

RÉGIMEN DEL OLEAJE EN LA ZONA DE JARAMIJÓ Y SALINAS

Por:

Leonor Vera San Martín¹

ABSTRACT

Because of the use of height and periods time series, every four hours for approximately 6 years, a statistical analysis over behavior was done. A statistics analysis of the seasonal and monthly behavior of the waves in the towns of Jaramijó and Salinas. It was concluded that the heights of waves show seasonal differences. The biggest values were in the humid time (January to May).

A spectral analysis of the series was carried out, where the most significant picks of frequency are deduced and where the regime of waves is the same one in the two towns.

RESUMEN

Mediante el uso de series de tiempo de altura y periodo de Olas, medidas cada tres horas durante aproximadamente 6 años consecutivos, se realizó un análisis estadístico del comportamiento estacional y mensual de las ondas en las localidades de Jaramijó y Salinas, encontrándose que las alturas de olas muestran diferencias estacionales. Los mayores valores se encontraron en la época húmeda (enero a mayo).

Se realizó el análisis espectral de la serie, de donde se deducen los picos de frecuencia más significativos y se determina que el régimen de oleaje, es el mismo en las dos localidades.

INTRODUCCIÓN

Debido a la necesidad de conocer las características físicas de las olas de la costa ecuatoriana, desde aproximadamente 6 años INOCAR, estableció estaciones de medición de parámetros físicos, siendo la medición del régimen del oleaje de gran importancia para reconocer los procesos hidrodinámicos, morfológicos y energéticos producidos por la acción de las olas altas de olas.

Se establecieron sitios estratégicos de medición, ubicándose dos olígrafos, uno en Banco Copé, Salinas y el otro, frente a la población de Jaramijó por su cercanía a Manta, importante Puerto comercial de nuestro país. De las estaciones mencionadas, se han obtenido serie de datos de longitud variable, con máximo dos años de duración continua, los cuales han sido tratados con herramientas estadísticas que han permitido conocer mejor las características del oleaje la costa ecuatoriana.

Estudios anteriores, "Análisis de las olas en la costa central del Ecuador", Allauca y Cardín (1987, concluyen que las olas frente a nuestras costas son de mar de leva (swell), y que las olas provenientes del suroeste sufren más los efectos de la refracción, con coeficiente K_r igual a 0.3605.

ÁREA DE ESTUDIO

La población de Salinas, se encuentra ubicada en la

provincia del Guayas, a 2° de latitud Sur, destacándose por ser el principal balneario del Ecuador, donde convergen ciudadanos de diferentes lugares del país y por ser eje de importantes actividades comerciales. En la figura 1, se observa la ubicación del olígrafo.

Jaramijó, se encuentra en la Provincia de Manabí, a 15 minutos de la ciudad de Manta, uno de los principales puertos de intercambio industrial. En la figura 2, se muestra la ubicación del segundo olígrafo.

MÉTODOS DE RECOPIACION Y ALMACENAMIENTO DE DATOS

Para la medición de las olas, se utilizaron 2 olígrafos autocontenidos SBE26, los cuales fueron programados para medir altura y periodo de olas cada 3 horas, durante 5 minutos. La serie de datos cuenta con ocho mediciones diarias. Estos equipos fueron instalados en el veril de los 20m, en Manta y en el veril de los 11 m en Salinas.

Los valores de altura y periodo de olas obtenidos del equipo corresponden a la altura significativa y periodo medio, es decir del conjunto de mediciones obtenidas en los cinco minutos de medición, el equipo automáticamente deduce el promedio del 1/3 de las olas más altas (H_s), con el periodo respectivo, arrojando como resultado un solo valor cada 3 horas.

A partir de los datos, se obtiene una curva que

¹ Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. Avda. 25 de julio Base Naval Sur, casilla 5940 Guayaquil - Ecuador. Fax (5934)485166. E-Mail: olas@inocar.mil.ec

corresponde a la media de todos los años de la serie y se la compara con los valores obtenidos en 1997 y 1998. Se realiza el análisis estadístico, mediante histogramas de frecuencia y un análisis estacional del comportamiento de los valores

Se aplica a las series de tiempo análisis espectral, con el objetivo de conocer las oscilaciones de las ondas en las costas de nuestro país, con la limitante de tener únicamente dos años continuos de mediciones (1995-1996), por lo que no se ha podido utilizar la serie completa, y se ha elegido, tanto para Jaramijó como para Salinas, los años 1995 y 1996.

Finalmente se extrapola la serie, mediante el método gráfico de Drapper, para obtener el periodo de retorno de la ola de 5, 10 y 50 años.

RESULTADOS OBTENIDOS

La serie de datos de Jaramijó es más completa que la de Salinas, debido a interrupciones de tipo logístico.

Jaramijó

Lo primero que se hizo fue analizar visualmente las curvas correspondiente al promedio de alturas de los 6 años de mediciones y la correspondiente a los meses durante el Niño 97/98, notándose que las alturas durante los últimos meses de 1997 y los primeros de 1998, se mantuvieron por encima del nivel promedio.

Un gráfico correspondiente a la serie de periodos, muestra un comportamiento variable, pues se observan valores, tanto por debajo como por encima de la media, figura 4

En el análisis gráfico de los promedios mensuales, se detecta, que las alturas y periodos se comportan de acuerdo a la época del año. En la figura 5, se evidencia que los meses de enero a abril son los de mayor altura promedio (temporada de lluvias). La figura 6, corresponde a los periodos los cuales muestran la misma tendencia. En general los valores de periodos y alturas, son mayores durante los primeros y últimos meses del año. En la tabla 1, se indican los valores mensuales de los parámetros mencionados.

En las figuras mostradas, es notoria la presencia de un pico de altura y periodo en febrero del 98, el mismo que correspondería olas provocadas por tormentas provenientes del Pacífico Norte. Esta dirección de oleaje, no es típica de nuestra región, pues las olas generalmente provienen del suroeste, durante todo el año, siendo la excepción los oleajes durante eventos con el Niño, pues se han observado trenes de ondas desde direcciones distintas a las normales.

Salinas

La serie de datos de Salinas está entre los años 1992 hasta febrero de 1998, sin embargo los datos no son continuos, existen algunos vacios en la serie. En la figura 7 se encuentra la media de todos los datos y las

alturas de olas para los años 1997/1998. Para estos años existen solamente 4 meses de medición, sin embargo, en general, se observa que los valores de altura son superiores a la media. En la figura 8, se encuentra el gráfico de los periodos.

La figura 9, corresponde a los promedios mensuales de altura, cuyo comportamiento muestra cierta tendencia estacional con alturas mayores en los primeros y últimos meses del año, la diferencia de alturas no es tan marcada como en la serie de Jaramijó. En los datos registrados en 1997 y 1998 (pocos meses), se deduce que las alturas promedio mensuales, se mantuvieron por encima o igual a la media, existiendo un valor de alturas superior a 1.4 m, en febrero de 1998, coincidiendo este extremo con lo observado para Jaramijó. En cuanto al comportamiento de los periodos, figura 10, al contrario de lo que ocurre con las alturas, los promedios mensuales, durante los meses de medición de El Niño 97-98, tienden a estar por debajo de la media. Sin embargo la carencia de mayores datos impide un análisis más detallado. En la tabla 2 se encuentran los promedios mensuales de toda la serie de Salinas y los valores para 1997 y 1998.

ESTADÍSTICA DEL OLEAJE

Jaramijó

Los valores máximos de altura de la serie ocurrieron, en 1997, en febrero con una altura de 1.32 m y en 1998, también en febrero con 1.54 m., superando ampliamente la media de 0.50 m.

El periodo máximo registrado fue de 23 s; en 1997, estos valores se presentaron en los meses de febrero, septiembre y especialmente en el mes de octubre y en 1998, en enero, febrero y marzo.

El histograma de frecuencias de alturas, para 1997 y 1998, figuras 11 y 12, muestran que las alturas están distribuidas en su mayoría en olas menores a 0.7 m y corresponden a una distribución normal

Los histogramas de periodo de olas, están distribuidos entre 12 y 16 s, tanto para 1997 como para 1998. Figuras 13 y 14.

Salinas

La máxima altura de ola encontrada en Salinas en 1997, 2.58 m., ocurrió en noviembre, pero considerando que no se tiene más que tres meses de registro para ese año, no se lo puede considerar el máximo anual; en 1998, ocurre lo mismo, el valor máximo de 3.114 m fue en febrero. Este último valor, es importante, porque coincide con el máximo encontrado en Jaramijó. Los histogramas de frecuencia de altura, se los realizó en considerando en conjunto toda la serie del 97-98, se observa que las alturas de olas están concentradas entre las alturas 0.50 y 1.50 m, figura 15.

OLAS EXTREMAS

Jaramijó

A partir de la serie de datos, se realizó un gráfico probabilístico que permite conocer período de retorno de olas extremas. En la figura 17, los puntos representan los valores medidos por el equipo y la línea recta corresponde a la tendencia de esos valores, lo que nos permite determinar la ola máxima esperada en cierta cantidad de tiempo.

Del gráfico mencionado, se deduce la ecuación correspondiente a la línea de tendencia, con la cual se obtiene los valores que se presentan en la tabla 3. Se observa que de acuerdo a la recta resultante, la probabilidad de tener una altura mayor a 2.5 m es inexistente.

Salinas

En la figura 18, se ha graficado, Drapper, para la serie de Salinas, de donde se deduce que la probabilidad de obtener una ola de 4 m, está en el orden de 1×10^{-4} . Al obtener la línea de tendencia y la ecuación, obtenemos la probabilidades para varios años. En la tabla 4 se encuentran las alturas máximas esperadas para 1, 5, 10 y 50 años

ANÁLISIS ESPECTRAL

Para realizar el análisis espectral de las series de tiempo, se consideraron para Salinas y Jaramijó, los años de 1995 y 1996, por tener las series completas. Cada serie contiene 5840 datos medidos cada tres horas. La frecuencia Nyquist fue de 0.167 mediciones por hora. Los espectros de energía fueron realizados, usando rutinas de Matlab. Se aplicó a los datos la ventana de Hanning.

Se realizaron algunos ensayos con la finalidad de obtener el mejor espectro, es decir, aquel que defina claramente las picos de frecuencias importantes en el comportamiento del oleaje. Se obtuvieron las mejores resoluciones con una transformada de Fourier de 2920 datos, y los picos espectrales significativos se los encuentra pueden observar en las figuras 19 y 20, correspondiente a Manta y Salinas.

En la tabla 5, se encuentran los principales picos de frecuencia encontrados para Jaramijó y Salinas. La similitud del comportamiento del espectro para ambas series es evidente, lo que indica que se trata del mismo tipo de ondas. La diferencia de alturas está relacionada con la batimetría de cada zona y en ondas de períodos menores al intervalo de muestreo, por vientos locales. Es interesante observar que el análisis espectral nos permite visualizar claramente la semejanza entre los eventos, lo que con análisis estadístico, no resulta tan claro

Es evidente que la marea ejerce un rol importante en la distribución de alturas, pues los picos de 14 y 28 días están presentes en ambas estaciones. El gráfico de coherencia cuadrada nos indica que existen las frecuencias realmente considerables son las 4.5×10^{-4} , 9×10^{-4} , 1.3×10^{-3} , 1.7×10^{-3} , 2.5×10^{-3} ciclos/hora, correspondientes a 93, 46, 35, 24 y 17 días

CONCLUSIONES

El análisis de los datos demuestran, que durante un evento El Niño, las alturas de olas, sufren incrementos, durante todo el período de ocurrencia del mismo, podemos observar, especialmente en las olas de Jaramijó un comportamiento anómalo, con respecto a la media.

Investigaciones anteriores indican, que el régimen del oleaje en nuestras costas, está regido por la época del año, en clara relación al sistema climático imperante, los gráficos de las medias anuales, tanto para Salinas como para Jaramijó, muestran dicha tendencia.

Las alturas de olas en las costas, están relacionadas con las tormentas tropicales en el Pacífico Oriental, es por esta razón que durante un evento el Niño, las alturas se incrementan por la presencia de condiciones del clima no usuales, pues el régimen de vientos, que el régimen del viento es el agente formador de las olas, la presencia de vientos de diferentes características, crearán olas distintas.

Por tratarse del mismo sistema de olas lo variable en las estaciones de Jaramijó y Salinas es la energía con que las mismas llegan hasta las costas, siendo en Salinas de mayor energía, considerando también que el lugar de instalación del equipo es en un bajo por lo que los efectos de fondo actúan provocando acumulación de ortogonales y por los tanto mayor densidad de energía.

Por el análisis espectral realizado es posible deducir la fuerte influencia del ciclo lunar en las alturas de olas, lo que corrobora el hecho de que en los agujes o períodos de sicigia las alturas de olas generalmente se incrementan.

BIBLIOGRAFÍA

- OMM, 1988.- Guía para el análisis y Pronóstico de las olas.
- Sorensen, Robert M., 1978.- Basic Coastal Engineering
- Allauca S. y Cardín V., 1987. Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR, Vol. 4, pp. 1-33
- Jenkins G., 1968.- Spectral Analysis and its applications

Tabla 1.- Promedios mensuales de altura y período de olas en Jaramijó

	Altura promedio (m)	Altura 1997 (m)	Altura 1998 (m)	Período Promedio (s)	Período 1997 (s)	Período 1998 (s)
Enero	0.42		0.54	15		14
Febrero	0.50	0.51	0.74	16	16	16
Marzo	0.43	0.39	0.54	14	13	14
Abril	0.34	0.30	0.41	14	12	13
Mayo	0.25	0.25	0.33	13	12	12
Junio	0.19	0.23	0.21	12	12	11
Julio	0.17		0.18	12		12
Agosto	0.16		0.18	12		13
Setiembre	0.22	0.27		13	12	
Octubre	0.30	0.36		14	14	
Noviembre	0.29			14		
Diciembre	0.37	0.41		15	15	

Tabla 2.- Promedio mensual de alturas y períodos de olas en Salinas

	Promedio Altura (m)	Altura 1997 (m)	Altura 1998 (m)	Período Promedio (m)	Período 1997 (m)	Período 1998 (m)
Enero	0.88		0.96	15		14
Febrero	1.05		1.49	15		15
Marzo	0.84			15		
Abril	0.93			15		
Mayo	0.88			15		
Junio	0.77			14		
Julio	0.83			15		
Agosto	0.67			15		
Septiembre	0.76			15		
Octubre	0.88	0.86		15	14	
Noviembre	0.95	1.16		14	14	
Diciembre	0.98	0.97		15	14	

Tabla 3.- Altura de ola máxima esperada en Jaramijó

	Hs esperada (m)
1 año	1.22
5 años	1.43
10 años	1.53
50 años	1.75

Tabla 4.- Altura de ola máxima esperada en Salinas

	Hs esperada (m)
1 año	3.38
5 años	4.032
10 años	4.31
50 años	4.95

Tabla 5.- Picos espectrales de frecuencia

Picos de frecuencia	Jaramijó	Salinas
1	76 días	76 días
2	46 días	46 días
3	28 días	28 días
4	20 días	20 días
5	14 días	14 días

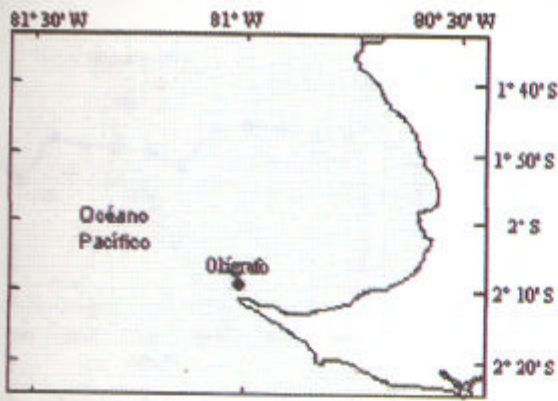


Fig. 1.- Ubicación del olígrafo en Salinas

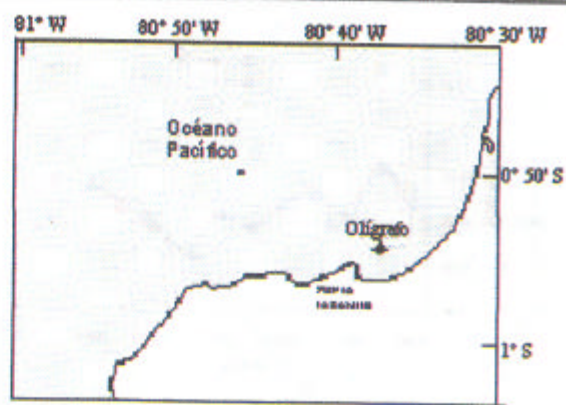


Fig. 2.- Ubicación de olígrafo en Jaramijó

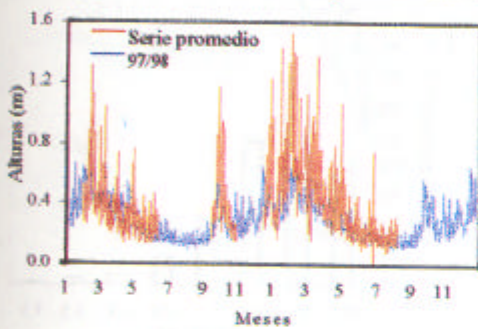


Fig. 3.- Serie de datos de alturas en Jaramijó

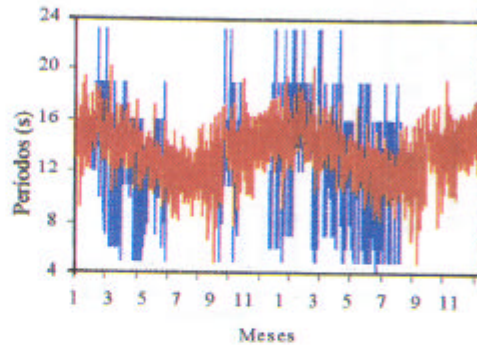


Fig. 4.- Serie de período de olas en Jaramijó

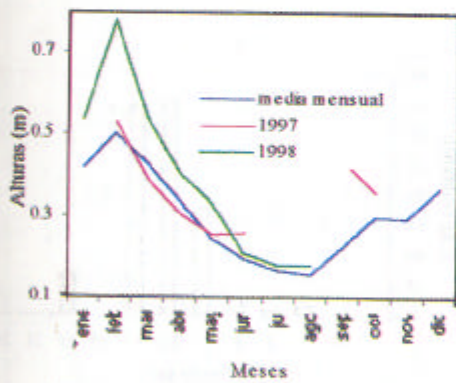


Fig. 5.- Promedio mensual de alturas en Jaramijó

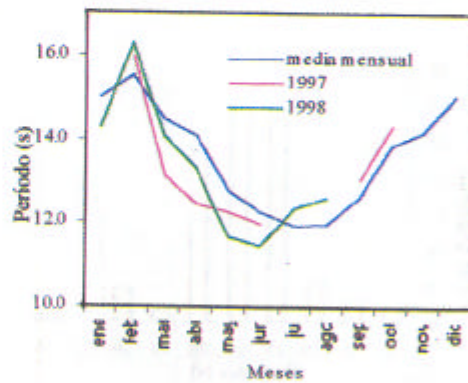


Fig. 6.- Promedio mensual de períodos en Jaramijó

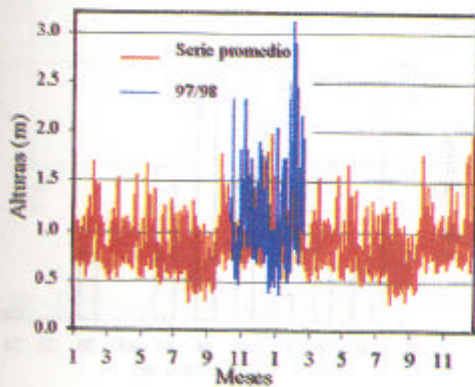


Fig 7.- Altura de olas en Salinas

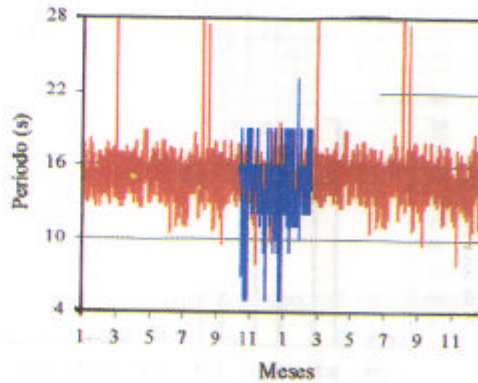


Fig. 8.- Período de olas en Salinas

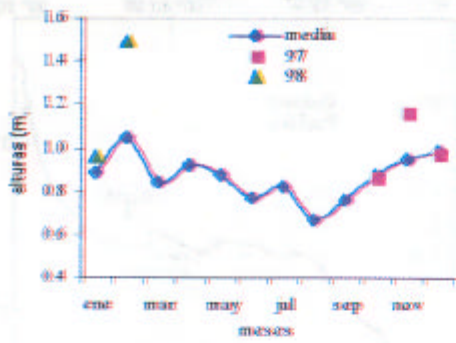


Fig. 9.- Promedio mensual de alturas en Salinas

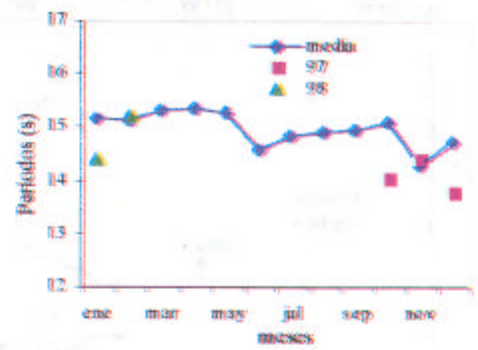


Fig. 10.- Promedio mensual de periodos en Salinas

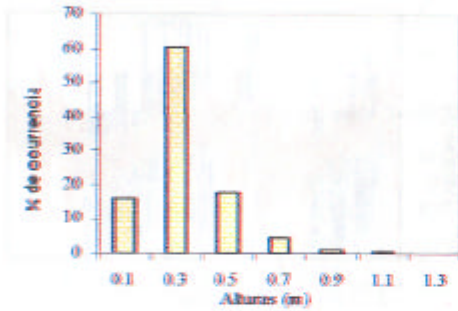


Fig. 11.- Frecuencia de alturas en Jaramijó (1997)

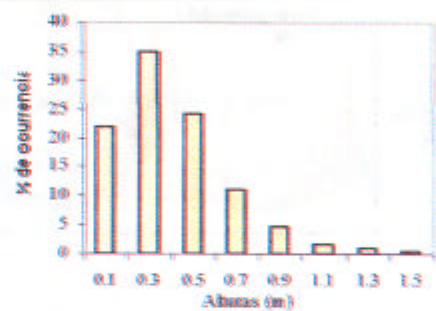


Fig. 12.- Frecuencia de alturas en Jaramijó (1998)

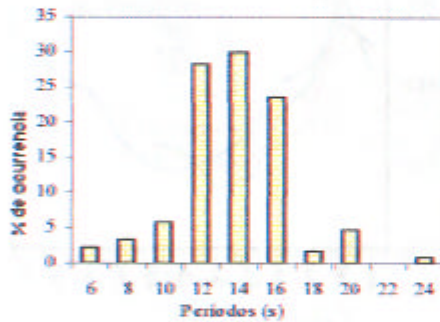


Fig. 13.- Frecuencia de de periodos en Jaramijó 1997

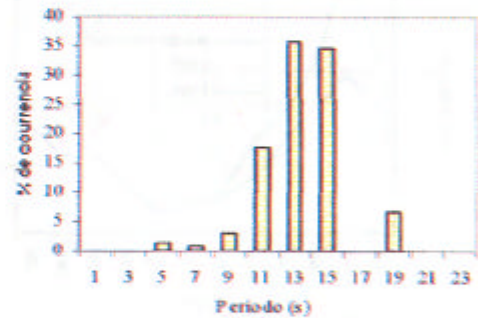


Figura 14.- Frecuencia de periodos en Jaramijó (1998)

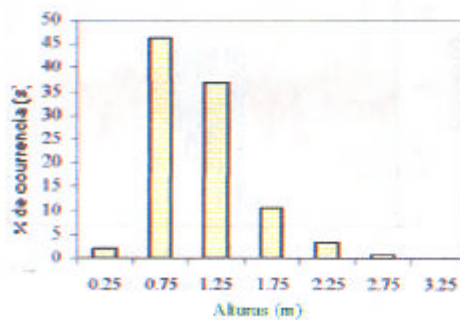


Fig. 15.- Distribución de alturas en Salinas 1997/1998

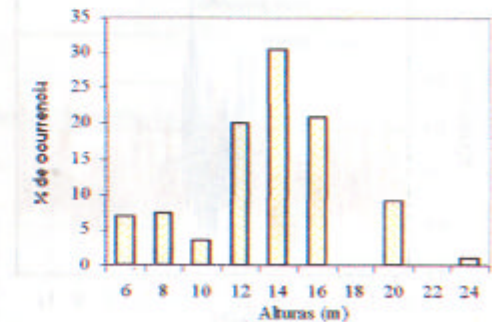


Fig. 16.- Distribución de Periodos en Salinas 1997/1998

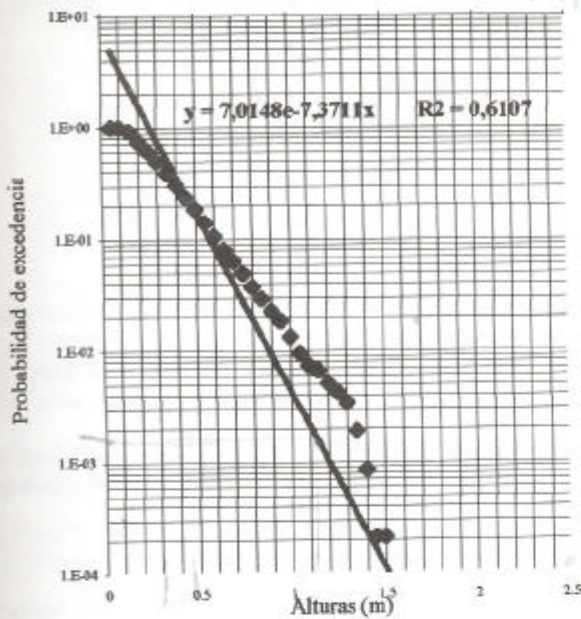


Figura 17.- Olas extremas en Jaramijó

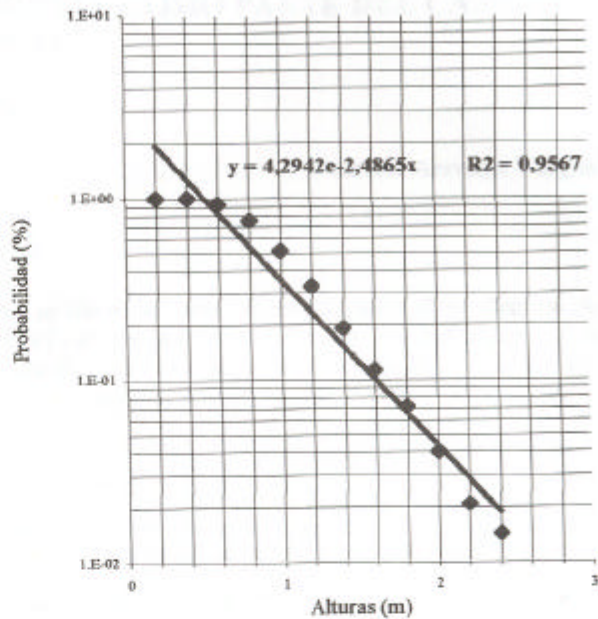


Fig 18.- Olas extremas en Salinas

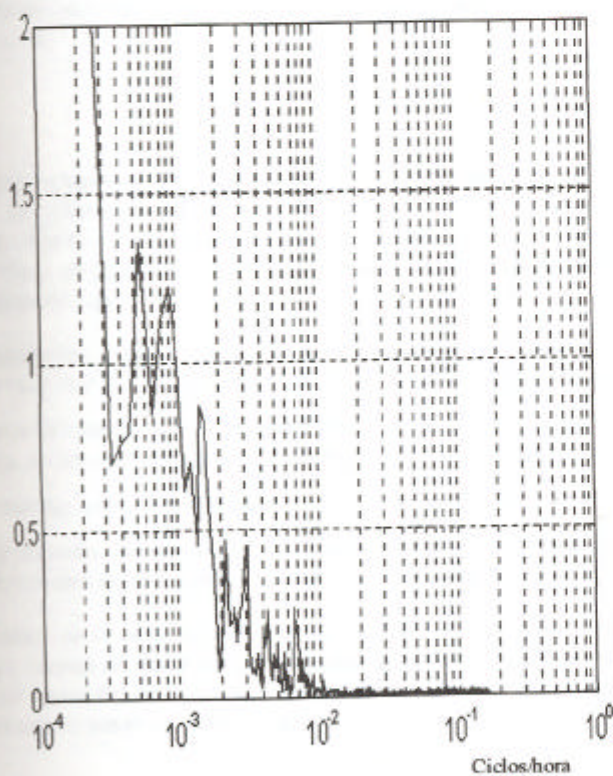


Fig. 19.- Densidad espectral de la serie de Jaramijó (95/96)

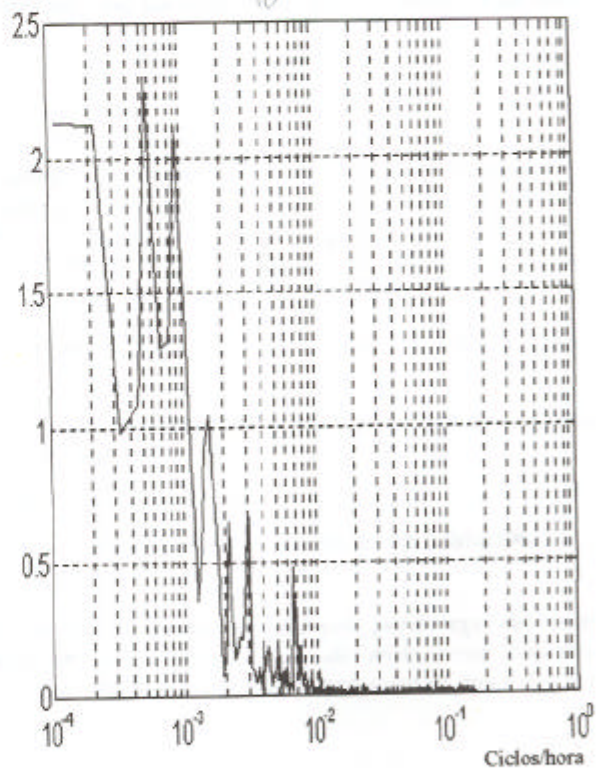


Fig. 20.- Densidad espectral en Salinas (95/96)