



Predicción Temprana de la Condición “Neutral”, de “Niño” o “Niña” de la Temporada de Huracanes en el Atlántico en Función del Valor del Índice ONI del Mes de Enero

Rafael Béceberg¹

rbecembe@ucab.edu.ve

¹ Profesor Asociado a tiempo convencional en la Escuela de Ing. Industrial, Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela
Historia del Artículo

Recibido: 8 de Octubre de 2018

Aceptado: 17 de Diciembre de 2018

Disponible online: 19 de Diciembre de 2018

Resumen: Es innegable que la República Bolivariana de Venezuela se encuentra expuesta a riesgos relevantes, presentando una alta vulnerabilidad asociada a la gran concentración de población que se encuentra asentada en zonas sin planificación urbana, específicamente en la franja norte costera expuesta a un conjunto de amenazas tanto naturales como antrópicas entre las cuales están las del tipo oceanográficas y climáticas cuyo estudio está poco desarrollado en el país, lo cual podría justificarse por el hecho de que su influencia es relativamente moderada si se compara con otros países.

Entre las “amenazas” más relevantes está la asociada con el fenómeno El Niño/Oscilación del Sur (ENOS), que es sin dudas la más importante variabilidad climática interanual que se tiene identificada en los actuales momentos, debido a los efectos que tiene sobre las condiciones meteorológicas tanto en las cercanías como en sitios muy distantes de su lugar de origen, especialmente sobre parámetros como la temperatura del agua, corrientes marinas, patrones de viento, régimen de precipitaciones, y en general sobre actividades económicas y humanas, siendo de hecho, responsable de gran parte de los cambios que ocurren año tras año a escala local en los climas de numerosas regiones del mundo.

En este trabajo se encontró una relación que permite predecir con un alto nivel de certidumbre como va a ser un año, desde el punto de vista de si será un año “El Niño”, un año “La Niña” o un año “Neutral” con las consideraciones asociadas en cuanto al número e intensidad de los fenómenos que pudieran presentarse en el período de estudio, resaltándose el hecho de que la predicción puede hacerse sin utilizar grandes y complicados modelos climáticos, empleando únicamente los datos de anomalías de la temperatura superficial del mar que la Agencia Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) registra periódicamente en el océano Pacífico.

Palabras Clave: El Niño/Oscilación del Sur (ENOS), Índice ONI, NOAA, Huracanes.

Early Prediction of the "Neutral", "Niño" or "Niña" Condition of the Atlantic Hurricane Season as a Function of the January's ONI Index Value

Abstract: It is undeniable that the Bolivarian Republic of Venezuela is exposed to significant risks presenting a high vulnerability associated with the large concentration of population that is settled in areas without urban planning, specifically in the northern coastal strip, exposed to a set of threats, both natural and anthropic,

among which are those of the oceanographic and climatic type whose study is little developed in the country, which could be justified by the fact that its influence is relatively moderate compared to others countries

Among the most relevant "threats" is the one associated with the phenomenon El Niño / Southern Oscillation (ENSO), which is undoubtedly the most important interannual climate variability that has been identified at the present time, due to the effects that has on the weather conditions both in the vicinity and in places very distant from their place of origin, especially on parameters such as water temperature, marine currents, wind patterns, rainfall regime, and in general on economic and human activities, being in fact, responsible for a large part of the changes that occur year after year in local weather conditions in many regions of the world.

In this work we found a relationship that allows us to forecast with a high level of certainty what a year will be like, from the point of view of whether it will be a "El Niño" year, a "La Niña" year or a "Neutral" year with the associated considerations regarding the number and intensity of the phenomena that could occur during the study period, highlighting the fact that the prediction can be made without using large and complicated climate models, using only the data of the sea surface temperature anomalies that the National Oceanic and Atmospheric Agency (NOAA) periodically registers in the Pacific Ocean.

Keywords: El Niño / Southern Oscillation (ENSO), ONI Index, NOAA, Hurricanes.

I. INTRODUCCIÓN

El fenómeno conocido como El Niño/Oscilación del Sur (ENOS), es considerado por muchos investigadores como la más importante variabilidad climática interanual que se tiene identificada en la actualidad, dada su notable influencia sobre las condiciones meteorológicas tanto en las cercanías como en sitios muy distantes de su lugar de origen, especialmente sobre parámetros oceanográficos y meteorológicos como la temperatura del agua, corrientes marinas, patrones de viento, régimen de precipitaciones, y en general sobre actividades económicas y humanas, siendo de hecho, responsable de una gran parte de los cambios que ocurren año tras año en las condiciones meteorológicas locales de numerosas regiones del mundo.

Estas interconexiones funcionan con consecuencias similares u opuestas de forma tal de que mientras en Filipinas, Indonesia, Australia o el sudeste Africano, "El Niño" puede desencadenar fuertes sequías acompañadas de grandes incendios forestales, y en Centroamérica y el Caribe también se registran sequías moderadas, en la costa oeste de Estados Unidos o en Perú y Ecuador, "El Niño" está asociado a temporales de lluvia de gran intensidad que pueden generar inundaciones y deslizamientos de tierra, mientras que en la costa Noreste de Estados Unidos se manifiestan inviernos más templados de lo normal y temporadas de huracanes menos intensas.

En términos bien simples, El ENOS (ó ENSO por *El Niño Southern Oscillation* por sus siglas en inglés) puede definirse como el calentamiento anormal del Océano Pacífico ecuatorial conjuntamente con bajas presiones atmosféricas en el Pacífico Sur, frente a las costas del norte del Perú, Ecuador y sur de Colombia, y dado que es un evento globalizado, sus efectos generan anomalías climáticas en diferentes partes del mundo, las cuales interconectan regiones del planeta ampliamente separadas [1], pudiendo manifestarse

dichas anomalías en forma de severas sequías, inundaciones y huracanes.

En términos estrictamente técnicos, "El Niño" se refiere al componente oceánico del sistema "El Niño/Oscilación del Sur", teniéndose que la Oscilación del Sur se refiere a la componente atmosférica y el ENOS al sistema acoplado, pero en la práctica, "El Niño" es utilizado con frecuencia para referirse a todo el sistema y hoy por hoy, es reconocido por la fuerte influencia que tiene en la variabilidad estacional de parámetros como el régimen de precipitaciones y de la temperatura superficial del mar que ocurren sobre La Tierra, teniéndose que desde su epicentro en el Pacífico tropical, un evento "El Niño" modifica las corrientes marinas, el campo de vientos alisios y los sistemas de lluvias, así como las trayectorias usuales de las tormentas alrededor del mundo.

Por otra parte es bien conocido el hecho de que existe una alta correlación entre la intensidad de las temporadas de huracanes en el Atlántico, el número de fenómenos que ocurren, y la ocurrencia de eventos "El Niño" o "La Niña" en el Pacífico Ecuatorial, por lo que el poder conocer con antelación como serán las características de la futura temporada de huracanes, reviste una alta importancia en numerosos aspectos, tanto en términos de vidas humanas, como políticas públicas y ponderación de riesgos y costos asociados.

En tal sentido, en este documento se definió una metodología que en base a los índices ONI (*Oceanic Niño Index* por sus siglas en inglés) reportados mensualmente por la NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration* por sus siglas en inglés) permite predecir con una alta precisión, y hasta con tres (3) meses de antelación, como será la venidera temporadas de huracanes definiéndola en términos de condiciones "El Niño", condiciones neutras o condiciones "La Niña", para que una vez caracterizada pueda analizarse desde el punto de vista estadístico que aplique en cada caso, permitiendo conocer entre otros aspectos el número de eventos que se espera que

ocurran, así como el número de días en que dichos eventos ocurren y la intensidad de los mismos (índice de energía ciclónica acumulada ECA).

La gran ventaja y utilidad de la metodología planteada radica fundamentalmente en su sencillez y robustez, ya que no se utilizan modelos matemáticos globales tridimensionales complejos ni se necesita una alta capacidad de procesamiento y cálculo, al tiempo que se obtiene una información de alta precisión.

II. ÍNDICES COMÚNMENTE UTILIZADOS PARA IDENTIFICAR Y DEFINIR CUANTITATIVAMENTE AL FENÓMENO DE "EL NIÑO-OSCILACIÓN DEL SUR" (ENOS) Y A LA INTENSIDAD ENERGÉTICA DE LAS TEMPORADAS DE HURACANES

A los fines de poder conceptualizar e identificar la existencia o no del ENOS, así como su intensidad, existen una variedad de índices y criterios que permiten

la identificación cuantitativa de las fases cálida y fría del ENOS. En la Tabla I extraída de [2], se presenta un compendio de los diferentes índices utilizados para identificar y caracterizar en cuanto a su intensidad, a los eventos "El Niño" y "La Niña", además de explicar detalladamente los cálculos asociados a los diferentes índices utilizados.

Si bien es cierto que entre los objetivos de este trabajo no estuvo el de catalogar de "mejor" o "peor" a los diferentes índices utilizados en la actualidad para tratar de identificar y caracterizar a los fenómenos de "El Niño" o "La Niña", se debió seleccionar alguno de dichos índices para poder realizar diversos análisis con la data que se tiene disponible.

Tabla I. Diferentes Índices Utilizados para Caracterizar y Cuantificar los Eventos ENOS ("El Niño" o La Niña"). Fuente [2] y modificada por el autor.

Institución o Investigador	Índice	Variable de análisis	Período de referencia	Método de suavización ó normalización	Criterio (secuencia) para que ocurra un evento "El Niño"	Criterio (secuencia) para que ocurra un evento "La Niña"
JMA	JMA	ASTM	1971 / 2000	Media móvil de 5 meses	6 índices $\geq +0,5^{\circ}$ C	6 índices $\leq -0,5^{\circ}$ C
Trenberth	Niño 3	ASTM	1950 / 1979	Media móvil de 5 meses	6 índices $\geq +0,4^{\circ}$ C	6 índices $\leq -0,4^{\circ}$ C
	Niño 3.4	ASTM	1950 / 1979	Media móvil de 5 meses	6 índices $\geq +0,4^{\circ}$ C	6 índices $\leq -0,4^{\circ}$ C
NOAA	ONI 1+2; 3, 3.4 y 4	ASTM	1971 / 2000	Media móvil de 3 meses	5 índices $\geq +0,5^{\circ}$ C	5 índices $\leq -0,5^{\circ}$ C
		ASTM	1950 / 1980	Media móvil de 3 meses	5 índices $\geq +0,5^{\circ}$ C	5 índices $\leq -0,5^{\circ}$ C
SCOR WG 55	SCOR	ASTM	¿ ?	S (Desviación estándar)	4 índices = +1S en 4 estaciones peruanas	4 índices = -1S en 4 estaciones peruanas
Purca	IOP	ASTM	¿ ?	Normalización	¿ ?	¿ ?
Trenberth y Stepaniak	TNI	ASTM	1950 / 1979	Media móvil de 5 meses Normalización	Expresa evolución de "El Niño"	Expresa evolución de "El Niño"
	Ind. 3.4	ASTM	1950 / 1979	Media móvil de 5 meses Normalización	6 índices $\geq +0,4^{\circ}$ C	6 índices $\leq -0,4^{\circ}$ C
NOAA	IOS	P	1951 / 1980	Normalización	Varía según el autor	Varía según el autor
BOM	IOS	P	1933 / 1992	Normalización	Tendencia a emplear	Tendencia a emplear
Trenberth	IOS	P	1951 / 1980	Normalización	clases de índices	clases de índices
JMA	IOS	P	1971 / 2000	Normalización	térmicos.	térmicos.
Wolter	MEI	P, Tm, Ta, V, N	1950 / 1993	Normalización	Sucesión = $+0,5^{\circ}$ C	Sucesión = $-0,5^{\circ}$ C
Kiladis y Von Loon	ASTM	ASTM	1951 / 1979	Normalización Media móvil de 5 meses	3 trimestres + y 1 trimestre = $+0,5^{\circ}$ C	3 trimestres - y 1 trimestre = $-0,5^{\circ}$ C
	IOS	[T-D]	1951 / 1979	Normalización Media móvil de 5 meses	IOS - y un trimestre < -1	IOS + y un trimestre > 1
Ropelewski y Halpert	IOS	[T-D]	1951 / 1980	Normalización Media móvil de 5 meses	5S = -0,5	5S = +0,5
Deos	Niños A, 1+2A, 3A, 3.4A, 4A	Nivel del mar	7 cm.	Normalización	¿ ?	¿ ?

Ejemplo de interpretación: Primera fila: El índice es JMA del Servicio Meteorológico del Japón. Emplea la anomalía de la temperatura superficial del mar en relación con la media del período 1971-2000. Es una anomalía móvil de 5 meses. Un evento ENOS ocurre cuando hay una secuencia de por lo menos 6 índices consecutivos, cada uno igual o mayor que $+0,5^{\circ}$ C (un evento "El Niño") o menor que $-0,5^{\circ}$ C (un evento "La Niña").

Abreviaturas: ASTM (Anomalía de la temperatura superficial del mar), P (Presión atmosférica), Tm (Temperatura del mar), Ta (Temperatura del aire), V (Velocidad del Viento), N (Nubosidad) y S (Desviación estándar del índice IOS suavizado 5 meses)

Deos (Department of Earth Observation and Space Systems of the Faculty of Aerospace Engineering Delf, Netherlands).

Nota: Donde aparecen los símbolos ¿ ? es indicativo de que se desconoce, o bien el período de referencia utilizado para la estimación del índice que se esté analizando, o los criterios utilizados por la institución para definir con dicho índice, cuando un evento puede ser caracterizado como un evento "El Niño" o un evento "La Niña".

De acuerdo con esta necesidad se seleccionó el índice oceánico "El Niño (ONI)", que refleja y representa el criterio del Centro de Predicción Climática (NCEP) de la NOAA, conocido corrientemente como El Niño Oceánico. El ONI ("Oceanic Niño Index"), el cual se

calcula a partir del promedio móvil de la anomalía, entendiéndose en términos generales que una anomalía es la variación por exceso o por defecto con respecto al valor promedio de la variable analizada, en este caso de la temperatura superficial del mar con respecto al

período de referencia 1971-2000, de tres (3) meses consecutivos: la anomalía del mes, la anomalía del mes precedente y la anomalía del siguiente mes, en la región Niño 3.4 (5° N a 5° S y 120° W a 170° W), de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\text{Índice ONI del mes}_i = \frac{(A_{i-1} + A_i + A_{i+1})}{3} \quad (1)$$

Donde A_i es la anomalía de la temperatura superficial del mar (ASTM por sus siglas en inglés) del mes de cálculo y A_{i-1} y A_{i+1} , son las anomalías de la temperatura superficial del mar del mes anterior y del mes posterior, respectivamente, al mes donde se quiere calcular el índice.

En el año 2003 este índice fue adoptado como concepto operacional de “El Niño” y “La Niña” por la NOAA conjuntamente con las siguientes instituciones: Scripps Institute of Oceanography, The Center for Ocean-Land-Atmosphere Studies, The Center for Ocean-Atmospheric Prediction Studies, The Internacional Research Institute for Climate Prediction, The Nacional Center for Atmospheric Research, y la Universidad de Washington, mientras que en el año 2005, fue adoptado por acuerdo oficial entre Canadá, México y EE.UU, pasando a convertirse en el criterio estándar más utilizado para el

monitoreo, evolución y predicción del ENOS en el océano Pacífico.

Este índice es válido para la región Niño 3.4 (ver Figura 1 tomada de [3] donde se presentan las diferentes

regiones o zonas Niño y sus dimensiones e índices asociados).

Por otro lado, asociado a la ocurrencia de un evento “El Niño” o “La Niña” está la intensidad que presenta la temporada de huracanes bajo esas condiciones.

Un número significativo de investigadores han empleado con diferentes fines, índices ciclónicos para tratar de caracterizar la actividad, tanto de cada ciclón en particular como de cada temporada de huracanes, hecho que es de particular interés en este trabajo debido a la potencial relación que pudiera establecerse entre el grado de intensidad de una temporada de huracanes, y la ocurrencia de un evento “El Niño” ó “La Niña”. En [4] se hace una concisa descripción de los índices más importantes, mientras que sus principales características se presentan en la Tabla II tomada también de la misma referencia, y en la cual se incluyen diversas fuentes bibliográficas adicionales que pueden ser consultadas por el lector interesado.

Región	Latitud (°)	Longitud (°)	Índices ENOS
Región Niño 1+2 (N1+2)	0° a 10° S	80° W a 90° W	N1+2
Región Niño 3 (N3)	5° N a 5° S	90° W a 150° W	N3
Región Niño 4 (N4)	5° N a 5° S	150° W a 160° E	N4
Región Niño 3.4 (N3.4)	5° N a 5° S	120° W a 170° W	N3.4 o N3+4

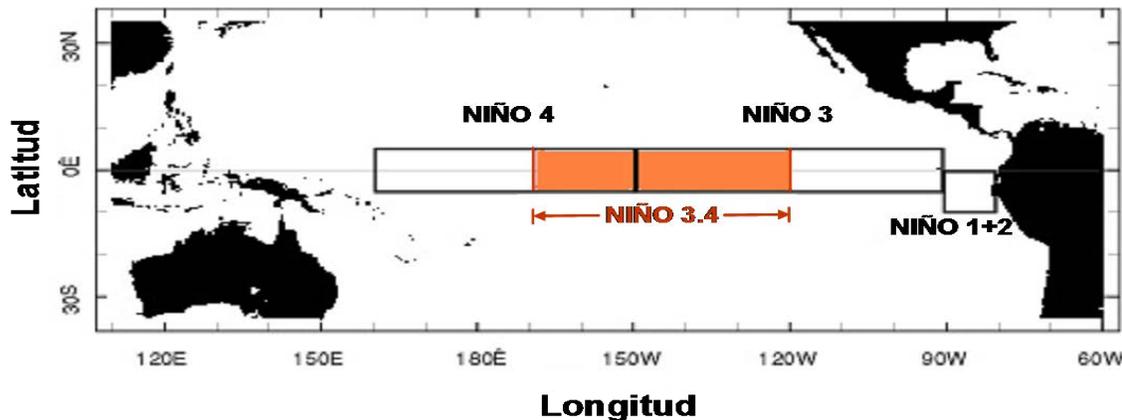


Figura 1. Regiones “Niño” en el Océano Pacífico Ecuatorial [3].

Tabla II: Índices de Huracanes para Diferentes Exponentes de la Velocidad del Viento. Fuente [4] y modificada por el autor.

Exponente	Significado físico del índice	Nombre del Índice	Autores que lo utilizan y año de referencia
0	Duración	Días de tormenta	Webster (2005), Holland (2005), Curry (2005), Chang (2005)
1	Flujo	Días por Categoría	Drews (2007)
2	Energía cinética	ECA, HDP	Gray (1999), Bell (2000), Camargo (2005), Sobel (2005)
3	Disipación de potencia	IDP	Emanuel (2005)

De los diferentes índices mencionados en la Tabla II, el de la Energía Ciclónica Acumulada (ECA) es el que utiliza la NOAA para tratar de cuantificar el nivel de actividad de cada ciclón tropical y por ende, la actividad total de cada temporada de ciclones, especialmente las del océano Atlántico que son las que en mayor grado afectan al territorio Norteamericano.

La expresión “actividad total de la temporada” hace referencia a la suma de la intensidad y duración de cada una de las tormentas tropicales y huracanes que ocurran en el Atlántico durante una temporada dada.

El índice o medida, utiliza una aproximación de la energía empleada por un sistema tropical durante su vida y se calcula cada seis (6) horas, siendo la ECA de una temporada de huracanes, la suma de las ECA de cada uno de los ciclones que se hubiesen generado durante dicha temporada, tomándose en consideración tanto el número como la intensidad y la duración de cada uno de ellos.

La NOAA divide las cifras calculadas por 10^4 para obtener cifras más fácilmente manejables, siendo por tanto la unidad del índice; 10^4 kn^2 (nudos al cuadrado), por lo que la fórmula para el cálculo del ECA de cualquier ciclón tropical (es decir, fenómenos meteorológicos que presenten vientos iguales o superiores a los 35 nudos) queda finalmente expresada de la siguiente forma:

$$\text{Índice ECA} = 10^{-4} \sum V_{\text{máx}}^2 \quad (2) \text{ D}$$

onde $V_{\text{máx}}$ es la velocidad sostenida del viento, expresada en nudos.

El ECA de una temporada sirve para clasificar a las temporadas de huracanes según su actividad, teniéndose que el sistema de clasificación de la NOAA para el lapso de tiempo 1951-2016, en el cual el promedio y la mediana del índice ECA son 102,3 y 89,5 respectivamente, las divide en:

- Temporada por encima de lo normal: Son aquellas temporadas que presentan un ECA superior a 103 (115% de la mediana actual), siempre y cuando dos (2) de los siguientes tres (3) parámetros excedan el promedio a largo plazo: Número de tormentas tropicales (10), Huracanes (6) y Huracanes mayores (2).
- Temporada cercana a lo normal: Ni por encima ni por debajo de lo normal.
- Temporada por debajo de lo normal: Son aquellas temporadas de huracanes que presentan un ECA inferior a 66 (74% de la mediana actual).

III. BASE DE DATOS UTILIZADA Y OBJETIVO

La base de datos del índice seleccionado para hacer los diferentes análisis que se desarrollaron en este trabajo, corresponden a la base de datos de la NOAA para el índice ONI [5], en la cual se presentan las anomalías de la temperatura superficial del mar desde el año 1950 hasta el presente.

La manipulación de los datos tomados de esta base de datos, permitieron hacer correlaciones matemáticas a fin de caracterizar las temporadas de huracanes en el Atlántico, siendo el objetivo de este trabajo el de poder caracterizar a la temporada de huracanes en categorías que van desde "Niño Muy Fuerte", pasando por "Condición Neutra", hasta "Niña Fuerte", mediante el cálculo de un índice ONI promedio anual a partir de su correlación con el valor individual del índice ONI de un mes en particular (Enero), pudiéndose con ello predecir, en base al valor ONI del mes de Enero de un año en particular, el valor ONI promedio del año y con éste

proceder a predecir cuál sería la condición de la futura temporada de huracanes que comenzaría a partir del 1^{er} de junio, todo ello sin tener que utilizar complejos modelos matemáticos tridimensionales de alcance global.

La utilización de una base temporal analizada anualmente, garantiza la inclusión tanto de la información de la presente temporada de huracanes, como de las condiciones previas al inicio de la temporada del año por venir, resultando en un aumento de la calidad de los valores predichos.

IV. METODOLOGÍA

Para obtener el valor predicho del índice ONI promedio anual a partir del índice ONI de un mes en particular se tomaron los valores del índice ONI reportados por la NOAA para cada mes de cada año en el período 1950-2017, los cuales se promediaron, obteniéndose un promedio anual del índice ONI para cada período de doce (12) meses analizado.

El análisis desarrollado se hizo, no para un año calendario en específico (Enero-Diciembre), sino tomándose como lapso de tiempo el comprendido entre Julio de un año y Junio del siguiente año, y sobre este lapso de tiempo de doce (12) meses se calculó el índice ONI promedio respectivo.

Posteriormente se calculó para cada período anual de análisis, la diferencia entre el valor ONI de cada mes y el valor ONI anual, de forma tal de establecer si el índice ONI de algún mes en particular mostraba similitud con el ONI anual promedio. Ese mes correspondería a aquél en el cual la suma de todas las diferencias cuadráticas con respecto al ONI promedio fuese mínima, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\sum \text{diferencias cuadráticas} = \sum_{i=1950}^{2017} \sum_{j=1}^{12} (\text{Índice ONI}_j - \text{Índice ONI promedio anual})^2 \quad (3)$$

donde:

i= Período interanual analizado.

j= Mes del año i que se está analizando.

Esto sirvió para identificar preliminarmente a los potenciales meses con los cuales tratar de encontrar algún tipo de correlación, a la vez que descartaba del análisis a los meses que presentaran las mayores diferencias cuadráticas.

V. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

Para los meses analizados, cuyos índices ONI mostraron menores diferencias cuadráticas con respecto al índice ONI anual, el que mostró la correlación más fuerte fue el correspondiente al mes de enero. La Figura 2 muestra la correlación matemática obtenida, mientras que en la Figura 3 se presenta la comparación entre los valores del índice ONI calculados a partir de las mediciones de la NOAA y los predichos a través de la ecuación obtenida y presentada a continuación:

$$Y = 0,6827x + 0,02795 \quad R^2 = 0,9644 \quad (4)$$

Donde:

y = Índice ONI interanual (para cada período julio del presente año- junio del siguiente año.

x = Índice ONI del mes de enero.

Lo que significa que el 96,4% de las variaciones del índice ONI promedio anual, son atribuibles a su relación con el índice ONI del mes de enero.

VI. DESARROLLOS NUMÉRICOS PARA CARACTERIZAR EL PERÍODO ANUAL DE ESTUDIO EN AÑO “NIÑO”, NEUTRO O “NIÑA”

A los fines de establecer una relación entre el valor del índice ONI interanual predicho y las características de cómo sería el período anual de estudio en cuanto a si se puede caracterizar como un año “El Niño”, un año neutral o un año con características de “La Niña” y luego analizar las consecuencias asociadas a tal condición, se

indagó en la bibliografía especializada.

Dicha bibliografía reporta diferentes clasificaciones de los eventos “ENOS”, muchas de las cuales son discrepantes entre sí, especialmente a la hora de clasificar la intensidad del evento, razón por lo que hasta los momentos es prácticamente imposible tomar un criterio único de clasificación que tenga aceptación universal.

En este trabajo se considerará el criterio adoptado por la NOAA según el cual, un evento “El Niño” ocurre si en la región Niño 3.4 se presenta una secuencia de al menos 5 índices ONI, cada uno con una magnitud mayor o igual a 0,5° C, y un evento Niña cuando se presenta una secuencia en la región Niño 3.4, de al menos 5 índices ONI, cada uno con una magnitud igual o menor a -0,5° C.

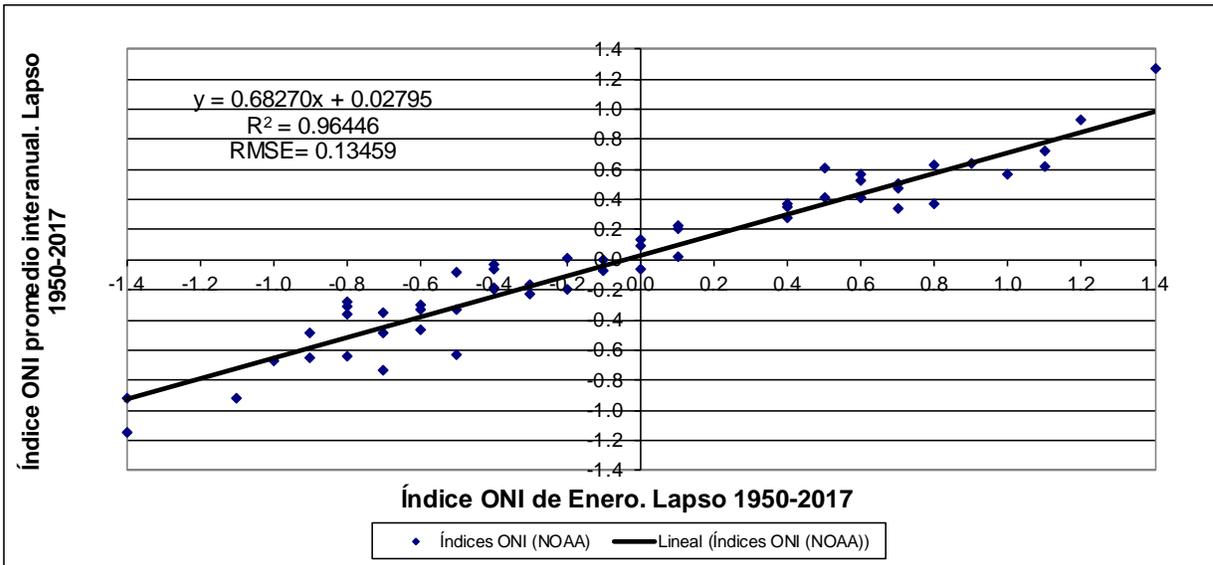


Figura 2: Correlación entre el Índice ONI del Mes de Enero y el Índice ONI Promedio Anual Tomando Como Año el Período Julio del Presente Año a Junio del Siguiete Año. Lapso 1950-2017.

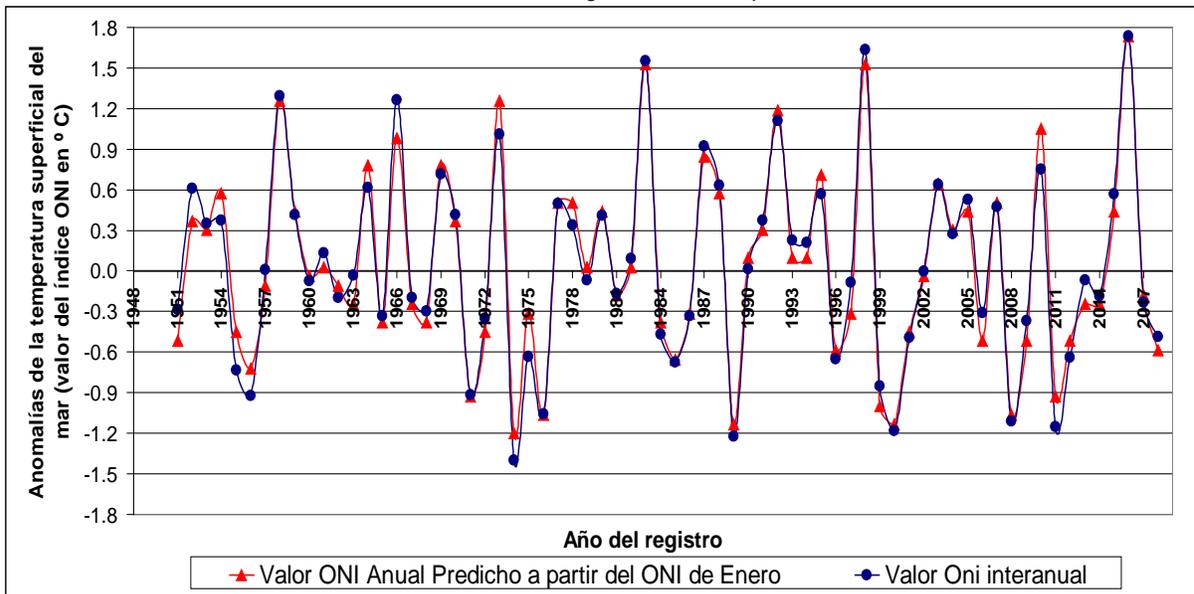


Figura 3: Comparación de los Valores del Índice ONI Calculados a Partir de las Mediciones de la NOAA y los Predichos con la Ecuación Desarrollada.

Una de las fuentes bibliográficas consultadas, es la página web de "Golden Gates Weather Services" <http://ggweather.com/enso/oni.htm> [6] que es una empresa consultora de servicios meteorológicos que goza de un buen reconocimiento en el área del estado de California (EUA).

En dicha página se clasifica la intensidad de los eventos ENOS de acuerdo con los siguientes criterios, y según los cuales se presenta en la Tabla III la clasificación de eventos "El Niño" y "La Niña":

- Eventos débiles, cuando se presentan valores puntuales de anomalías comprendidas entre 0,5 y 1,0° C.
- Eventos moderados, cuando se presentan valores puntuales de anomalías comprendidas entre 1,0 y 1,5° C.
- Eventos fuertes: cuando se presentan valores puntuales de anomalías comprendidas entre 1,5° C y 2,0° C.
- Eventos muy fuertes: cuando se presentan valores puntuales de anomalías superiores a 2,0° C.

Tabla III: Cronología de Eventos "El Niño" y "La Niña". Lapso 1950-2017.

Fuente: <http://ggweather.com/enso/oni.htm>

Intensidad y año de ocurrencia de eventos "El Niño"				Intensidad y año de ocurrencia de eventos "La Niña"		
Débil	Moderado	Fuerte	Muy fuerte	Débil	Moderado	Fuerte
1951-52	1963-64	1957-58	1982-83	1950-51	1955-56	1973-74
1952-53	1986-87	1965-66	1997-98	1954-55	1970-71	1975-76
1953-54	1987-88	1972-73	2015-16	1964-65	1998-99	1988-89
1958-59	1991-92			1967-68	1999-00	
1968-69	2002-03			1971-72	2007-08	
1969-70	2009-10			1974-75	2010-11	
1976-77				1983-84		
1977-78				1984-85		
1979-80				1995-96		
1994-95				2000-01		
2004-05				2011-12		
2006-07				2016-17		

Para poder reproducir las condiciones mostradas en la Tabla III se generó una clasificación que trabajó, no en función de valores máximos o mínimos puntuales, sino en base a valores promedios.

Las diferentes condiciones asociadas a los valores promedios de anomalías de la superficie libre, definidas por el autor, se presentan en la Tabla IV.

Tabla IV: Rangos de la Anomalía Superficial del Mar Utilizados Para Definir la Temporada de Huracanes en el Atlántico en Términos de Años "El Niño", Condición Neutral o "La Niña".

Caracterización de la temporada de huracanes en términos del valor del índice ONI (Julio a Junio del siguiente año)	Rangos promedio de la anomalía de temperatura del agua asociada al índice ONI (Julio a Junio del siguiente año)
Niño muy fuerte	Superior a +1.35
Niño fuerte	Entre +1.01 y +1.35
Niño moderado	Entre +0.76 y +1.00
Niño débil	Entre +0.41 y +0.75
Condición neutra	Entre +0.40 y -0.40
Niña débil	Entre -0.41 y -0.75
Niña moderada	Entre -0.76 y -1.00
Niña fuerte	Entre -1.01 y -1.35

Habiéndose definido el esquema de clasificación mostrado en la Tabla IV se procedió a calcular el índice ONI interanual para cada uno de los años a partir de 1950 en base a la data emitida por la NOAA (ver Tabla V) de acuerdo con la metodología descrita en el punto V, luego de lo cual el promedio interanual obtenido fue ubicado dentro de uno de los rangos caracterizadores definidos en la Tabla IV, procediéndose posteriormente a comparar las caracterizaciones de cada período anual obtenido contra las caracterizaciones mencionadas en la bibliografía e incluidas en la Tabla III.

Los resultados del valor del índice interanual obtenido, tanto de promediar los valores de la base de datos de la NOAA, como los obtenidos a partir de la ecuación predictiva que utiliza el índice ONI del mes de enero, así como el número total de eventos meteorológicos ocurridos en cada lapso de tiempo analizado se muestran en la Tabla VI.

VII. RESULTADOS

- Los resultados mostrados en la Figura 2 y en la Figura 3 evidencian la alta precisión con la que el valor índice ONI interanual puede obtenerse a partir de la metodología planteada, que lo relaciona con el valor puntual del ONI del mes de enero.
- De todos los años analizados (68 años entre 1950 y 2017) únicamente en tres (3) la clasificación asociada a la condición de año "Niño", año "Niña" o condición neutral obtenida a partir del criterio utilizado por la NOAA y el propuesto en este documento difirieron entre sí, lo que potencia la utilidad de la metodología planteada.
- El poder conocer con anticipación al comienzo formal de la temporada de huracanes en el Atlántico, cuál va a ser el valor del índice ONI asociado a esa temporada, permite conocer las características generales de dicha temporada, al poder hacer la vinculación con un posible año Niño", neutro o "Niña", y los valores estadísticos asociados a estas condiciones (ver Tabla VII), así como estimar el riesgo existente (probabilidad de ocurrencia) de que un fenómeno de determinadas características (depresión o tormenta tropical, o huracán), incida en determinado sector de interés.
- A partir de la misma Tabla VII se puede concluir que tanto el número de eventos como la duración total de días en los que éstos se presentan, que ocurren en el lapso de un (01) año "Niño fuerte" o "Niño muy fuerte" es menos de la mitad de los que se presentan cuando el año tiene las características de "Niña Moderada" o "Niña fuerte", lo que desde el punto de vista de la "amenaza" que representan los huracanes es un hecho bien significativo, dado que se traduce en que en años "Niño" las temporadas de huracanes en el Atlántico son mucho menos intensas que las que se presentarían en el caso de que el año tuviera características asociadas con el fenómeno de "La Niña", y por ende también lo será el riesgo asociado

al paso de dichos fenómenos por una determinada área, teniéndose que en años “Niño muy fuerte” el número promedio de días de la temporada de huracanes (180 días en total) en los cuales hay

probabilidad de que ocurra un fenómeno meteorológico de cualquier categoría es de 45 (25% del total) mientras que en años “Niña fuerte” es del orden de 110 días (61% del total).

Tabla V: Base de Datos del Índice ONI de la NOAA.

Temporada	Indice ONI (Julio)	Indice ONI (Agosto)	Indice ONI (Septiembre)	Indice ONI (Octubre)	Indice ONI (Noviembre)	Indice ONI (Diciembre)	Indice ONI (Enero)	Indice ONI (Febrero)	Indice ONI (Marzo)	Indice ONI (Abril)	Indice ONI (Mayo)	Indice ONI (Junio)
1950 - 1951	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.6	-0.8	-0.8	-0.5	-0.2	0.2	0.4	0.6
1951 - 1952	0.7	0.9	1.0	1.2	1.0	0.8	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.0
1952 - 1953	-0.1	0.0	0.2	0.1	0.0	0.1	0.4	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8
1953 - 1954	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.5	0.0	-0.4	-0.5	-0.5
1954 - 1955	-0.6	-0.8	-0.9	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.7	-0.8	-0.8	-0.7
1955 - 1956	-0.7	-0.7	-1.1	-1.4	-1.7	-1.5	-1.1	-0.8	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5
1956 - 1957	-0.6	-0.6	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	0.1	0.4	0.7	0.9	1.1
1957 - 1958	1.3	1.3	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	1.7	1.3	0.9	0.7	0.6
1958 - 1959	0.6	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.3	0.2	-0.1
1959 - 1960	-0.2	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0
1960 - 1961	0.1	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3
1961 - 1962	0.1	-0.1	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.2
1962 - 1963	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.4	-0.2	0.2	0.3	0.3	0.5
1963 - 1964	0.9	1.1	1.2	1.2	1.4	1.3	1.1	0.6	0.1	-0.3	-0.6	-0.6
1964 - 1965	-0.6	-0.7	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.6	-0.3	-0.1	0.2	0.5	0.8
1965 - 1966	1.2	1.5	1.9	2.0	2.0	1.7	1.4	1.2	1.0	0.7	0.4	0.2
1966 - 1967	0.2	0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5	-0.4	-0.2	0.0
1967 - 1968	0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.3	-0.4	-0.6	-0.7	-0.6	-0.4	0.0	0.3
1968 - 1969	0.6	0.5	0.4	0.5	0.7	1.0	1.1	1.1	0.9	0.8	0.6	0.4
1969 - 1970	0.4	0.5	0.8	0.9	0.8	0.6	0.5	0.3	0.3	0.2	0.0	-0.3
1970 - 1971	-0.6	-0.8	-0.8	-0.7	-0.9	-1.1	-1.4	-1.4	-1.1	-0.8	-0.7	-0.7
1971 - 1972	-0.8	-0.8	-0.8	-0.9	-1.0	-0.9	-0.7	-0.4	0.1	0.4	0.7	0.9
1972 - 1973	1.1	1.4	1.6	1.8	2.1	2.1	1.8	1.2	0.5	-0.1	-0.5	-0.9
1973 - 1974	-1.1	-1.3	-1.5	-1.7	-1.9	-2.0	-1.8	-1.6	-1.2	-1.0	-0.9	-0.8
1974 - 1975	-0.5	-0.4	-0.4	-0.6	-0.8	-0.6	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7	-0.8	-1.0
1975 - 1976	-1.1	-1.2	-1.4	-1.4	-1.6	-1.7	-1.6	-1.2	-0.7	-0.5	-0.3	0.0
1976 - 1977	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	0.8	0.7	0.6	0.3	0.2	0.2	0.3
1977 - 1978	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8	0.8	0.7	0.4	0.1	-0.2	-0.3	-0.3
1978 - 1979	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.2	0.0
1979 - 1980	0.0	0.2	0.3	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.3	0.4	0.5	0.5
1980 - 1981	0.3	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.0	-0.3	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3
1981 - 1982	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1	-0.2	-0.1	0.0	0.1	0.2	0.5	0.7	0.7
1982 - 1983	0.8	1.1	1.6	2.0	2.2	2.2	1.9	1.5	1.5	1.3	1.1	0.7
1983 - 1984	0.3	-0.1	-0.5	-0.8	-1.0	-0.9	-0.6	-0.4	-0.3	-0.4	-0.5	-0.4
1984 - 1985	-0.3	-0.2	-0.2	-0.6	-0.9	-1.1	-1.0	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.6
1985 - 1986	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5	-0.3	-0.2	-0.1	0.0
1986 - 1987	0.2	0.4	0.7	0.9	1.1	1.2	1.2	1.2	1.1	0.9	1.0	1.2
1987 - 1988	1.5	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	0.8	0.5	0.1	-0.3	-0.9	-1.3
1988 - 1989	-1.3	-1.1	-1.2	-1.5	-1.8	-1.8	-1.7	-1.4	-1.1	-0.8	-0.6	-0.4
1989 - 1990	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
1990 - 1991	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.3	0.5	0.6
1991 - 1992	0.7	0.6	0.6	0.8	1.2	1.5	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	0.7
1992 - 1993	0.4	0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.7	0.6
1993 - 1994	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4
1994 - 1995	0.4	0.4	0.6	0.7	1.0	1.1	1.0	0.7	0.5	0.3	0.1	0.0
1995 - 1996	-0.2	-0.5	-0.8	-1.0	-1.0	-1.0	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3
1996 - 1997	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5	-0.5	-0.4	-0.1	0.3	0.8	1.2
1997 - 1998	1.6	1.9	2.1	2.3	2.4	2.4	2.2	1.9	1.4	1.0	0.5	-0.1
1998 - 1999	0.8	-1.1	-1.3	1.4	-1.5	-1.6	-1.5	-1.3	-1.1	-1.0	-1.0	-1.0
1999 - 2000	-1.1	-1.1	-1.2	-1.3	-1.5	-1.7	-1.7	-1.4	-1.1	-0.8	-0.7	-0.6
2000 - 2001	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.1
2001 - 2002	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.1	0.0	0.1	0.2	0.4	0.7
2002 - 2003	0.8	0.9	1.0	1.2	1.3	1.1	0.9	0.6	0.4	0.0	-0.3	-0.2
2003 - 2004	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3
2004 - 2005	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3	0.1
2005 - 2006	-0.1	-0.1	-0.1	-0.3	-0.6	-0.8	-0.8	-0.7	-0.5	-0.2	0.1	0.4
2006 - 2007	0.5	0.5	0.7	1.0	1.3	1.6	0.7	0.3	0.0	-0.2	-0.3	-0.4
2007 - 2008	-0.5	-0.8	-1.1	-1.4	-1.5	-1.6	-1.6	-1.4	-1.2	-0.9	-0.8	-0.5
2008 - 2009	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.6	-0.7	-0.8	-0.7	-0.5	-0.2	0.1	0.4
2009 - 2010	0.5	0.5	0.7	1.0	1.3	1.6	1.5	1.3	0.9	0.4	-0.1	-0.6
2010 - 2011	-1.0	-1.4	-1.6	-1.7	-1.7	-1.6	-1.4	-1.1	-0.8	-0.6	-0.5	-0.4
2011 - 2012	-0.5	-0.7	-0.9	-1.1	-1.1	-1.0	-0.8	-0.6	-0.5	-0.4	-0.2	0.1
2012 - 2013	0.3	0.3	0.3	0.2	0.0	-0.2	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3
2013 - 2014	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.4	-0.4	-0.2	0.1	0.3	0.2
2014 - 2015	0.1	0.0	0.2	0.4	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.8	1.0	1.2
2015 - 2016	1.5	1.8	2.1	2.4	2.5	2.6	2.5	2.2	1.7	1.0	0.5	0.0
2016 - 2017	-0.3	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.4	0.4

Descripción: Episodios calientes (rojo) y fríos (azul), basados en un umbral de $\pm 0.5^\circ$ para el índice Oceánico El Niño (ONI) (calculado mediante la media móvil de 3 meses de las anomalías de la TSM en ERSST.v3b en la región Niño 3.4 (5° N - 5° S, 120° W - 170° W) sobre períodos base de 30 años, actualizados cada 5 años. Para fines históricos, episodios fríos y calientes (números de color azul y rojo), se definen cuando el umbral es sobrepasado durante un mínimo de 5 meses consecutivos.

Tabla VI: Comparación del Índice ONI Interanual Obtenido a Partir de los Datos de la NOAA y con la Metodología Planteada a Partir del Índice ONI del mes de Enero.

Temporada	Promedio interanual del índice ONI entre Julio y Junio del siguiente año (Datos NOAA)	Predicción del índice ONI interanual en base al ONI de enero	Caracterización del año de acuerdo con la bibliografía consultada (Tabla III)	Caracterización del según predicción y con rangos establecidos	Número de eventos meteorológicos ocurridos entre Julio y junio del siguiente año	Suma de la duración de los diferentes eventos ocurridos (horas)	Índice ECA en cada lapso de tiempo anual
1950 - 1951	-0.28	-0.52	Niña débil	Niña débil	14	2940	272.16
1951 - 1952	0.61	0.37	Niño débil	Niño débil	10	1680	127.20
1952 - 1953	0.35	0.30	Niño débil	Neutro	7	1518	99.46
1953 - 1954	0.38	0.57	Niño débil	Niño débil	14	1884	111.97
1954 - 1955	-0.73	-0.45	Niña débil	Neutro	10	1656	119.53
1955 - 1956	-0.93	-0.72	Niña moderada	Niña débil	13	2478	209.20
1956 - 1957	0.01	-0.11	Neutro	Neutro	9	1242	71.72
1957 - 1958	1.29	1.26	Niño fuerte	Niño fuerte	7	1068	78.47
1958 - 1959	0.42	0.44	Niño débil	Niño débil	12	2046	137.87
1959 - 1960	-0.08	-0.04	Neutro	Neutro	9	1350	77.15
1960 - 1961	0.13	0.03	Neutro	Neutro	6	1008	88.55
1961 - 1962	-0.20	-0.11	Neutro	Neutro	11	2160	208.35
1962 - 1963	-0.03	-0.25	Neutro	Neutro	5	990	40.16
1963 - 1964	0.62	0.78	Niño moderado	Niño moderado	10	1986	127.87
1964 - 1965	-0.33	-0.38	Niña débil	Niña débil	12	2460	174.77
1965 - 1966	1.27	0.98	Niño fuerte	Niño fuerte	6	1440	100.01
1966 - 1967	-0.20	-0.25	Neutro	Neutro	14	2058	135.44
1967 - 1968	-0.30	-0.38	Niña débil	Neutro	24	3768	136.54
1968 - 1969	0.72	0.78	Niño débil	Niño débil	16	1728	32.96
1969 - 1970	0.42	0.37	Niño débil	Niño débil	26	3900	172.71
1970 - 1971	-0.92	-0.93	Niña moderada	Niña moderada	18	2424	38.59
1971 - 1972	-0.35	-0.45	Niña débil	Niña débil	25	3852	107.53
1972 - 1973	1.01	1.26	Niño fuerte	Niño fuerte	19	1722	29.64
1973 - 1974	-1.40	-1.20	Niña fuerte	Niña fuerte	19	2064	55.56
1974 - 1975	-0.63	-0.31	Niña débil	Niña débil	17	2220	72.70
1975 - 1976	-1.06	-1.06	Niña fuerte	Niña fuerte	24	2496	74.29
1976 - 1977	0.50	0.51	Niño débil	Niño débil	19	2376	87.45
1977 - 1978	0.34	0.51	Niño débil	Niño débil	15	1128	28.64
1978 - 1979	-0.07	0.03	NEUTRO	NEUTRO	24	2658	63.97
1979 - 1980	0.41	0.44	Niño débil	Niño débil	18	2940	93.99
1980 - 1981	-0.17	-0.18	Neutro	Neutro	23	2832	153.42
1981 - 1982	0.09	0.03	Neutro	Neutro	18	2598	104.23
1982 - 1983	1.55	1.53	Niño muy fuerte	Niño muy fuerte	6	708	26.81
1983 - 1984	-0.47	-0.38	Niña débil	Niña débil	8	858	17.40
1984 - 1985	-0.68	-0.65	Niña débil	Niña débil	18	2388	86.21
1985 - 1986	-0.33	-0.31	Neutro	Neutro	16	2304	98.19
1986 - 1987	0.93	0.85	Niño moderado	Niño moderado	9	1290	37.72
1987 - 1988	0.63	0.57	Niño moderado	Niño moderado	13	1938	37.06
1988 - 1989	-1.23	-1.13	Niña fuerte	Niña fuerte	21	2604	107.33
1989 - 1990	0.02	0.10	Neutro	Neutro	14	2406	137.19
1990 - 1991	0.38	0.30	Neutro	Neutro	16	3018	99.62
1991 - 1992	1.11	1.19	Niño moderado	Niño moderado	13	1290	40.94
1992 - 1993	0.23	0.10	Neutro	Neutro	10	1578	84.44
1993 - 1994	0.21	0.10	Neutro	Neutro	9	1278	44.44
1994 - 1995	0.57	0.71	Niño débil	Niño débil	12	1290	37.24
1995 - 1996	-0.65	-0.59	Niña débil	Niña débil	21	4302	242.40
1996 - 1997	-0.08	-0.31	Neutro	Neutro	14	3168	184.48
1997 - 1998	1.63	1.53	Niño muy fuerte	Niño muy fuerte	7	1008	43.67
1998 - 1999	-0.85	-1.00	Niña moderada	Niña moderada	15	3228	205.34
1999 - 2000	-1.18	-1.13	Niña moderada	Niña moderada	17	2502	176.98
2000 - 2001	-0.49	-0.45	Niña débil	Niña débil	18	2880	129.96
2001 - 2002	0.00	-0.04	Neutro	Neutro	16	2460	118.94
2002 - 2003	0.64	0.64	Niño moderado	Niño moderado	17	2556	80.72
2003 - 2004	0.28	0.30	Neutro	Neutro	19	3156	191.76
2004 - 2005	0.53	0.44	Niño débil	Niño débil	17	3432	237.80
2005 - 2006	-0.31	-0.52	Neutro	Neutro	30	5316	277.43
2006 - 2007	0.48	0.51	Niño débil	Niño débil	11	2220	97.29
2007 - 2008	-1.11	-1.06	Niña moderada	Niña moderada	16	1980	85.53
2008 - 2009	-0.37	-0.52	Neutro	Neutro	17	3072	156.10
2009 - 2010	0.75	1.05	Niño moderado	Niño moderado	11	1623	67.91
2010 - 2011	-1.15	-0.93	Niña moderada	Niña débil	21	3606	177.02
2011 - 2012	-0.64	-0.52	Niña débil	Niña débil	23	3630	149.77
2012 - 2013	-0.07	-0.25	Neutro	Neutro	17	3266	135.31
2013 - 2014	-0.18	-0.25	Neutro	Neutro	13	1574	40.02
2014 - 2015	0.57	0.44	Neutro	Niño débil	10	1617	72.59
2015 - 2016	1.73	1.73	Niño muy fuerte	Niño muy fuerte	14	1548	63.31
2016 - 2017	-0.23	-0.18	Niña débil	Niña débil	12	2001	123.97

Tabla VII: Relación Entre el Promedio Interanual del Índice ONI y Algunas Características Relevantes de las Temporadas de Huracanes en el Atlántico.

Caracterización de la temporada de huracanes en términos del valor del índice ONI (Julio a Junio del siguiente año)	Rangos promedio de la anomalía de temperatura del agua asociada al índice ONI (Julio a Junio del siguiente año)	Promedio anual del número de eventos (Julio a Junio del siguiente año)	Promedio anual de los días de ocurrencia de eventos (Julio a Junio del siguiente año)	Promedio del índice ECA (calculado entre Julio y Junio del siguiente año)
Niño muy fuerte	Superior a +1.35	9.0	45.3	44.6
Niño fuerte	Entre +1.01 y +1.35	8.7	52.8	73.1
Niño moderado	Entre +0.76 y +1.00	14.0	62.8	33.7
Niño débil	Entre +0.41 y +0.75	14.3	91.6	98.1
Condición neutra	Entre +0.40 y -0.40	14.7	97.6	120.0
Niña débil	Entre -0.41 y -0.75	17.8	118.6	133.4
Niña moderada	Entre -0.76 y -1.00	18.4	108.2	116.9
Niña fuerte	Entre -1.01 y -1.35	18.0	108.3	136.3

VIII. CONCLUSIONES

- Se puede predecir con una alta certidumbre como va a ser un año, desde el punto de vista de si será un “año Niño”, un “año Niña” o un “año Neutral” con las consideraciones asociadas en cuanto al número e intensidad de los fenómenos que pudieran presentarse en el período de estudio, siendo relevante el hecho de que la predicción puede hacerse sin la utilización de grandes y complicados modelos climáticos, sino empleando únicamente los datos de anomalías de la temperatura superficial del mar que la NOAA registra periódicamente en el océano Pacífico y publica mensualmente.
- La utilidad práctica de poder predecir esta situación está claramente evidenciada en la Tabla VII dadas las diferencias tanto en número como en intensidad que tienen las temporadas de huracanes en el Océano Atlántico en presencia de condiciones “El Niño” o condiciones “La Niña”.
- Es importante resaltar que la metodología planteada no pretende prescindir del uso de modelos climáticos globales, indispensables para poder conocer con la mayor certidumbre posible la dinámica atmosférica de la Tierra, pero si aporta insumos importantes para hacer pronósticos a corto plazo de lo que será la verdadera temporada de huracanes en la cuenca Atlántica, con un ínfimo esfuerzo computacional y humano.

IX. RECOMENDACIONES

- El rumbo que sigue la actual política energética venezolana, asociada actualmente en buena medida a la explotación gasífera costa afuera, conlleva a tener el mejor conocimiento posible de las condiciones oceanográficas y meteorológicas en las zonas de interés, por lo cual se propone la construcción de una gran y única base de datos, (que pudiera ser “manejada o gerenciada” por PDVSA) con la cual se pueda “alimentar” a poderosas herramientas de análisis tridimensional,

tales como modelos globales, de mesoescala, o locales, que permitan la generación de valores predictivos de todas las variables de interés y con la mayor precisión posible, lo cual redundará en una menor incertidumbre, y por ende en menores costos al momento de diseñar y construir las obras de ingeniería proyectadas.

Lo expuesto en el párrafo anterior va asociado directamente a la necesidad de hacer mediciones de los diferentes parámetros oceanográficos y meteorológicos en las áreas de interés, por espacios de tiempo lo suficientemente extensos (2 a 3 años como mínimo).

- La recomendación anterior cobra mayor importancia si se toma en cuenta que en [7] se encontró que si bien el número y porcentaje de eventos meteorológicos que han pasado “cerca” o han “tocado” territorio venezolano entre los años 1851 y 2016 son históricamente bajos; 44 y 2,9% respectivamente, a partir de 1966 ha habido un incremento, pasando de un porcentaje menor a 2% antes de 1965, a casi 5% a partir de 1966.

REFERENCIAS

- [1] Glantz, M.: “*Usable Science: Food security, early warning, and El Niño.*” Proceedings of the workshop on ENSO/FEWS, Budapest, Hungary, October 1993. UNEP, Nairobi, NCAR, Boulder, Colorado.
- [2] Guevara, J.M., “*El ABC de los índices usados en la identificación y definición cuantitativa de El Niño-Oscilación del Sur (ENSO).*” Terra, Nueva Etapa, Vol. XXIV, Núm. 35, pp. 85-140, 2008.
- [3] IRI: “*Overview of the ENSO system: Monitoring.*” Documento en línea. Disponible en: <http://iri.columbia.edu/climate/ENSO/background/monitoring.html>, 2007.
- [4] Drews, C.: “*Hurricane index into Number, intensity and duration.*” Documento disponible en internet, en <http://acd.ucar.edu/~drews/hurricane/SeparatingTheACE.html>. Consultado el 26-11-2012.
- [5] http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php.
- [6] “*Golden Gates Weather Services*”, <http://ggweather.com/enso/oni.htm>.

[7] Bécemberg, R: "*El Niño oscilación sur (ENOS) y su relación con los huracanes en el Atlántico y con la conformación de éstos como potenciales amenazas para las costas venezolanas*". Trabajo de ascenso presentado ante la Universidad Católica Andrés Bello, UCAB para ascender al grado de profesor agregado, 2013.