños directos a la infraestructura y el saldo representa el mayor costo en que habría incurrido el transporte de carga y personas debido al mayor tiempo requerido para transitar por los caminos en mal estado.

Los impactos más graves en la red vial se produjeron en la costa norte del país. La carretera Panamericana Norte fue inicialmente afectada en Tumbes debido a la activación de las quebradas que la cruzan. A mediados del mes de febrero de 1998 se cerró el tránsito por varias semanas entre Piura y Lambayeque debido a la crecida del río La Leche. Los cruces alternativos (Motupe-Chulucanas-Piura) fueron colapsando también debido al daño ocasionado en los puentes.

**Cuadro N°14. Daños directos e indirectos por sectores debidos al FEN 1997-1998**  
(US\$ millones)

Tipo de daño o efecto	Daños totales	Daños directos	Daños indirectos	Participación sectorial (%)
<b>Agua potable y saneamiento</b>				<b>3,3</b>
Total nacional	71,10	63,40	7,69	
Reconstrucción de los sistemas de agua y alcantarillado	63,40	63,40	—	
Menores ingresos de las empresas	5,39	—	5,39	
Mayores gastos para el suministro	2,30	—	2,30	
Reposición de enseres	54,46	54,46		
<b>Energía</b>				<b>7,7</b>
Total nacional	166,10	111,09	55,01	
Daño en centrales hidroeléctricas	101,63	101,63	—	
Ampliación de central térmica	7,26	—	7,26	
Daños en transmisión	8,61	8,61	—	
Daños en distribución	0,85	0,85	—	
Mayores gastos en generación y menores ingresos	47,75	—	47,75	
<b>Salud</b>				<b>1,6</b>
Rehabilitación y reconstrucción de 1 hospital y 5 centros de salud	34,21	30,64	3,57	
<b>Educación</b>				<b>10,5</b>
Total nacional	227,71	224,13	3,57	
Locales educativos	217,00	213,43	3,57	
Reposición de equipos, mobiliario y material educacional	10,71	10,70	—	
<b>Transportes</b>				<b>33,2</b>
Total nacional	718,61	604,86	113,75	
Total transporte carretero	686,80	573,05	113,75	
Rehabilitación	104,78	104,78	—	
Carreteras asfaltadas (1 944 km)	57,26	57,26	—	
Puentes (12)	27,01	27,01	—	
Caminos secundarios (931 km)	15,34	15,34	—	
Caminos vecinales (14 483 km)	5,18	5,18	—	
Reconstrucción	582,02	468,27	—	
Carreteras asfaltadas (2 073 km)	326,75	272,03	113,75	
Puentes (35)	60,39	146,31	54,72	
Caminos varios (18 891 km)	195,59	49,93	49,28	
Total transporte ferroviario	31,81	31,81	9,75	

Tipo de daño o efecto	Daños totales	Daños directos	Daños indirectos	Participación sectorial (%)
<b>Industria</b>				<b>31,2</b>
Total nacional	675,43	7,25	668,18	
Industria petrolera	10,50	—	10,50	
Industria pesquera	561,75	—	561,75	
Agroindustria	93,32	—	93,32	
Pequeña y mediana industria	9,86	7,25	2,61	
<b>Comercio</b>				<b>14,1</b>
Total nacional	268,39	105,75	162,64	
Pequeño y mediano comercio	158,61	105,75	52,86	
Comercio de productos agropecuarios	109,79	—	109,79	
Total	2 161,56	1 147,12	1 014,41	
Participación por tipo de daño		53,1	46,9	

Fuente: Estimaciones de la CAF (2000) sobre la base de cifras oficiales.

Piura, los ríos Chira y Piura afectaron diversas quebradas lo que produjo en algunos casos erosión de las carreteras, caída de taludes y bloqueos, puentes destruidos y aniegos, entre otros. Por ejemplo, colapsaron los puentes Simón Rodríguez, Bolognesi, San Miguel de Piura y Sojo. En Lambayeque, los ríos Cascajal, la Leche-Motupe, Chancay-Lambayeque y Zaña causaron también erosión de puentes y carreteras, con el consecuente cierre de vías. En La Libertad, los ríos Jequetepeque, Chicama, Moche y Virú ocasionaron erosión en las carreteras.

De acuerdo con la CAF (2000), además de los sectores analizados existieron daños en la industria petrolera, pesquera, la agroindustria y la pequeña y la mediana industria, así como en el sector comercio. En la industria de hidrocarburos, si bien la producción petrolera nacional solo se redujo en 1,8% por espacio de tres a cuatro meses, se produjeron algunos daños en los ductos que llevan el petróleo hasta los centros de refinación. Este es el caso de la refinería de Talara, ubicada en Piura, cuyas pérdidas fueron de US\$ 10,5 millones.

En el sector pesca, la disminución de la captura tuvo impacto sobre la industria pesquera de fabricación de harina de pescado, ya que las pérdidas alcanzaron los US\$ 561 millones, considerando los dos años que requirió la recuperación de los stocks de recursos. Asimismo, como consecuencia del impacto en la producción agrícola numerosas agroindustrias redujeron su actividad, con lo que se generó una pérdida de US\$ 93 millones.

Finalmente, las inundaciones y las avalanchas de lodo dañaron también la infraestructura de los pequeños y los medianos comercios. Además, se dejaron de comercializar algunos productos agropecuarios que se perdieron por la emergencia. Para el cálculo del daño en el sector se estimó que la actividad comercial se detuvo por un periodo de entre 1 y 3 semanas, lo que arrojó, según la CAF (2000) un monto de US\$ 268 millones.

### **Fenómeno del Niño del 2017**

Los daños causados en Perú por el fenómeno climático de El Niño costero superan los US\$3.100 millones, según estimaciones de la consultoría Macroconsult difundidos en la página electrónica del diario peruano "El Comercio".

De acuerdo con el informe, el cálculo se estableció en función a los reportes del Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci) y equivale al 1,6% del Producto Interno Bruto (PIB) peruano.

El gobierno aún no difunde en este sentido una estimación de las pérdidas económicas, aunque esperaba que la tasa de crecimiento económico estuviera por arriba del 4% para el cierre del presente año.

Según el último reporte del Indeci, El Niño ha dejado hasta ahora 85 decesos desde diciembre pasado, 270 heridos y 20 desaparecidos, además de alrededor de 800,000 personas entre damnificadas y afectadas.

El Niño ha ocasionado además daños a 153.329 viviendas, 7.500 kilómetros de vías terrestres, 509 puentes (entre peatonales y vehiculares), 1.250 escuelas y un centenar de centros de salud.

Respecto a los daños materiales, las mayores afectaciones se registran en vías terrestres por US\$1.259 millones, mientras que en viviendas las afectaciones se cuantifican en US\$1.123 millones.

En menor medida figuran puentes, áreas de cultivo, instalaciones educativas, canales de riego, caminos rurales y establecimientos de salud.

Por regiones, Lima (centro-este) es la zona más afectada con daños estimados en US\$574 millones, seguida por las regiones de Lambayeque (US\$435 millones) y Piura (US\$387 millones) en el occidente del país sudamericano.

El fenómeno atípico de El Niño que afecta la costa peruana, apareció en diciembre pasado, pero se presentó con más fuerza en febrero y marzo.

El incremento en su intensidad se debe a la alta temperatura en la superficie del océano Pacífico, que llegó a los 29 grados Celsius, es decir, siete grados más que el promedio en la temporada estival.

Esta condición originó lluvias torrenciales con el consecuente deslizamiento de tierras en 11 regiones del país y secuelas en otras zonas.

#### **4.3 Estimación del impacto en las finanzas públicas**

Los FEN 1982-1983 y 1997-1998 trajeron consecuencias económicas significativas en el país debido a que se tuvo que reasignar presupuestos para atender las emergencias ocurridas. El impacto de estas medidas genera retrasos en los programas de inversión del gobierno, la necesidad de atender programas prioritarios en zonas específicas y afecta la disciplina fiscal. Tomar medidas de prevención, sin duda, disminuye el impacto, pero



siempre existirán efectos que necesariamente implicarán el uso de recursos para la atención de las emergencias.

Un estudio reciente de Cooper y Morón (2010)<sup>10</sup> plantea:

... apoyarse en la excelente situación fiscal y combinar la línea presupuestal para atención de desastres, con una reserva de contingencia modificada en cuatro aspectos claves: (i) que atienda específicamente contingencias relacionadas con desastres de origen natural no previsibles, (ii) que sea acumulable en lugar de que los fondos no ejecutados retornen al Tesoro Público, (iii) que salga del ámbito presupuestal y pase a ser un sub-fondo dentro del Fondo de Estabilización Fiscal, y (iv) que su financiamiento no esté sujeto al ciclo de precios de los commodities (2010: 3).

La creación reciente de una Unidad de Riesgos en la Dirección Nacional de Endeudamiento Público del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) es un paso importante para tener una estrategia financiera que permita al país enfrentar los impactos de los fenómenos naturales.

El estudio de Cooper y Morón (2010) plantea como estrategia financiera el uso de recursos propios como una primera forma de hacer frente a las contingencias, luego el endeudamiento y finalmente la utilización de mecanismos de transferencia del riesgo para catástrofes extremadamente costosas. El estudio señala que la contratación de seguros se considera como una estrategia de mediano plazo cuya principal ventaja radica en avanzar hacia una adecuada cobertura de los activos del Estado frente a la ocurrencia de desastres de origen natural y, además, ayuda a la familiarización de las entidades públicas con estos productos financieros.

Si bien la estrategia resulta coherente con la disciplina fiscal, el estudio establece algunos parámetros de montos a partir de los cuales estas alternativas entrarían en operación. La alternativa de utilizar recursos propios o endeudamiento dependerá

del costo en el uso de dichos recursos. Según este estudio:

... los primeros 1,300 millones de dólares deberían de venir de recursos propios bajo el esquema fiscal actual que se viene manteniendo a través del presupuesto anual, la reserva de contingencia y el Fondo de Estabilización Fiscal, por lo que no se requeriría de montos adicionales de ahorro. El resto debería venir de endeudamiento vía las líneas contingentes especializadas que ofrecen los organismos financieros internacionales (Cooper y Morón, 2010: 4).

Si se requiere un gasto superior al 4% del PBI, el estudio recomienda la transferencia del riesgo a través de mecanismos de seguros internacionales o instrumentos como los bonos para catástrofes (bonos CAT). Estos mecanismos se tratan con mayor detalle en el siguiente capítulo.

Los resultados de la estimación de daño potencial del FEN en los tres departamentos en dos sectores (agricultura y vivienda) reflejan que la magnitud del impacto de un FEN intenso podría ser muy perjudicial para la economía peruana y traer consecuencias fiscales de gran magnitud. Por ello, en la línea del trabajo de Cooper y Morón (2010), el Estado debe incorporar en su estrategia de financiamiento mecanismos de transferencia del riesgo e incentivar el uso de instrumentos de mercado por parte del sector privado para proteger sus activos de los posibles impactos de eventos naturales.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

- El FEN es un evento climático que se ha desarrollado desde hace cientos de años y ha afectado el territorio peruano. Según diversos estudios han existido varios FEN intensos y, más recientemente, el cambio climático ha ocasionado que el FEN se haga más frecuente e intenso.
- Los FEN 1982-1983 y 1997-1998 y 2017 han sido los tres eventos de mayor magnitud más recientes, y los que de alguna manera han generado que la población y sus autoridades desarrollen cierta conciencia de la importancia de su impacto.
- Ambos FEN, a pesar de ser catalogados como intensos, han tenido características distintas, como la duración, la intensidad en diversas zonas, los impactos diferenciados en el sur del país, las lluvias intensas en zonas altas de la sierra y las anomalías en el mar, entre otros. Por ello, no es posible generalizar la magnitud ni los impactos globales ni sectoriales de un potencial FEN.
- Las fuentes de financiamiento para atender los daños provocados por un FEN intenso pueden ser, según Cooper y Morón (2010), los siguientes: presupuesto público, endeudamiento y mecanismos para la tercerización de riesgos. Para los resultados obtenidos se plantea la utilización de mecanismos de tercerización de riesgos.

### **5.2 Recomendaciones**

- Se requiere que las instituciones públicas y privadas reconozcan la importancia de contar con información detallada sobre los daños que ocasionan eventos de FEN intenso, no solo sobre la infraestructura sino sus efectos en las actividades

económicas y sociales que se ven impactadas. Aunque es importante contar con información detallada de todos los sectores, se sugiere empezar por aquellos que tradicionalmente se ven más afectados como los relacionados a infraestructura (transportes, agricultura, agua y saneamiento y vivienda) y cuya afectación genera importantes externalidades negativas (efectos indirectos).

- Para no esperar la ocurrencia de un desastre como un FEN intenso para recopilar la información de daños se sugiere que las instituciones públicas implementen un registro detallado de las características y, fundamentalmente, la valorización de las inversiones que realizan en los distintos sectores, en particular aquellas referidas a obras de infraestructura. Este registro sería útil no solo para afinar la estimación de los potenciales daños frente al desastre, sino también para conocer el detalle de la inversión en infraestructura que se genera cada año y que provee servicios a la población.

## VI. BIBLIOGRAFIA

- Aliaga, S. (1983). *Tratamiento de datos Hidrometeorológicos*. Lima, Perú.
- Arguedas, C. (2013). *Curso de Teoría de Manejo de Desastres Naturales*.
- Bateman, A. (2007). *Hidrología Básica y Aplicada*. España: Grupo de Investigación y Transportes de Sedimentos.
- Campos, D. (2009). *Intensidades máximas de lluvia para diseño hidrológico urbano en la república mexicana*. Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- COEN. Instituto Nacional de Defensa Nacional. Lima – Perú. 2017
- Corporación Andina de Fomento (CAF). (2000). *Las lecciones del Niño*. Caracas: CAF.
- Corporación Andina de Naciones (CAN). (2009). *Atlas de las dinámicas del territorio andino: población y bienes expuestos a amenazas naturales*. Lima: Corporación Observatorio Sismológico del SurOccidente (OSSO).
- Cruzado, E. (1999). *El Fenómeno El Niño en Piura 97/98 y el rol del Estado: consecuencias sectoriales y sociales*. Piura: Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (Cipca), Departamento de Investigación Socioeconómica.
- Dávila, J. (2001). *Diccionario Geológico En: ENGEMMET*. Lima – Perú. , 1005p.
- Ferradas, P. (2000). *El Fenómeno “El Niño” y los desastres: enfoque y estrategias de las ONGs*. En C. Felipe y J. Canziani (eds.). *Sepia VIII: Mesa Regional Impacto de “El Niño”*. Investigaciones Arqueológicas en la Costa Norte (pp. 173-234). Lima: Seminario Permanente de Investigación Agraria

(Sepia) / Centro de Estudios y Prevención de Desastres (Predes) / Lutheran World Relief.

- Galarza, E. & Kámiche, J. (2012). Impactos del Fenómeno de El Niño (FEN) en la economía regional de Piura, Lambayeque y La Libertad. Lima: GIZ.
- Linsley, K. (1997). Hidrología para ingenieros. Colombia: McGraw-Hill Interamericana, S.A.
- Mateu, J.F. (1990). *Avenidas y riesgos de inundación en los sistemas fluviales mediterráneos de la Península Ibérica*. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 10, 45-86.
- Ochoa, R. (2010). *Estudio de máximas avenidas en las cuencas de la vertiente del pacífico – cuencas de la costa del sur*. Ministerio de Agricultura-ANA.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI. (2014). *El Fenomeno El Niño en el Peru*. Ministerio del Ambiente – MINAM – Perú.
- Tejada, H. (2014). *Estudio Hidrológico de máximas avenidas de la subcuenca Juana Ríos – Cuenca Chancay Lambayeque*. (Tesis). Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.