

**DETERMINACIÓN DE UN ÍNDICE REGIONAL PARA CLASIFICAR LA
INTENSIDAD DEL “FENÓMENO "EL NIÑO" EN LA COSTA DEL PERÚ**

Ing. Wilian Eduardo Alva León ⁽¹⁾

SOCIEDAD DE METEORÓLOGOS DEL PERÚ (SOMET-PERU) ⁽¹⁾

Jr. Moquegua N° 400 - 402, Urb. Raúl Porras B., Lima 06 – Perú

Telf.: (00 51 1) 5434274, Celular: (00 51 1) 93431087

E - Mail: walva2003@yahoo.com

ingmetalva@ciplima.org.pe

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es la determinación de un “**Índice Regional**” que permita clasificar de manera cuantitativa la intensidad del “**Fenómeno El Niño**” en la costa del Perú, para lo cual se ha desarrollado un modelo Físico – Matemático de energía termodinámica.

Los resultados indican que los mayores valores positivos de las anomalías de energía se presentan en algunos meses de los años del “**Fenómeno El Niño**”. En la costa del Perú, la anomalía de energía total está muy bien asociada con la temperatura del aire y la presión de vapor

actual, principalmente durante la estación climática de invierno, con un valor porcentual del coeficiente de correlación entre **87 a 99%** y entre **44 a 90%** respectivamente.

De acuerdo a los rangos establecidos para el **índice**, al que se le ha denominado **IEAL**, la intensidad se ha clasificado como **Débil, Moderado, Fuerte, Muy Fuerte** y **Extraordinario**.

Palabras clave: Anomalía, "El Niño", Índice IEAL

1. Introducción

Debido a la interacción océano - atmósfera, todas las variaciones que ocurren principalmente en la superficie del mar están influenciadas por los elementos Meteorológicos y viceversa. Un ejemplo de ésta interacción es el “**Fenómeno El Niño**”, cuando algunos de los parámetros Oceanográficos - Meteorológicos han sufrido cierta alteración, debido a causas que hasta el momento no se conocen con exactitud (**Rivera, 1987**). Sin embargo, un síntoma que es común a “**El Niño**” es la presencia de agua superficial anormalmente cálida fuera de la costa del sur de Ecuador y Perú. Este evento se provoca por la relajación de los vientos del sur este, y es representado por un bajo índice de oscilación del sur (**Quinn et al, 1978**). Sin embargo, “el índice convencional de presión de superficie monitorea solo un aspecto de la oscilación del sur” (**Wyrski, 1980. Citado por Rasmuson y Carpenter, 1981**). El fenómeno El Niño se presenta en forma irregular, con intensidad y duración variables (**Almeyda, 1987**).

Por otro lado, la clasificación del tipo de eventos “**El Niño**” por su intensidad es altamente subjetiva debido a que no todos son exactamente iguales en el tiempo de ocurrencia, duración, magnitud del área, grado de devastación, etc. (**Quinn et al, 1978**). Sin embargo, la intensidad del fenómeno es de vital importancia, debido a sus efectos en la biología marina, en la climatología mundial, y en la economía de las naciones afectadas (**Almeyda, 1987**). Algunos investigadores han propuesto ciertos índices para clasificar la intensidad de “**El Niño**”, Por ejemplo **Quinn et al. 1978**, clasifica la intensidad como fuerte, moderado, débil o muy débil relacionando las categorías de clasificación de las lluvias en Piura - Perú (**Publicada por Eguiguren, 1894**). **Rivera en 1987**, lo clasifica como débil, moderado fuerte o extraordinario tomando como variable la temperatura superficial del mar de estaciones de la costa peruana.

Según lo mencionado en el párrafo anterior, la intensidad de “**El Niño**” se ha venido clasificando de diferentes maneras y en forma muy general (Anualmente),

considerando variables de manera independiente que muchas veces conducen a confusión. Sin embargo, la manifestación de “**El Niño**” es estacional e intra – estacional y regional y/o local, por lo que es importante conocer si en los meses anteriores ya se ha estado ante su presencia y la intensidad con que se ha presentado.

Por tanto, en el presente trabajo presento el modelo físico – matemático que me he permitido desarrollar para calcular la anomalía de energía total (energía termodinámica) promedio puntual en la atmósfera (el cual incluye variables meteorológicas que son fundamentales ante una situación de “**El Niño**”) para determinar un **Indice** que permita clasificar la intensidad del “**Fenómeno**” en la región costera del Perú.

2. Materiales y Métodos

La información meteorológica usada en el presente trabajo considera el período 1970 - 1996 inclusive, y corresponde a Temperatura del aire (°C), Presión atmosférica a nivel del mar (hPa) y Presión de vapor actual (hPa).

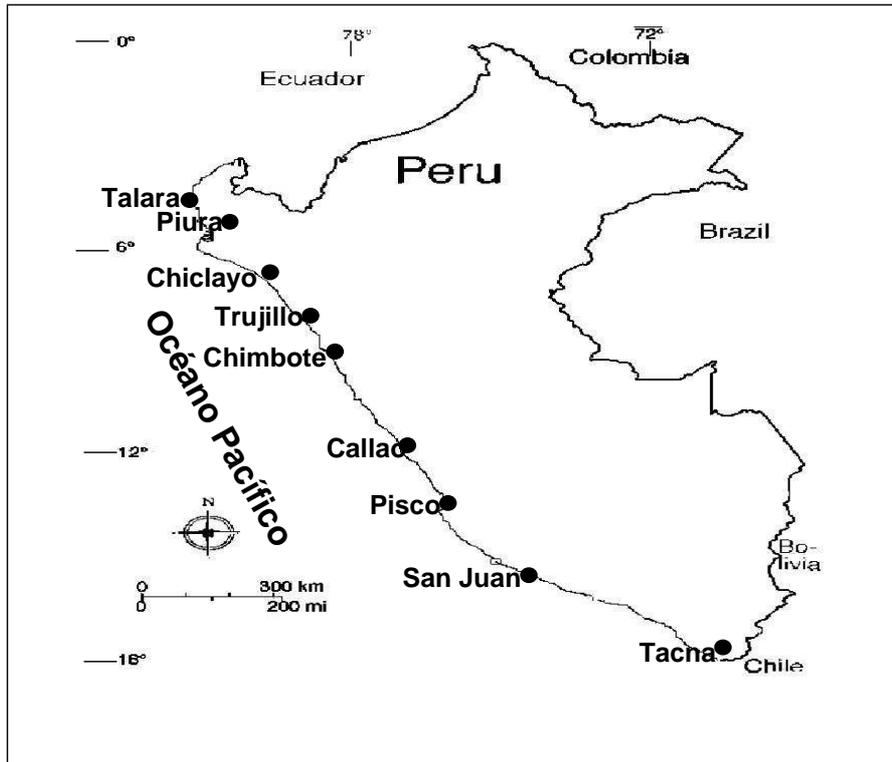
Para calcular la anomalía de energía total promedio puntual en la atmósfera se ha considerado la ecuación básica de la energía termodinámica, la cual se ha desarrollado para obtener un modelo físico - matemático en función de las variables meteorológicas antes mencionadas. La expresión matemática del modelo esta dada por la siguiente relación:

$$dh = f(t, p, e)$$

Donde, **dh** viene a ser la energía termodinámica expresada en términos diferenciales, **t** es la temperatura del aire (K), **p** la presión atmosférica a nivel del mar (hPa) y **e** la presión de vapor actual (hPa). Dicha expresión al ser integrada dá como resultado la anomalía de energía total (J/Kg).

La determinación del **Indice** está dada por la normalización del valor calculado de anomalía de energía total en cada punto seleccionado.

Para la costa norte, lo indicado en el párrafo anterior se realizó para las estaciones meteorológicas de las zonas de Talara, Piura y Chiclayo, para la costa central las de Trujillo, Chimbote y Callao, y para la costa sur las de Pisco, San Juan y Tacna. En el siguiente mapa se ilustra esquemáticamente la posición geográfica de dichas estaciones.



Localización de las estaciones meteorológicas en la costa del Perú

Para clasificar la intensidad del “**Fenómeno El Niño**” en cada una de las zonas y/o localidades consideradas, se ha establecido rangos con valores del **Indice**, al que se le ha denominado **IEAL**, ya que está basado en el cálculo de la anomalía de **Energía Atmosférica Local** o puntual propuesto en este trabajo. Los rangos de valores positivos del presente **Indice** son un indicativo de una situación de “**El Niño**”, lo cual permitirá clasificar su intensidad en la costa del Perú de la siguiente manera:

Si :

$0.0 < \text{IEAL} \leq 0.5$ “Niño” Débil

$0.5 < \text{IEAL} \leq 1.0$ “Niño” Moderado

$1.0 < \text{IEAL} \leq 1.5$ “Niño” Fuerte

$1.5 < \text{IEAL} \leq 2.0$ “Niño” Muy Fuerte

$\text{IEAL} > 2.0$ “Niño” Extraordinario

3. Resultados y Discusión

El **Indice** presentado en este trabajo refleja a través de su variación multi - anual los eventos “**El Niño**” ocurridos en el período considerado tanto en la costa norte, centro y sur del Perú. Dicha variación, en cada estación climática del año, es presentada en los gráficos (a), (b), (c) y (d) de las figuras N° 1, 2 y 3 respectivamente.

Se puede observar que en años de “**El Niño**”, los valores positivos no necesariamente presentan la misma magnitud, lo cual indica que su intensidad en las diferentes zonas y/o localidades de la costa peruana no necesariamente es la misma en todas las estaciones climáticas, y no necesariamente por tanto en todos los meses del año.

En los cuadros N° 1, 2 y 3 se presenta el valor porcentual del coeficiente de correlación entre la anomalía de energía total y las respectivas variables meteorológicas, los cuales indican que en cada una de las localidades consideradas, hay una correlación directa muy buena de dicha anomalía con la temperatura del aire y con la presión de vapor actual, especialmente en la estación climática de invierno, pues dicho coeficiente varía porcentualmente entre **87 a 99%** y entre **44 a 90%** respectivamente.

Los cuadros N° 4, 5 y 6 de clasificación de la intensidad de “**El Niño**” según los rangos establecidos para el presente **Indice** muestran que, en la costa del Perú dicha intensidad va desde **Débil, Moderado, Fuerte, Muy Fuerte** hasta **Extraordinario**.

Respecto a lo expresado en el párrafo anterior, es necesario indicar que, el rango del presente **Índice** que permite clasificar como **Débil** la intensidad de “**El Niño**”, también puede considerarse como una situación normal. Sin embargo, dicho rango de clasificación se ha establecido porque en algunos años a partir de este rango se manifiesta el “**Fenómeno El Niño**” en la costa peruana.

4. Conclusiones

Se calculó anomalías de energía total promedio puntual en la atmósfera para cada estación climática del año en la costa del Perú, las cuales fueron normalizadas y están reflejadas como valores del **Índice IEAL** determinado. Observándose para el período considerado, que los valores positivos del presente **Índice** indican una situación del “**Fenómeno El Niño**”.

Se estableció rangos de clasificación con valores del presente **Índice** que indiquen la intensidad del “**Fenómeno El Niño**” en zonas y/o localidades de la costa del Perú, estableciéndose de acuerdo a dichos rangos que las intensidades son: **Débil, Moderado, Fuerte, Muy Fuerte** y/o **Extraordinario**.

En la costa del Perú la anomalía de energía total promedio mensual está muy bien asociada con la temperatura del aire promedio mensual, pues el coeficiente de correlación varía entre **87** a **99%**, así como también con la presión de vapor actual promedio mensual, cuyo coeficiente de correlación varía entre **44** a **90%**. Ambas situaciones se presentan en la estación climática de invierno.

Los resultados obtenidos permiten clasificar la intensidad del “**Fenómeno El Niño**” mediante el presente **Índice IEAL** en la región, zonas y/o localidades consideradas, en forma estacional y mensual.

El **Índice IEAL** propuesto en este trabajo incluye en una sola expresión matemática variables meteorológicas que son condicionantes de una situación de “**El Niño**” en la costa del Perú, y por tanto es una clasificación mas completa para dicha región costera.

Alimentando oportunamente el modelo físico – matemático presentado en este trabajo, con valores pronosticados de las variables meteorológicas consideradas, se puede inferir a través del **Índice IEAL**, un futuro “**Fenómeno El Niño**” en la costa del Perú.

5. Referencias Bibliográficas

WILLIAM H. QUINN. DAVID O. ZOPF, KENT S. SHORT, AND RICHARD T.W. KUO YANG. Historical Trends and Statistics of the Southern Oscillation, El Niño, and Indonesian Droughts. School Of Oceanography, Oregon State University. Fishery Bulletin. Vol. 76 No. 3, 1978. Pág. 664, 665, 672.

EUGENE M. RASMUSSON AND THOMAS H. CARPENTER. Variations in Tropical Sea Surface Temperature and Surface Wind Fields Associated with Southern Oscillation / El Niño. Climate Analysis Center, NMC, NWS, NOAA, Washington, DC 20233. 1981. Pág. 357

B. J RETALLACK. - Compendio de Meteorología OMM - N° 364, 1974. Vol. I Parte 2 - Meteorología Física. Ginebra - Suiza. Pág. 50 - 57, 64, 70

RIVERA, TORCUATO S. Nomenclatura de “El Niño” según el número índice de cinco estaciones costeras. CPPS, Boletín ERFEN N°21, 1 9 87. Pág. 9, 10, 16.

ALMEYDA F. MATIAS, GUILLERMO. Características térmicas temporales y espaciales del fenómeno El Niño 1986/ 1987. Boletín ERFEN N°23, 1 987. Pág. 19.

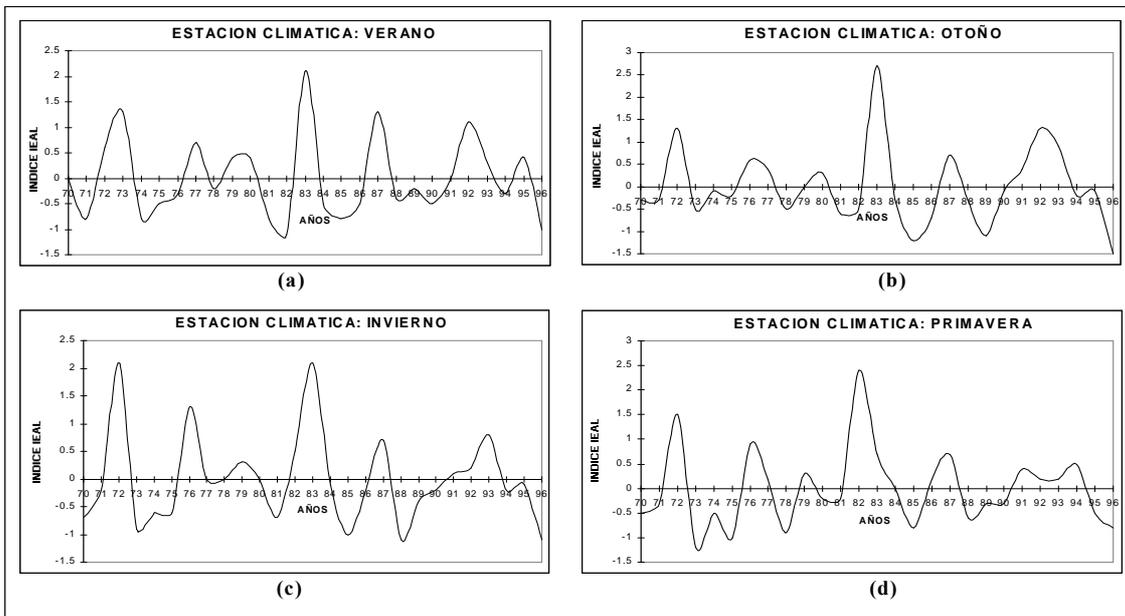


FIGURA N°1: Variación temporal - multianual del índice IEAL en cada una de las estaciones climáticas del año para la costa norte del Perú - Período 1970 - 1996.

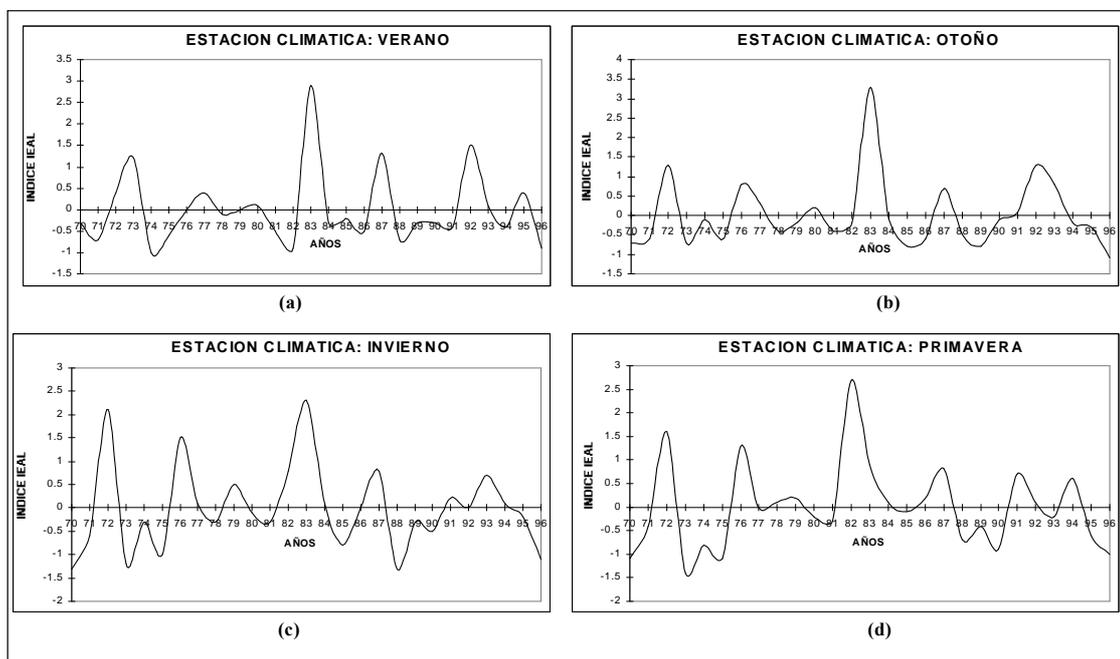


FIGURA N°2: Variación temporal - multianual del índice IEAL en cada una de las estaciones climáticas del año para la costa centro del Perú - Período 1970 - 1996

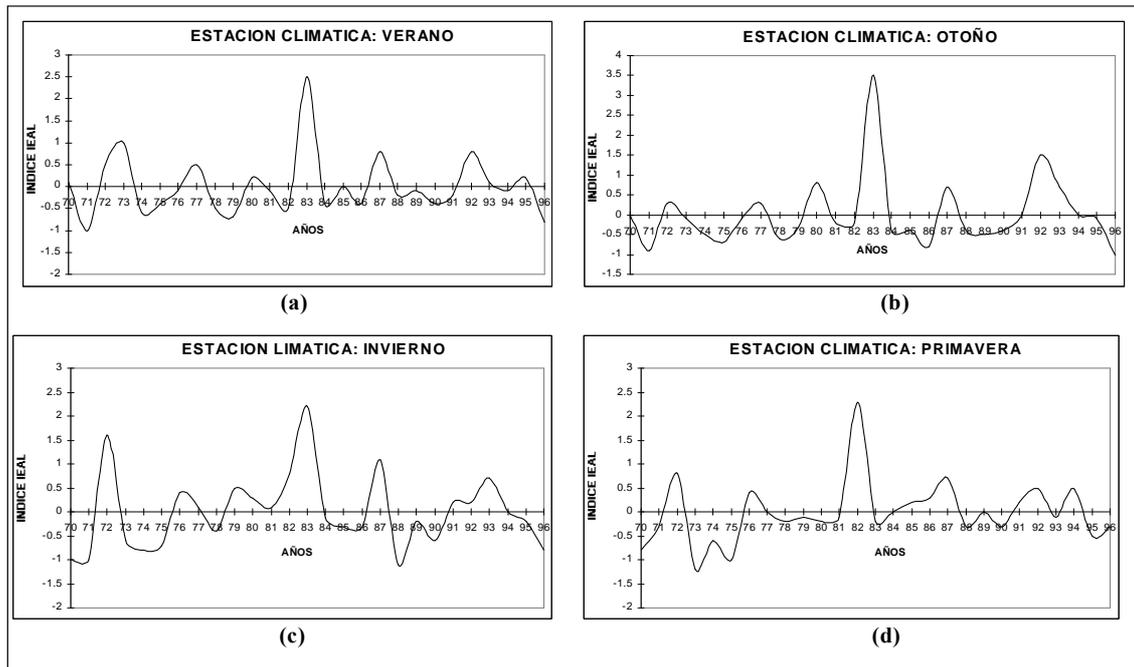


FIGURA N°3: Variación temporal - multianual del índice IEAL en cada una de las estaciones climáticas del año para la costa sur del Perú - Período 1970 - 1996.

ESTACION COSTERA	ESTACIONES CLIMATICAS			
	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
TALARA	-58.7	-39.1	-72.6	-40.1
PIURA	-59.5	-46.0	-63.8	-41.7
CHICLAYO	-37.8	-51.1	-9.2	-42.2
TRUJILLO	-37.5	-54.8	-71.2	-52.7
CHIMBOTE	-47.7	-54.9	-48.0	-33.5
CALLAO	-63.2	-54.7	-75.8	-43.7
PISCO	-49.1	-46.6	-61.0	-33.5
SAN JUAN	-32.1	-32.0	-41.8	-14.2
TACNA	-28.7	-48.9	-45.4	-37.6

CUADRON1:
Coeficiente de correlación (%) entre Anomalia de Energía Total Vs. Presión Atmosférica en estaciones meteorológicas de la costa del Perú.

ESTACION COSTERA	ESTACIONES CLIMATICAS			
	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
TALARA	83.2	73.1	97.7	73.1
PIURA	87.7	68.0	98.9	83.7
CHICLAYO	91.7	80.5	97.4	74.2
TRUJILLO	93.9	89.6	97.5	79.4
CHIMBOTE	96.9	90.5	97.7	72.3
CALLAO	98.0	78.6	98.8	60.8
PISCO	93.2	65.6	98.0	59.4
SAN JUAN	94.5	55.2	97.3	48.2
TACNA	97.4	45.9	86.8	75.4

Quadro N°2
Coeficiente de correlación (%) entre Anomalia de Energía Total Vs. Temperatura del Aire en estaciones meteorológicas de la costa del Perú.

ESTACION COSTERA	ESTACIONES CLIMATICAS			
	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
TALARA	76.2	73.7	85.5	62.1
PIURA	16.6	56.7	43.9	28.2
CHICLAYO	78.0	74.2	79.1	57.3
TRUJILLO	75.7	75.3	84.7	65.3
CHIMBOTE	77.5	75.6	83.7	53.7
CALLAO	73.6	57.2	89.3	46.8
PISCO	65.9	65.0	76.2	48.6
SAN JUAN	74.2	57.5	58.1	47.4
TACNA	55.2	23.0	43.6	20.0

Quadro N°3:
Coeficiente de correlación (%) entre Anomalia de Energía Total Vs. Presión de Vapor Actual en estaciones meteorológicas de la costa del Perú.

AÑOS "EL NIÑO"	ESTACIONES CLIMATICAS			
	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
1972	MODERADO	FUERTE	EXTRAORD.	FUERTE
1973	FUERTE	-	-	-
1976	-	MODERADO	FUERTE	MODERADO
1977	MODERADO	DEBIL	-	DEBIL
1979	DEBIL	-	DEBIL	DEBIL
1980	DEBIL	DEBIL	-	-
1982	-	-	DEBIL	EXTRAORD.
1983	EXTRAORD.	EXTRAORD.	EXTRAORD.	MODERADO
1986	-	-	-	DEBIL
1987	FUERTE	MODERADO	MODERADO	MODERADO
1991	-	DEBIL	DEBIL	DEBIL
1992	FUERTE	FUERTE	DEBIL	DEBIL
1993	DEBIL	MODERADO	MODERADO	DEBIL
1994	-	-	-	DEBIL
1995	DEBIL	-	-	-

Cuadro N°4 : Intensidad del "Fenómeno El Niño" según el índice IEAL en cada estación climática del año para la costa norte del Perú.

AÑOS "EL NIÑO"	ESTACIONES CLIMATICAS			
	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
1972	DEBIL	FUERTE	EXTRAORD.	MUY FUERTE
1973	FUERTE	-	-	-
1976	-	MODERADO	FUERTE	FUERTE
1977	DEBIL	DEBIL	DEBIL	-
1978	-	-	-	DEBIL
1979	-	-	DEBIL	DEBIL
1980	DEBIL	DEBIL	-	-
1982	-	-	MODERADO	EXTRAORD.
1983	EXTRAORD.	EXTRAORD.	EXTRAORD.	MODERADO
1984	-	-	DEBIL	DEBIL
1986	-	-	-	DEBIL
1987	FUERTE	MODERADO	MODERADO	MODERADO
1991	-	DEBIL	DEBIL	MODERADO
1992	FUERTE	FUERTE	-	DEBIL
1993	DEBIL	MODERADO	MODERADO	-
1994	-	-	DEBIL	MODERADO
1995	DEBIL	-	-	-

Cuadro N°5: Intensidad del "fenómeno El Niño" según el índice IEAL en cada estación climática del año para la costa centro del Perú.

AÑOS "EL NIÑO"	ESTACIONES CLIMATICAS			
	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
1970	DEBIL	-	-	-
1972	DEBIL	DEBIL	MUY FUERTE	MODERADO
1973	MODERADO	-	-	-
1976	-	-	DEBIL	DEBIL
1977	DEBIL	DEBIL	DEBIL	-
1979	-	-	DEBIL	-
1980	DEBIL	MODERADO	DEBIL	-
1981	-	-	DEBIL	-
1982	-	-	MODERADO	EXTRAORD.
1983	EXTRAORD.	EXTRAORD.	EXTRAORD.	-
1985	-	-	-	DEBIL
1986	-	-	-	DEBIL
1987	MODERADO	MODERADO	FUERTE	MODERADO
1991	-	-	DEBIL	DEBIL
1992	MODERADO	FUERTE	DEBIL	DEBIL
1993	DEBIL	MODERADO	MODERADO	-
1994	-	-	-	DEBIL
1995	DEBIL	-	-	-

Cuadro N°6: Intensidad del "fenómeno El Niño" según el índice IEAL en cada estación climática del año para la costa sur del Perú.