

VARIACIONES DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR EN PUERTO CHICAMA Y DEL ÍNDICE DE OSCILACIÓN DEL SUR: 1925-1992

Juan Quispe Arce *

Resumen

El propósito del presente trabajo es presentar una descripción de las principales variaciones de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) en el Puerto de Chicama ($07^{\circ}42'S$ - $79^{\circ}27'W$) y del Índice de Oscilación del Sur durante el periodo de 1925 a 1992. Este trabajo empieza precisando, que los datos de TSM de Chicama, (actualmente renombrado Puerto Malabrigo) constituyen la serie más larga y confiable del país; se inició en Diciembre de 1924 con dos mediciones diarias hasta 1969 y a partir de esta fecha se realizan tres mediciones diarias. Luego se describe en la escala de tiempo, la presencia de anomalías de temperatura en grupos de años y escasas veces en un solo año y se define el inicio y duración del evento en función de las desviaciones estándar mensuales y anuales, para después caracterizar eventos cálidos o fríos y compararlos con los IOS.

Palabras claves: *El Niño, ENSO, TSM, Puerto Chicama, oceanografía física.*

VARIATIONS DE LA TEMPÉRATURE SUPERFICIELLE DE LA MER À PUERTO CHICAMA ET DE L'INDICE DE L'OSCILLATION AUSTRALE : 1925-1992

Résumé

Ce travail présente une description des principales variations de la Température Superficielle de la Mer (TSM) dans le Port de Chicama ($07^{\circ}42'S$ - $79^{\circ}27'O$) et de l'Indice d'Oscillation Australe entre 1925 et 1992. Il est d'abord précisé que les informations de TSM de Chicama (à présent renommé Puerto Malabrigo) constituent la série la plus longue et fiable du pays; elle part de décembre 1924 avec 2 mesures quotidiennes jusqu'en 1969, date à partir de laquelle 3 mesures quotidiennes ont été faites. On décrit ensuite, sur l'échelle du temps, la présence d'anomalies de températures par groupes d'années et très rarement au cours d'une même année. On définit le début et la durée de l'événement en fonction des déviations standard mensuelles et annuelles, pour pouvoir ainsi définir des événements chauds ou froids et les comparer avec les IOS.

Mots clés: *El Niño, ENSO, TSM, Puerto Chicama, océanographie physique.*

PUERTO CHICAMA SEA SURFACE TEMPERATURE AND THE SOUTHERN OSCILLATION INDEX VARIATIONS: 1925-1992

Abstract

The aim of this work is to describe the main variations of the Sea Surface Temperature (SST) in Puerto Chicama ($7^{\circ}42'S$ - $79^{\circ}27'W$) and the Southern Oscillation Index, during the period 1925-1992. This work begins underlining that the Chicama (now Puerto Malabrigo) SST data constitute the longest and most reliable time series of the country. It began in december 1924 with two daily measurements up to 1969, and then continued with three daily measurements. Afterwards, the temperature anomalies are described as they appear in groups of years, rarely in a single year. The beginning and length of each event are defined as a function of the monthly and yearly standard deviations. Finally, cold and warm events are characterized and compared with the SOL.

Key words: *El Niño, ENSO, SST, Puerto Chicama, physical oceanography.*

* Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina. Apartado 80, Callao - Perú.

1. INTRODUCCIÓN

En Diciembre de 1991 la anomalía positiva de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) en Chicama ($07^{\circ}42'S-79^{\circ}27'W$) se incrementó significativamente; asimismo el Índice de Oscilación del Sur (IOS) durante los meses de 1990 mostró un juego de altibajos y en 1991 el predominio de valores negativos e indicativo de evento cálido mantuvo a la comunidad científica en expectativa y también confusa, ya que mientras en la mayor extensión del Océano Pacífico las condiciones eran propias de un evento cálido, únicamente las estaciones costeras del Perú reportaban lo contrario, y esta situación reprimida llegó a manifestarse rotundamente hasta mediados del presente año (1992), con tendencia a disminuir.

Las mediciones de TSM realizadas en el Puerto de Chicama (actualmente Puerto Malabrigo, en virtud a un reconocimiento de su denominación original), constituyen la serie más larga y confiable del país.

En el origen de las anomalías térmicas positivas se debe distinguir la incursión de aguas cálidas del norte provenientes de la región ecuatorial, comprobada por la elevación de la temperatura en Cabo Blanco, Talara y eventualmente Chicama, y la irrupción de aguas oceánicas desde el oeste o noroeste, denominadas «transgresiones», perceptibles principalmente en la Isla Lobos, Chicama y en menor grado en Cabo Blanco como ocurrió en 1929-1930 (Schweigger, 1954); también ocurre que casi simultáneamente en todo el Pacífico Oriental puede presentarse del mismo modo anomalías negativas como en el año frío de 1954 (Rodewald, 1958).

Durante el fenómeno "El Niño" aparecen la parte norte del Perú las aguas tropicales superficiales (ATS) asociadas con aguas subsuperficiales procedentes de la Corriente Cronwell y acompañadas de notables precipitaciones en la región marítima, en algunos casos tan espectaculares como en "El Niño" de 1891 y de 1925 (Wyrtyk, 1965; Zuta & Guillén, 1970).

2. MATERIAL Y MÉTODOS

En el presente trabajo se ha utilizado la información de TSM del Puerto de Chicama de 67 años continuos (1925-1992) y el IOS del Centro de Análisis Climático (DCC-USA) para el mismo periodo.

Las mediciones de TSM en Chicama se iniciaron en Diciembre de 1924 por la Empresa Privada GILDEMEISTER, realizándose desde entonces dos mediciones diarias a las 08:00 y 16:00 horas hasta 1969. Actualmente la serie continúa con tres mediciones diarias a las 07:00, 13:00 y 18:00 horas a cargo de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina (DHNM) (Cuadro N° 2, Fig. 2a.).

Respecto a los datos de Chicama, debe admitirse la posibilidad de que reflejan condiciones locales que lo caracterizan; esto se advierte al analizar los registros diarios en conjunto con las demás estaciones del litoral, siendo Chicama menos sensible que Paita o Talara, por ejemplo. Algunas comparaciones realizadas en el puerto y en mar abierto revelan que las temperaturas en Puerto Chicama, aunque reducidas en $-0.5^{\circ}C$ aproximadamente siguen fielmente las variaciones en mar abierto.

Un trabajo realizado por Rhiel (1983) con información de TSM de Chicama concluye que las temperaturas para los meses de Octubre a Diciembre son afectadas por condiciones meteorológicas especiales; es así como obvia las variaciones climáticas del año y obtiene promedios de Mayo a Agosto, siendo el coeficiente de correlación de 0.80 y la desviación standard 0.5°C.

Las temperaturas aquí se expresan en promedios simples y con información completa, calculándose valores mensuales y multianuales. La media normal multianual es 17.0°C (Fig. 2b).

Respecto al IOS se presentan los valores del Centro de Análisis Climático (DCC-USA) que consigna el tratamiento dado por la diferencia de presión atmosférica entre Tahití y Darwin (Fig. 6b) (Quin *et al.*, 1987, Enfield, 1991).

3. RESULTADOS

3.1. Variaciones térmicas superficiales del mar

Del análisis de los gráficos y cuadros que se presentan y antecedido por las referencias, sabemos que luego del año frío de 1924 (Lavalle, 1929), en 1925 se produjo en la Corriente Peruana la mayor anomalía térmica después de lo ocurrido en 1891.

Como se mencionó anteriormente, las anomalías suelen suceder en grupos de años. En las Fig. 1b, 2a, y 3a puede apreciarse el grupo de 6 años cálidos 1925-1930 y después de una transición de 2 años; otro grupo también de 6 años fríos 1933-1938 que recuerda la conocida frecuencia de los 7 años.

A partir de la década del 50 es notorio el grupo de 3 años fríos (Fig. 3a); los más recientes, 1973-1975, 1984-1986 y 1988-1990, previos a eventos cálidos de magnitudes diferentes. Pero tengamos presente para más adelante que en Diciembre de 1991 empezó un grupo de meses con anomalías positivas que continúan hasta mediados del presente año (Fig. 1b).

Es interesante además notar y discernir sobre la persistencia del evento y sus repercusiones afines, como puede verse en el Cuadro N°1 de Desviaciones Standard (DST), donde se aprecia que durante el evento de 1925-1926 fueron 12 los meses continuos de permanencia de la anomalía sobre 1 DST y particularmente el mes de Marzo con 3 DST.

Del mismo modo, el magno evento de 1982-1983 tuvo una persistencia de 13 meses, pero una extrema magnitud de hasta 5 DST en Mayo de 1983 y en 1987 la persistencia fue sólo de 3 meses durante el verano. ¿Acaso actualmente en Enero de 1992 tendríamos ya 2 meses de persistencia? Efectivamente, ésta apreciación de entonces se corrobora ya que ahora al haber transcurrido 9 meses las anomalías positivas persisten pero con tendencia a decrecer.

Respecto a las observaciones de 1992 dadas en el Cuadro N°2, es recomendable no considerar los valores mensuales de Junio a Setiembre, por existir alguna duda por una posible deficiencia de instrumento. Pronto se verificará ésta situación con la calibración de instrumentos que se está realizando en el Puerto de Chicama y se determinará las correcciones necesarias que serán comunicadas a la comunidad, pero para no discontinuar la apreciación de la serie y confirmar la validez de lo expuesto anteriormente, se incluye la Fig. 6a con información de las Estaciones Costeras de Paita, Isla Lobos de Afuera, Callao, San Juan y Chicama inclusive, donde se aprecia el significativo incremento de la TSM a lo largo de la costa del Perú durante el primer semestre de 1992.

En el Cuadro N° 1 que se refiere al número de desviaciones estandar respecto a la media mensual y anual, además de notarse claramente la persistencia de la anormalidad mensual, se pretende caracterizar los años que en la serie 1925-1992 estuvieron por encima o por debajo de una desviación estandar. Únicamente el promedio anual de 1983 estuvo por encima de 3 desviaciones standard de la serie multianual.

De esta manera tenemos que los «Niños» definidos en Chicama se presentaron en 1925, 1929-1930, 1941, 1957, 1965, 1972, 1983, 1987 y 1992 (Cuadro N° 1, Fig. 4a, b).

Del mismo modo, los únicos años «Fríos» definidos ocurrieron en 1935, 1938 y 1950 (Fig. 5a) y los años que durante todos sus meses no alcanzaron una desviación standard en ningún orden y que se encuadran como años «normales» son los siguientes: 1939, 1946, 1947, 1952, 1959, 1961, 1963, 1966, 1977, 1979 y 1980.

En el Cuadro N° 3 se muestran los cambios de la TSM respecto al mes anterior, destacan los cambios bruscos ocurridos principalmente en 1925, cuando de Febrero a Marzo el aumento fue de 6°C pero enseguida al mes siguiente de Marzo a Abril la TSM descendió en -7.1°C, es decir, fue algo pasajero. Por otro lado, durante el evento de 1982-1983 el incremento de TSM no fue tan drástico, sino gradual desde Octubre de 1982 a Mayo de 1983, pero la caída de Junio a Julio en 1983 fue brusca en -6.2°C.

Esta modalidad de cambios de la TSM desde luego afectan a las especies marinas homo o estero térmicas por lo brusco y/o duradero del evento.

En la serie se presenta los eventos cálidos sin distinguir su procedencia. Con referencia a la invasión de la Contracorriente Ecuatorial en 1953 dice Berlage (1957) que se presentó con fecha muy atrasada y en poca intensidad, pero Schweiggwer refuta esta apreciación.

A veces al destacar la elevación de la TSM, dejamos de lado el fenómeno opuesto del enfriamiento. Afortunadamente no hace mucho en 1988 y 1989 (Fig. 3a) tuvimos 4 meses de persistencia fría por debajo de 1 DST en cada año. Al respecto en el gráfico de máximos y mínimos mensuales históricos se denota lo inestable de lo cálido y lo conservativo de lo opuesto (Fig. 2a, 5b). En cuanto al rango anual es decir la variación de la temperatura entre el Verano y el Invierno el valor máximo fue de 11.2°C en 1983 (Fig. 3b).

Todas estas elevaciones y depreciones de la temperatura del mar alternativas dan la impresión de que se tratara de oscilaciones periódicas. Estamos lejos de afirmar esto último siendo posible que sean originadas por algún fenómeno astronómico periódico, traducéndose en ondas alteradas por interferencias de otras de diferentes características, actualmente ya conocemos y estamos comprendiendo los efectos de la presencia de las ondas de largo período, como las ondas Kelvin, por ejemplo.

3.2. La Oscilación del Sur

El meteorólogo sueco Hildebrandsson (1897) y posteriormente Berlage & De Boer (1959) son los pioneros en el tratamiento del IOS. La Oscilación del Sur consiste en una estrecha relación entre el área de alta presión barométrica con el área de baja presión entre Tahití y Darwin respectivamente, esto es, si decrece la baja aumenta la otra y viceversa.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1925			3+	+	+	+	+	2+	2+	+	+	2+	+
1926	2+	+								+	+		
1927								+	+	+			
1928								+	+	+			
1929			+		+			+	+	+			+
1930				+	+		+	2+	3+	3+	+	+	+
1931	+								-		-		
1932		+			+								
1933									-	-	-	-	
1934	-								-	-	-	-	
1935	-	-	-	-				-	-	-		-	-
1936						-	-	-	-	-		-	
1937	-		-	-		-	-	-	-	-		-	-
1938		-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1939													
1940										+	+	+	
1941	2+	+	++	+	+					+	+		+
1942	+												
1943	+	+					+						
1944								+					
1945		+											
1946													
1947													
1948							+		+				
1949		+											
1950		-	-	-	-	-	-	-	-				-
1951			+		+	+		+	+	+			
1952													
1953			+	+				+	+				
1954						-	-	-	-	-			
1955								-	-	-	-		
1956	-												
1957		+		+	+	+	2+		+			+	+
1958	+	+											
1959													
1960										-			
1961													
1962			-	-									
1963													
1964					-	-	-	-					
1965				+	+	+	+	2+	+			+	+
1966													
1967												-	
1968		-		-	-	-							
1969				+	+	+							
1970				-	-		-	-				-	
1971	-	-	-										
1972			+	+		+	+	2+	+			++	+
1973	+				-	-	-		-	-	-		
1974		-							-	-	-	-	
1975	-								-	-	-	-	
1976	-	+				+	+	+	+			+	
1977													
1978									-	-			
1979													
1980													
1981		-											
1982										2+	4+	3+	
1983	3+	3+	2+	4+	4+	5+	2+	+	+	+			3+
1984			-										
1985		-		-	-	-							
1986				-									
1987		+	+	+									+
1988						-	-	-	-				
1989					-	-	-	-					
1990												+	
1991	+											+	
1992	+	+	2+	2+	+	2+	2+						

Cuadro 1 - Chicama: Número de desviaciones standard respecto a la media.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PRO	DV	S	MAX	MIN	RANG	PM/A
1925	18.3	20.8	26.8	19.7	19.7	19.1	19.0	18.7	17.7	17.5	17.5	21.1	19.7	24	26.8	17.5	9.3	19.7	2.6
1926	21.6	22.7	18.6	17.0	16.8	16.7	17.3	17.0	16.4	16.6	17.1	16.5	17.9	2.0	22.7	16.4	6.3	18.8	0.8
1927	17.5	19.9	19.8	18.2	18.0	17.9	17.7	17.4	17.2	16.7	17.3	18.1	18.0	0.9	19.9	16.7	3.2	18.5	1.0
1928	18.2	19.5	18.9	18.0	18.0	17.2	16.9	17.0	17.0	16.9	16.7	17.3	17.6	0.9	19.5	16.7	2.8	18.3	0.6
1929	18.2	20.8	22.6	18.4	20.4	18.3	17.6	17.7	16.9	16.9	17.3	17.7	18.6	1.7	22.6	16.9	5.7	18.3	1.5
1930	18.1	19.4	20.6	20.3	19.6	18.1	18.0	18.3	18.8	18.8	19.1	19.8	19.1	0.8	20.6	18.0	2.6	18.5	2.1
1931	20.6	20.8	19.4	17.5	16.1	16.0	16.3	15.8	14.9	14.9	14.6	14.7	16.8	2.2	20.8	14.6	6.2	18.2	-0.2
1932	17.7	21.8	18.6	19.3	19.5	18.3	16.2	15.7	15.0	15.0	15.3	15.4	17.3	2.1	21.8	15.0	6.8	18.1	0.3
1933	15.7	18.2	17.3	17.5	15.8	15.7	15.7	15.8	14.4	14.4	14.6	14.4	15.8	1.2	18.2	14.4	3.8	17.9	-1.2
1934	14.5	17.1	17.6	16.3	15.9	17.4	17.4	16.0	14.6	14.6	14.2	14.0	15.8	1.3	17.6	14.0	3.6	17.6	-1.2
1935	15.0	15.8	15.5	15.2	16.7	15.6	15.7	15.2	14.6	14.6	15.2	15.9	15.4	0.6	16.7	14.6	2.1	17.4	-1.6
1936	15.9	17.9	18.8	18.6	17.4	15.4	15.2	15.4	15.0	15.0	14.9	14.3	16.2	1.5	18.8	14.3	4.5	17.3	-0.9
1937	14.8	20.1	16.1	16.1	16.2	16.6	16.3	15.7	14.8	14.1	15.1	15.5	16.0	1.4	20.1	14.1	6.0	17.2	-1.1
1938	15.9	17.0	17.4	15.4	15.1	15.4	15.2	14.9	14.0	14.0	14.4	14.5	15.3	1.0	17.4	14.0	3.4	17.1	-1.8
1939	18.5	18.8	19.1	18.3	17.9	17.9	16.9	16.4	16.2	15.5	15.6	16.9	17.3	1.2	19.1	15.5	3.6	17.1	0.3
1940	18.6	19.3	19.6	18.3	18.4	18.2	17.4	16.5	16.1	16.8	17.8	20.1	18.1	1.2	20.1	16.1	4.0	17.2	1.1
1941	21.6	22.5	23.0	20.7	20.9	17.5	16.4	16.4	16.5	16.9	17.5	17.7	19.0	2.4	23.0	16.4	6.6	17.3	1.9
1942	20.3	19.6	17.7	17.2	17.0	16.8	15.7	15.7	15.5	15.4	15.1	15.1	16.8	1.7	20.3	15.1	5.2	17.2	-0.3
1943	20.8	22.8	19.6	17.4	17.4	18.5	18.0	17.1	15.8	15.4	15.2	16.0	17.8	2.2	22.8	15.2	7.6	17.3	0.8
1944	16.7	17.7	19.3	19.2	18.3	17.5	17.8	17.2	16.2	15.8	15.6	15.8	17.3	1.2	19.3	15.6	3.7	17.3	0.2
1945	16.6	21.2	17.9	16.8	16.4	16.8	17.9	16.5	16.0	15.4	15.2	15.6	16.9	1.5	21.2	15.2	6.0	17.3	-0.2
1946	16.4	18.3	17.6	17.4	16.7	16.3	16.0	16.0	16.0	15.5	15.8	17.4	16.6	0.8	18.3	15.5	2.8	17.2	-0.4
1947	19.1	18.7	18.0	17.3	16.9	16.3	16.1	15.8	15.4	15.3	15.1	15.5	16.6	1.3	19.1	15.1	4.0	17.2	-0.4
1948	17.7	20.8	19.8	19.6	18.9	18.5	18.0	17.1	16.7	16.2	16.0	16.1	18.0	1.5	20.8	16.0	4.8	17.2	0.9
1949	16.8	21.2	20.2	18.1	17.5	17.3	16.7	16.4	16.2	15.8	16.2	15.5	17.3	1.7	21.2	15.5	5.7	17.2	0.3
1950	15.7	16.0	16.7	15.7	15.4	15.8	15.4	15.2	14.9	14.9	14.9	14.9	15.5	0.5	16.7	14.9	1.8	17.2	-1.6
1951	16.6	17.6	21.0	17.9	19.6	20.3	19.0	17.8	16.7	16.8	16.6	16.8	18.1	1.5	21.0	16.6	4.4	17.2	1.0
1952	17.6	18.1	18.1	17.0	16.6	16.6	15.9	15.7	15.9	15.6	15.4	16.2	16.6	0.9	18.1	15.4	2.7	17.2	-0.5
1953	16.9	19.1	21.1	20.4	19.0	18.1	17.9	17.2	16.8	16.5	16.4	16.5	18.0	1.5	21.1	16.4	4.7	17.2	1.0
1954	17.1	18.0	17.4	17.0	16.2	15.0	15.2	15.2	15.3	14.4	14.8	15.2	15.9	1.1	18.0	14.4	3.6	17.2	-1.1
1955	16.6	18.2	17.7	17.1	16.2	15.8	15.8	15.4	15.0	14.4	14.4	14.8	16.0	1.2	18.2	14.4	3.8	17.1	-1.1
1956	15.0	18.4	18.0	17.4	17.6	16.8	16.7	16.0	15.6	15.1	14.8	14.9	16.4	1.2	18.4	14.8	3.6	17.1	-0.7
1957	15.6	21.7	20.2	20.4	21.3	20.2	19.2	17.6	16.8	16.5	16.4	19.6	18.8	2.0	21.7	15.6	6.1	17.1	1.8
1958	20.4	21.7	20.5	18.4	17.8	17.5	17.2	16.5	15.8	15.5	15.4	15.8	17.7	2.1	21.7	15.4	6.3	17.2	0.7
1959	16.4	20.1	19.7	18.8	18.0	16.9	16.1	16.0	15.6	15.2	15.6	16.6	17.1	1.6	20.1	15.2	4.9	17.2	0.1
1960	17.3	18.2	17.8	16.8	16.4	16.2	16.0	16.0	15.6	15.4	15.4	15.8	16.4	0.9	18.2	15.4	2.8	17.1	-0.6
1961	17.7	18.8	17.7	17.2	17.4	16.4	16.3	15.6	15.6	15.0	15.0	15.1	16.5	1.2	18.8	15.0	3.8	17.1	-0.5
1962	17.5	17.6	16.2	15.9	16.2	16.1	16.0	15.8	15.6	15.2	15.2	15.4	16.1	0.7	17.6	15.2	2.4	17.1	-1.0
1963	15.8	18.5	18.6	16.6	17.8	17.0	17.0	16.7	16.4	15.9	15.8	17.2	16.9	0.9	18.6	15.8	2.8	17.1	-0.1
1964	18.7	18.4	17.4	16.6	15.5	15.1	15.0	15.2	15.1	14.8	14.8	14.8	16.0	1.4	18.7	14.8	3.9	17.1	-1.1
1965	15.6	19.3	19.8	20.8	20.9	19.0	19.0	18.2	16.7	16.3	16.6	19.0	18.4	1.7	20.9	15.6	5.3	17.1	1.4
1966	19.3	19.4	18.0	16.5	16.2	16.1	16.0	16.2	15.8	15.6	15.6	15.7	16.7	1.3	19.4	15.6	3.8	17.1	-0.3
1967	15.7	17.4	18.4	16.8	16.3	16.7	16.5	15.8	15.3	14.8	14.7	15.1	16.1	1.1	18.4	14.7	3.7	17.1	-0.9
1968	16.3	17.0	17.0	15.7	15.4	15.4	15.7	16.5	16.3	15.8	16.3	16.7	16.2	0.5	17.0	15.4	1.6	17.0	-0.8
1969	18.0	18.5	19.2	20.7	20.4	19.7	16.9	16.3	16.1	16.0	16.2	17.3	17.9	1.7	20.7	16.0	4.7	17.1	0.9
1970	17.3	18.3	17.2	15.0	15.1	15.5	15.2	15.2	15.3	14.8	14.8	14.4	15.7	1.2	18.3	14.4	3.9	17.0	-1.3
1971	14.9	15.3	16.3	18.6	16.3	16.2	16.2	16.1	15.3	15.1	15.0	15.2	15.9	1.0	18.6	14.9	3.7	17.0	-1.1
1972	15.6	20.4	21.7	19.8	19.4	19.9	19.7	18.3	17.2	16.2	16.4	20.9	18.8	1.9	21.7	15.6	6.1	17.0	1.8
1973	21.2	20.9	17.6	16.3	15.5	15.3	15.3	15.1	15.0	14.5	14.5	15.1	16.4	2.2	21.2	14.5	6.7	17.0	-0.7
1974	15.8	16.2	17.2	17.6	17.8	17.6	17.0	15.5	14.9	14.5	14.4	14.3	16.1	1.3	17.8	14.3	3.5	17.0	-1.0
1975	14.6	17.1	18.4	18.5	16.7	15.7	15.4	15.3	14.6	14.2	14.1	14.4	15.8	1.5	18.5	14.1	4.4	17.0	-1.3
1976	14.6	21.0	18.4	18.2	19.0	19.3	19.0	17.9	16.7	16.5	16.4	19.0	18.0	1.6	21.0	14.6	6.4	17.0	1.0
1977	18.2	18.1	18.6	18.0	16.9	16.8	16.8	16.0	15.5	15.1	15.3	17.3	16.9	1.1	18.6	15.1	3.5	17.0	-0.1
1978	17.1	18.6	18.5	17.5	16.2	15.9	15.9	15.3	14.9	14.7	15.3	15.4	16.3	1.3	18.6	14.7	3.9	17.0	-0.7
1979	17.0	17.8	19.4	17.9	17.6	16.2	16.2	16.4	16.3	16.5	16.6	16.6	17.0	0.9	19.4	16.2	3.2	17.0	0.0
1980	18.2	18.8	18.6	18.2	17.0	16.5	16.2	15.9	15.6	15.7	15.9	15.9	16.9	1.2	18.8	15.6	3.2	17.0	-0.1
1981	16.0	16.6	17.3	16.6	16.5	16.4	15.9	15.6	15.7	16.2	15.5	15.7	16.2	0.5	17.3	15.5	1.8	17.0	-0.9
1982	16.9	17.6	17.5	17.4	17.4	17.3	17.3	16.1	15.9	18.0	20.8	23.0	17.9	1.9	23.0	15.9	7.1	17.0	0.9
1983	24.7	25.4	24.7	26.6	27.1	26.5	20.3	17.7	17.0	16.9	16.2	15.9	21.6	4.4	27.1	15.912	17.1	4.6	
1984	16.2	16.3	16.7	17.4	16.2	15.8	15.7	15.5	15.2	15.2	15.3	15.3	15.9	0.7	17.4	15.2	2.2	17.1	-1.1
1985	15.8	15.7	17.1	15.7	15.6	15.4	15.8	15.7	15.3	15.3	15.3	15.7	15.7	0.5	17.1	15.3	1.8	17.0	-1.3
1986	17.1	17.5	17.2	16.1	16.5	16.6	16.6	17.0	15.9	15.2	17.0	17.9	16.7	0.7	17.9	15.2	2.7	17.0	-0.3
1987	17.7	21.6	22.5	20.4	19.0	18.2	17.6	16.8	16.3	16.5	16.8	16.8	18.4	2.0	22.5	16.3	6.2	17.0	1.3
1988	17.3	17.6	17.1	16.7	15.9	15.3	15.0	15.1	15.0	15.1	15.1	15.1	15.9	1.0	17.6	15.0	2.6	17.0	-1.2
1989	15.3	17.9	18.0	17.3	15.3	15.2	15.4	15.1	15.1	15.2	15.3	15.6	15.9	1.1	18.0	15.1	2.9	17.0	-1.1
1990	15.5	18.0	19.2	17.6	17.4	17.0	16.2	15.2											
1991	19.5	19.9	20.2	17.9	16.6	17.7	17.2	16.9	16.6	15.8	16.7	20.0	17.9	1.5	20.2	15.8	4.4	17.0	0.9
1992	20.3																		

AÑO	E-D	F-E	M-F	A-M	M-A	J-M	J-J	A-J	S-A	O-S	N-O	D-N	MAX	MIN
1925		2.5	6.0	-7.1	0.0	-0.6	-0.1	-0.3	-1.0	-0.2	0.0	3.6	6.0	-7.1
1926	0.5	1.1	-4.1	-1.6	-0.2	-0.1	0.6	-0.3	-0.6	0.2	0.5	-0.6	1.1	-4.1
1927	1.0	2.4	-0.1	-1.6	-0.2	-0.1	-0.2	-0.3	-0.2	-0.5	0.6	0.8	2.4	-1.6
1928	0.1	1.3	-0.6	-0.9	0.0	-0.8	-0.3	0.1	0.0	-0.1	-0.2	0.6	1.3	-0.9
1929	0.9	2.6	1.8	-4.2	2.0	-2.1	-0.7	0.1	-0.8	0.0	0.4	0.4	2.6	-4.2
1930	0.4	1.3	1.2	-0.3	-0.7	-1.5	-0.1	0.3	0.5	0.0	0.3	0.7	1.3	-1.5
1931	0.8	0.2	-1.4	-1.9	-1.4	-0.1	0.3	-0.5	-0.9	0.0	-0.3	0.1	0.8	-1.9
1932	3.0	4.1	-3.2	0.7	0.2	-1.2	-2.1	-0.5	-0.7	0.0	0.3	0.1	4.1	-3.2
1933	0.3	2.5	-0.9	0.2	-1.7	-0.1	0.0	0.1	-1.4	0.0	0.2	-0.2	2.5	-1.7
1934	0.1	2.6	0.5	-1.3	-0.4	1.5	0.0	-1.4	-1.4	0.0	-0.4	-0.2	2.6	-1.4
1935	1.0	0.8	-0.3	-0.3	1.5	-1.1	0.1	-0.5	-0.6	0.0	0.6	0.7	1.5	-1.1
1936	0.0	2.0	0.9	-0.2	-1.2	-2.0	-0.2	0.2	-0.4	0.0	-0.1	-0.6	2.0	-2.0
1937	0.5	5.3	-4.0	0.0	0.1	0.4	-0.3	-0.6	-0.9	-0.7	1.0	0.4	5.3	-4.0
1938	0.4	1.1	0.4	-2.0	-0.3	0.3	-0.2	-0.3	-0.9	0.0	0.4	0.1	1.1	-2.0
1939	4.0	0.3	0.3	-0.8	-0.4	0.0	-1.0	-0.5	-0.2	-0.7	0.1	1.3	4.0	-1.0
1940	1.7	0.7	0.3	-1.3	0.1	-0.2	-0.8	-0.9	-0.4	0.7	1.0	2.3	1.7	-0.9
1941	1.5	0.9	0.5	-2.3	0.2	-3.4	-1.1	0.0	0.1	0.4	0.6	0.2	1.5	-3.4
1942	2.6	-0.7	-1.9	-0.5	-0.2	-0.2	-1.1	0.0	-0.2	-0.1	-0.3	0.0	2.6	-1.9
1943	5.7	2.0	-3.2	-2.2	0.0	1.1	-0.5	-0.9	-1.3	-0.4	-0.2	0.8	5.7	-3.2
1944	0.7	1.0	1.6	-0.1	-0.9	-0.8	0.3	-0.6	-1.0	-0.4	-0.2	0.2	1.6	-1.0
1945	0.8	4.6	-3.3	-1.1	-0.4	0.4	1.1	-1.4	-0.5	-0.6	-0.2	0.4	4.6	-3.3
1946	0.8	1.9	-0.7	-0.2	-0.7	-0.4	-0.3	0.0	0.0	-0.5	0.3	1.6	1.9	-0.7
1947	1.7	-0.4	-0.7	-0.7	-0.4	-0.6	-0.2	-0.3	-0.4	-0.1	-0.2	0.4	1.7	-0.7
1948	2.2	3.1	-1.0	-0.2	-0.7	-0.4	-0.5	-0.9	-0.4	-0.5	-0.2	0.1	3.1	-1.0
1949	0.7	4.4	-1.0	-2.1	-0.6	-0.2	-0.6	-0.3	-0.2	-0.4	0.4	-0.7	4.4	-2.1
1950	0.2	0.3	0.7	-1.0	-0.3	0.4	-0.4	-0.2	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.7	-1.0
1951	1.7	1.0	3.4	-3.1	1.7	0.7	-1.3	-1.2	-1.1	0.1	-0.2	0.2	3.4	-3.1
1952	0.8	0.5	0.0	-1.1	-0.4	0.0	-0.7	-0.2	0.2	-0.3	-0.2	0.8	0.8	-1.1
1953	0.7	2.2	2.0	-0.7	-1.4	-0.9	-0.2	-0.7	-0.4	-0.3	-0.1	0.1	2.2	-1.4
1954	0.6	0.9	-0.6	-0.4	-0.8	-1.2	0.2	0.0	0.1	-0.9	0.4	0.4	0.9	-1.2
1955	1.4	1.6	-0.5	-0.6	-0.9	-0.4	0.0	-0.4	-0.4	-0.6	0.0	0.4	1.6	-0.9
1956	0.2	3.4	-0.4	-0.6	0.2	-0.8	-0.1	-0.7	-0.4	-0.5	-0.3	0.1	3.4	-0.8
1957	0.7	6.1	-1.5	0.2	0.9	-1.1	-1.0	-1.6	-0.8	-0.3	-0.1	3.2	6.1	-1.6
1958	0.8	1.3	-1.2	-2.1	-0.6	-0.3	-0.3	-0.7	-0.7	-0.3	-0.1	0.4	1.3	-2.1
1959	0.6	3.7	-0.4	-0.9	-0.8	-1.1	-0.8	-0.1	-0.4	-0.4	0.4	1.0	3.7	-1.1
1960	0.7	0.9	-0.4	-1.0	-0.4	-0.2	-0.2	0.0	-0.4	-0.2	0.0	0.4	0.9	-1.0
1961	1.9	1.1	-1.1	-0.5	0.2	-1.0	-0.1	-0.7	0.0	-0.6	0.0	0.1	1.9	-1.1
1962	2.4	0.1	-1.4	-0.3	0.3	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.4	0.0	0.2	2.4	-1.4
1963	0.4	2.7	0.1	-2.0	1.2	-0.8	0.0	-0.3	-0.3	-0.5	-0.1	1.4	2.7	-2.0
1964	1.5	-0.3	-1.0	-0.8	-1.1	-0.4	-0.1	0.2	-0.1	-0.3	0.0	0.0	1.5	-1.1
1965	0.8	3.7	0.5	1.0	0.1	-1.9	0.0	-0.8	-1.5	-0.4	0.3	2.4	3.7	-1.9
1966	0.3	0.1	-1.4	-1.5	-0.3	-0.1	-0.1	0.2	-0.4	-0.2	0.0	0.1	0.3	-1.5
1967	0.0	1.7	1.0	-1.6	-0.5	0.4	-0.2	-0.7	-0.5	-0.5	-0.1	0.4	1.7	-1.6
1968	1.2	0.7	0.0	-1.3	-0.3	0.0	0.3	0.8	-0.2	-0.5	0.5	0.4	1.2	-1.3
1969	1.3	0.5	0.7	1.5	-0.3	-0.7	-2.8	-0.6	-0.2	-0.1	0.2	1.1	1.5	-2.8
1970	0.0	1.0	-1.1	-2.2	0.1	0.4	-0.3	0.0	0.1	-0.5	0.0	-0.4	1.0	-2.2
1971	0.5	0.4	1.0	2.3	-2.3	-0.1	0.0	-0.1	-0.8	-0.2	-0.1	0.2	2.3	-2.3
1972	0.4	4.8	1.3	-1.9	-0.4	0.5	-0.2	-1.4	-1.1	-1.0	0.2	4.5	4.8	-1.9
1973	0.3	-0.3	-3.3	-1.3	-0.8	-0.2	0.0	-0.2	-0.1	-0.5	0.0	0.6	0.6	-3.3
1974	0.7	0.4	1.0	0.4	0.2	-0.2	-0.6	-1.5	-0.6	-0.4	-0.1	-0.1	1.0	-1.5
1975	0.3	2.5	1.3	0.1	-1.8	-1.0	-0.3	-0.1	-0.7	-0.4	-0.1	0.3	2.5	-1.8
1976	0.2	6.4	-2.6	-0.2	0.8	0.3	-0.3	-1.1	-1.2	-0.2	-0.1	2.6	6.4	-2.6
1977	-0.8	-0.1	0.5	-0.6	-1.1	-0.1	0.0	-0.8	-0.5	-0.4	0.4	1.8	1.8	-1.1
1978	-0.2	1.5	-0.1	-1.0	-1.3	-0.3	0.0	-0.6	-0.4	-0.2	0.6	0.1	1.5	-1.3
1979	1.6	0.8	1.6	-1.5	-0.3	-1.4	0.0	0.2	-0.1	0.2	0.1	0.0	1.6	-1.5
1980	1.6	0.6	-0.2	-0.4	-1.2	-0.5	-0.3	-0.3	-0.3	0.1	0.2	0.0	1.6	-1.2
1981	0.1	0.6	0.7	-0.7	-0.1	-0.1	-0.5	-0.3	0.1	0.5	-0.7	0.2	0.7	-0.7
1982	1.2	0.7	-0.1	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-1.2	-0.2	2.1	2.8	2.2	2.8	-1.2
1983	1.7	0.7	-0.7	1.9	0.5	-0.6	-6.2	-2.6	-0.7	-0.1	-0.7	-0.3	1.9	-6.2
1984	0.3	0.1	0.4	0.7	-1.2	-0.4	-0.1	-0.2	-0.3	0.0	0.1	0.0	0.7	-1.2
1985	0.5	-0.1	1.4	-1.4	-0.1	-0.2	0.4	-0.1	-0.4	0.0	0.0	0.4	1.4	-1.4
1986	1.4	0.4	-0.3	-1.1	0.4	0.1	0.0	0.4	-1.1	-0.7	1.8	0.9	1.8	-1.1
1987	-0.2	3.9	0.9	-2.1	-1.4	-0.8	-0.6	-0.8	-0.5	0.2	0.3	0.0	3.9	-2.1
1988	0.5	0.3	-0.5	-0.4	-0.8	-0.6	-0.3	0.1	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.5	-0.8
1989	0.2	2.6	0.1	-0.7	-2.0	-0.1	0.2	-0.3	0.0	0.1	0.1	0.3	2.6	-2.0
1990	-0.1	2.5	1.2	-1.6	-0.2	-0.4	-0.8	-1.0				0.8	2.5	-1.6
1991	3.6	0.4	0.3	-2.3	-1.3	1.1	-0.5	-0.3	-0.3	-0.8	0.9	3.3	3.6	-2.3
1992	0.3	2.6	0.6	-1.7	-0.9	0.1	-1.7	-2.3					2.6	-2.3

Cuadro 3 - Chicama: Cambio de la temperatura (°C) respecto al mes anterior.

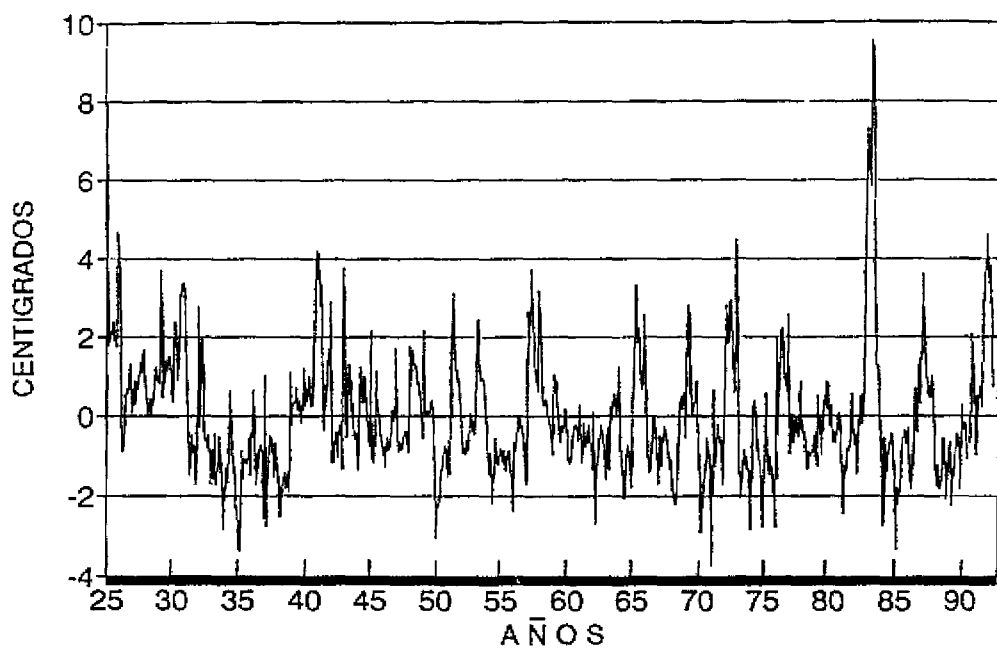


Fig 1a - Chicama. Temperatura mensual del mar, 1925-1992.

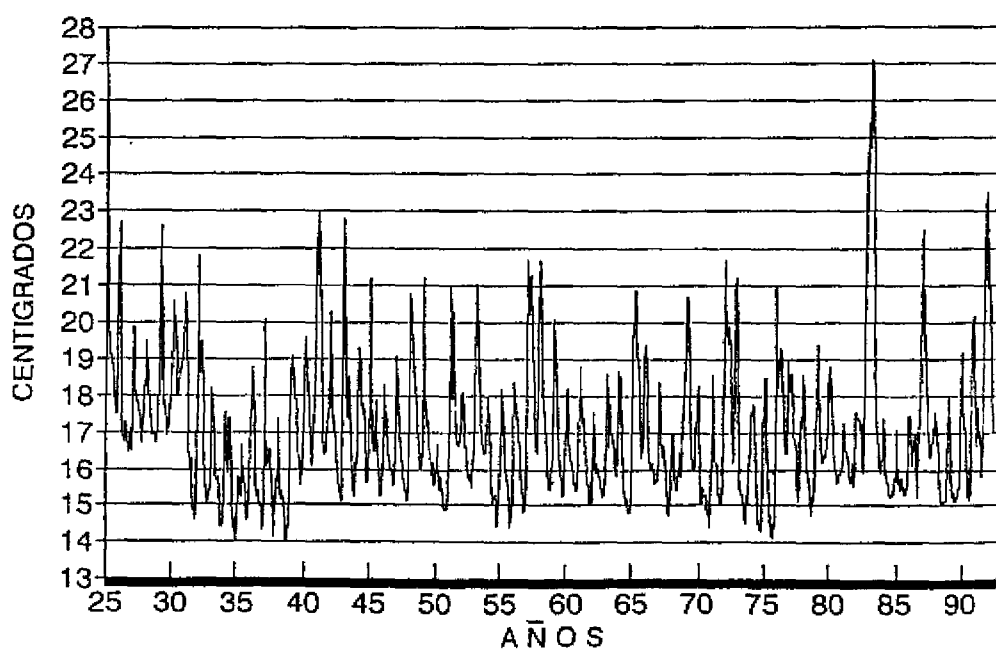


Fig 1b - Chicama. Anomalia de la TSM, 1925-1992

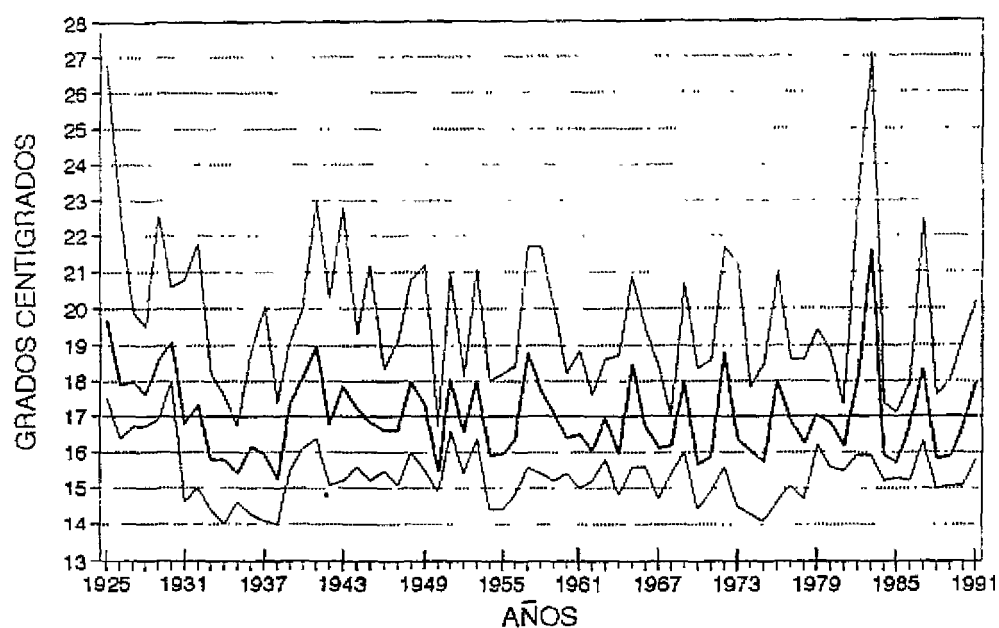


Fig. 2a - Puerto Chicama. Temperatura anual, 1925-1991: máxima, media, mínima.

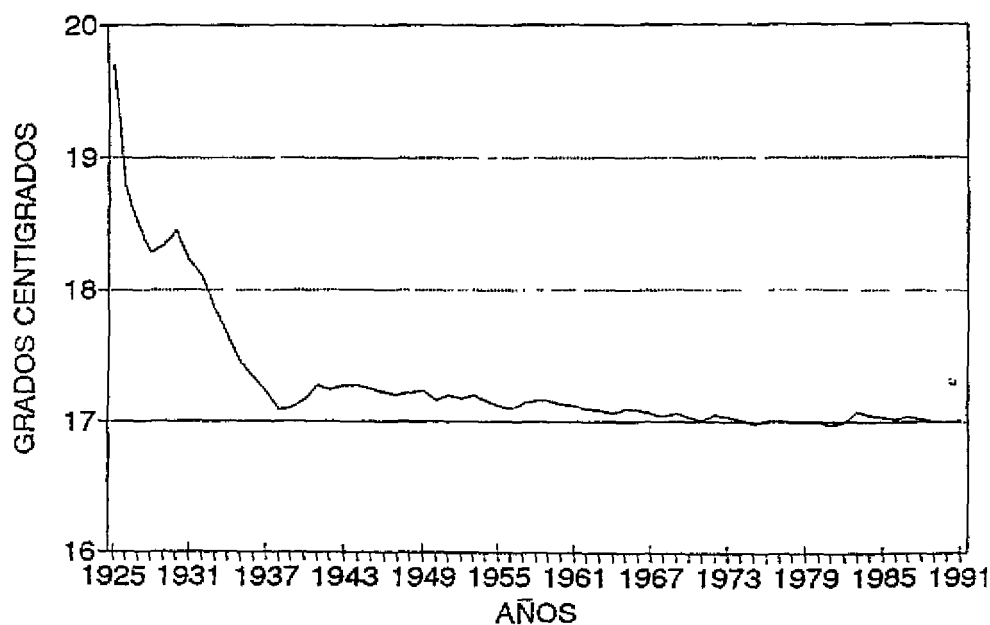


Fig. 2b - Media anual acumulada 1925-1991

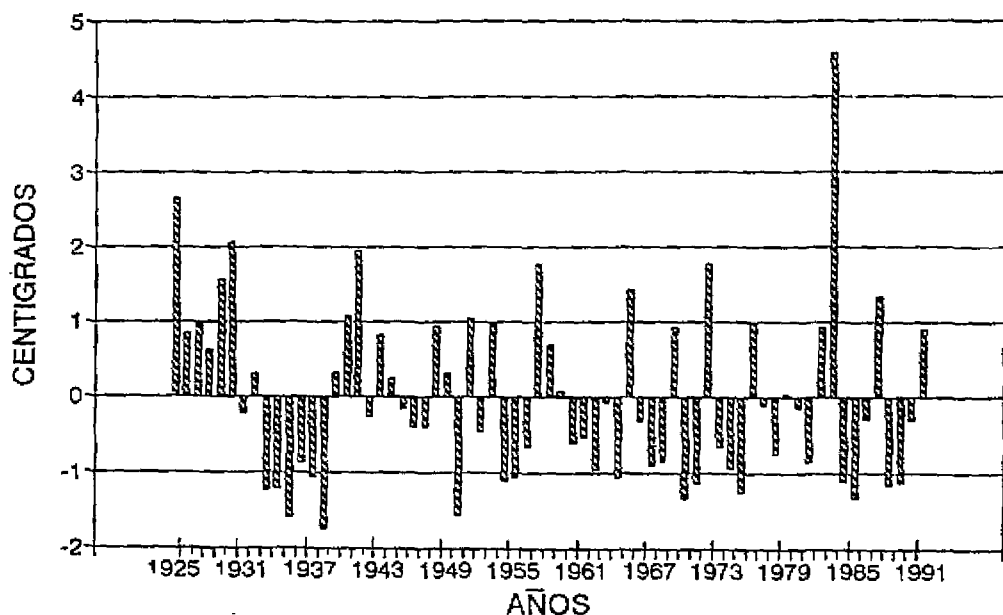


Fig. 3a - Puerto Chicama. Desviaciones anuales, 1925-1991.

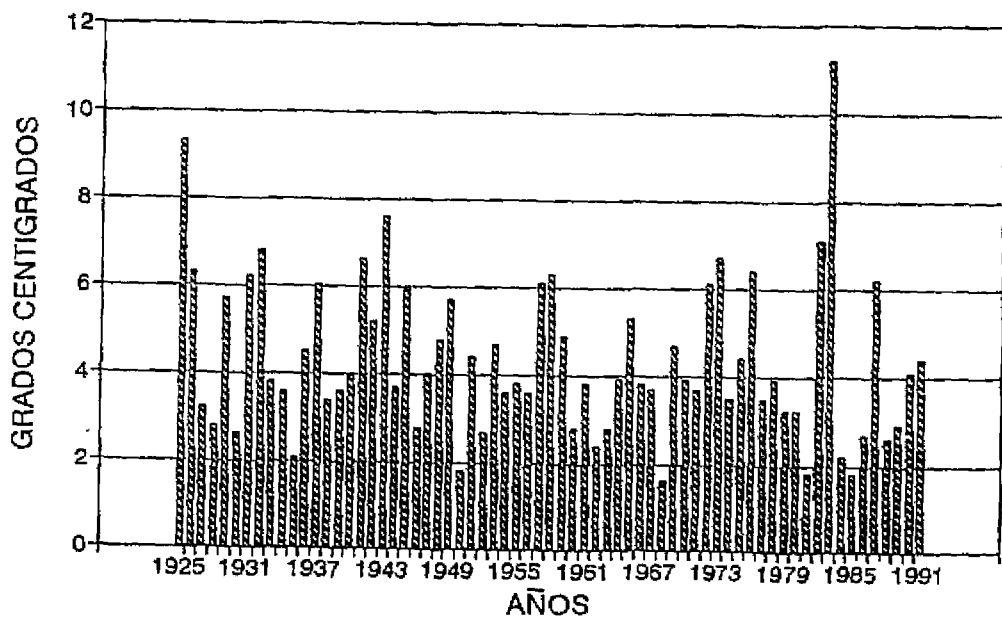


Fig. 3b - Puerto Chicama. TSM: Rango anual 1925-1991.

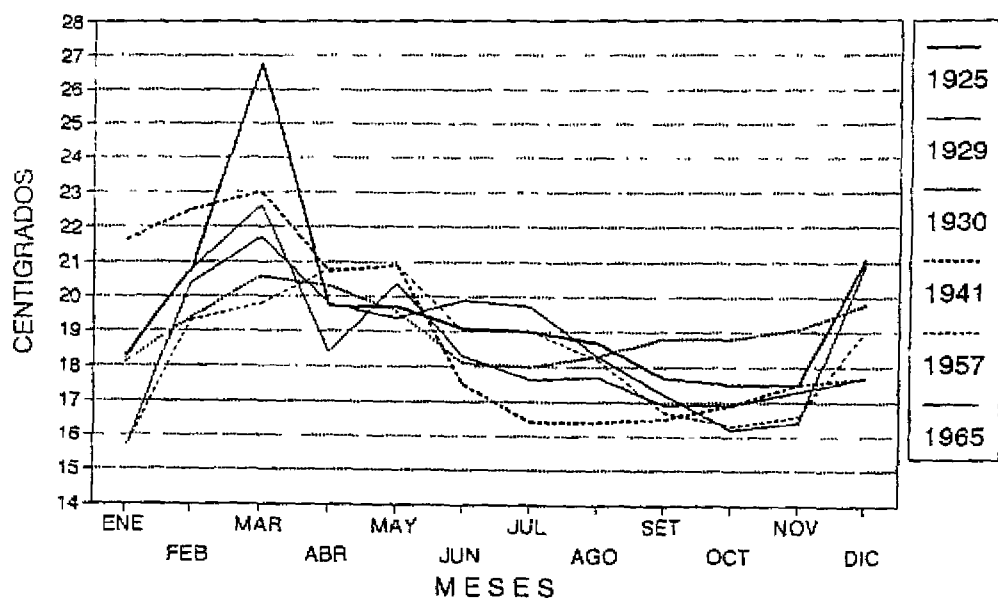


Fig. 4a - Chicama. Años "Niño": 1925, 1929, 1930, 1941, 1957, 1965.

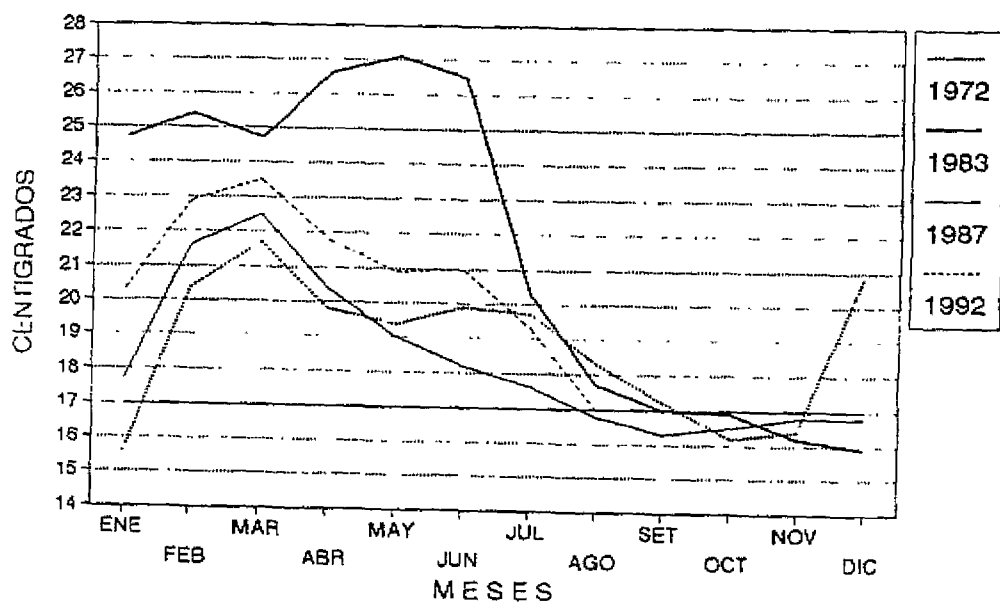


Fig. 4b - Chicama. Años "Niño": 1972, 1983, 1987, 1992.

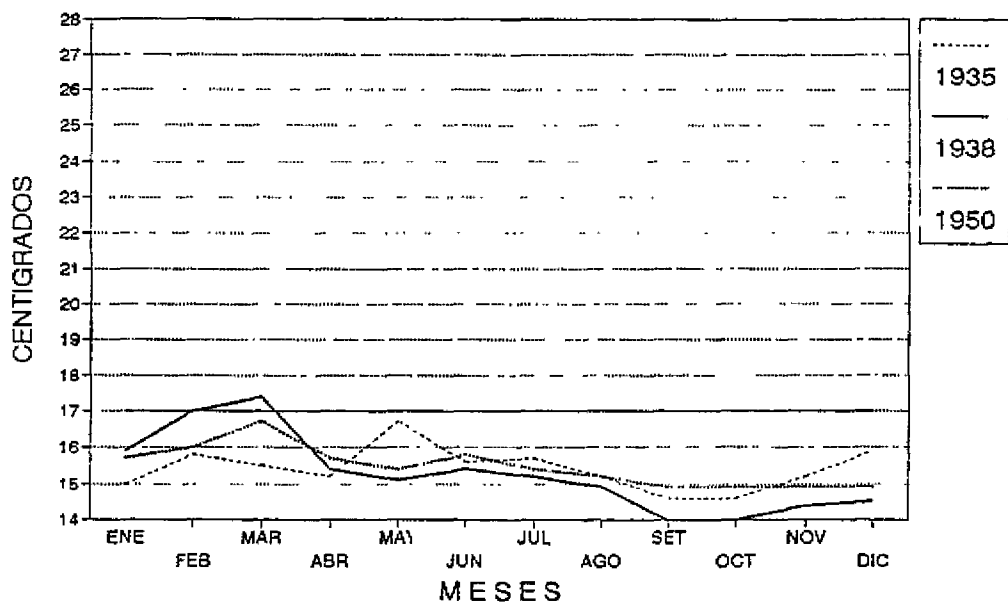


Fig. 5a - Chicama. Años "fríos": 1935, 1938, 1950.

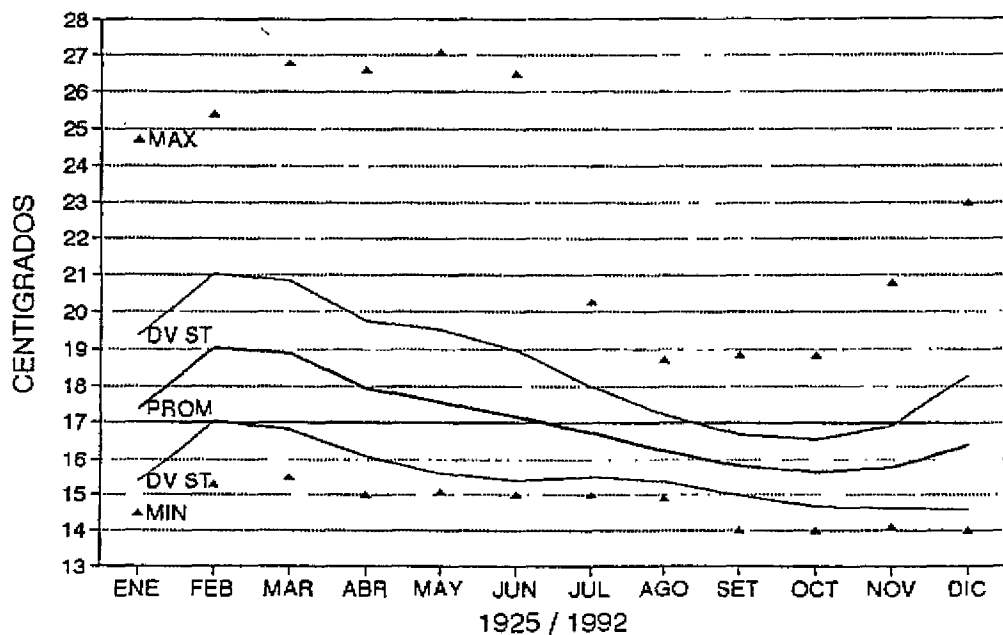
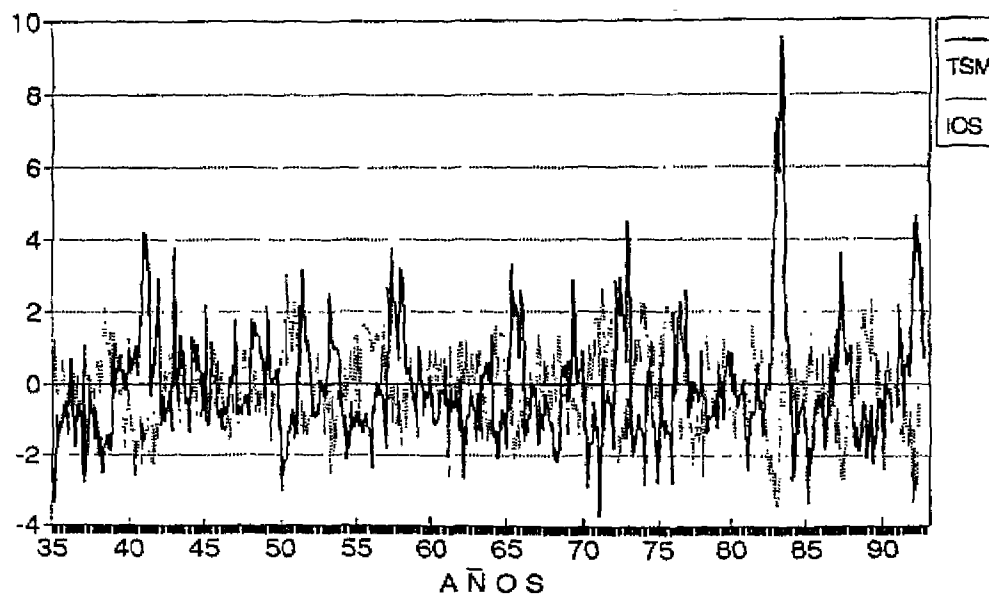
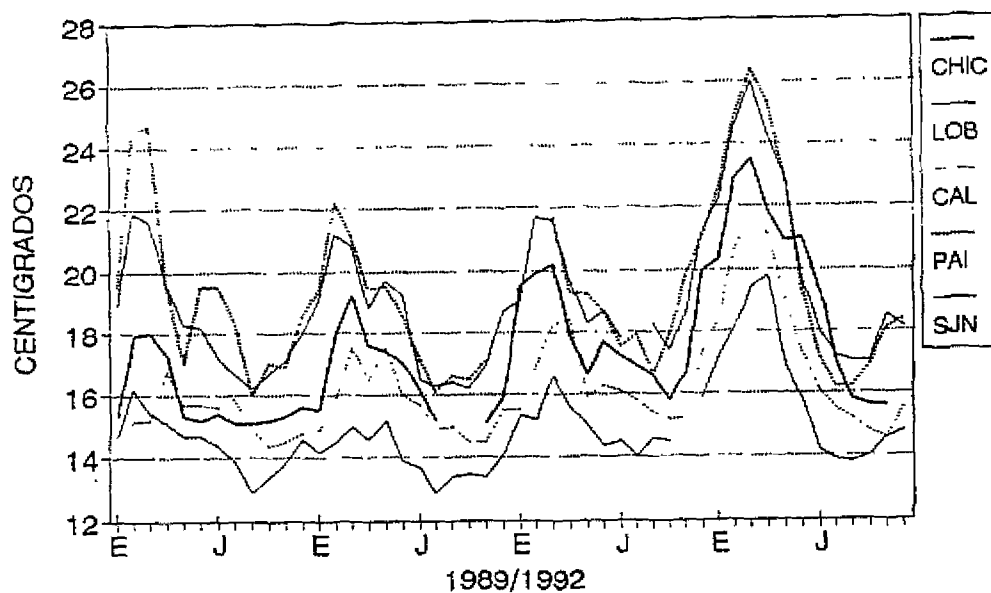


Fig. 5b - Puerto Chicama. Temperatura media, desviación estandar (DV ST), Máxima y mínima mensual (1925-1992).



Se ha establecido una conexión entre el IOS y «El Niño»; sin embargo esto no ocurre rígidamente (Fig. 6b), y se utiliza el IOS como un índice cuantitativo así como se utiliza la anomalía de TSM en Chicama. Debe admitirse que hay mucho por reflexionar y urge comprender el complicado comportamiento del Sistema de Corrientes del Perú.

En otro aspecto Schott (1933) demostró que en 1891 y 1925 el área de baja presión situada normalmente a la altura de Guayaquil se había desplazado probablemente 4 grados de latitud hacia el sur. Actualmente la tecnología de percepción remota monitorea y precisa mejor estos desplazamientos de los centros de presión.

Referencias citadas

- BERLAGE, H. P., 1957 - Fluctuations of the general atmospheric circulation of more than one year, their nature and prognosis value. *K. Ned. Meteorology Institute*, 69: 1-152.
- BERLAGE, H. P. & BOER, H. J., 1959 - On the extension of the Southern Oscillation. *Geofísica*, 44: 287-295.
- ENFIELD, D., 1991 - *Historical and Prehistorical overview of El Niño/Southern Oscillation*, 20p., Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory NOAA.
- HILDEBRANDSSON, H. H., 1897 - Quelques recherches sur les centres d'action de l'atmosphère. *K. Svent. Vetenskapsakad. Handl*, 29: 1-33.
- LAVALLE, J. A., 1924 - Investigaciones acerca de la emigración de las aves guaneras ocurridas en el presente año, 15p., Memoria Compañía Administradora del Guano.
- QUINN, W. H., NEAL, V. T. & ANTUNEZ DE MAYOLO, S.E., 1987 - El Niño occurrences over the past four and a half centuries. *Journal of Geophysical Research*, 92(C13): 14449-14461.
- RIEHL, H., 1983 - Predicción a largo plazo del caudal del Río Cauca, 14p., Informe Especial, Colombia: Universidad Del Valle.
- RODEWALD, M. 1958 - Die anomalie der wassertemperatur und der zirculation im Norpazifischen ozean und an der kuste. *Perus. Dtsch. Hydrol. Z.*, 11(2): 78-82.
- SCHOTT, G., 1933 - La Corriente del Perú. *Boletín de la Compañía Administradora del Guano*, 9(3-4): 65-122.
- SCHWEIGGER, E., 1954 - Las variaciones periódicas de la temperatura del mar y sus ciclos en el Norte del Litoral Peruano. *Boletín de la Compañía Administradora del Guano*, 1(2): 5-20.
- WYRTKI, K., 1965 - Corrientes Superficiales del Pacífico Oriental. *Inter American Tropical Tuna Commission*, 9 (5): 270-304.
- ZUTA, S. & GUILLÉN, O., 1970 - Oceanografía de las aguas costeras del Perú. *Boletín del Instituto del Mar del Perú*, 2(5): 157-324.