



## **PLANO DE LAS OLAS DEL GOLFO DE PANAMÁ**

**Manuel A. Grimaldo O.**

Departamento de Biología Marina y Limnología. Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Universidad de Panamá.

### **RESUMEN**

El plano de las olas permite reconocer sobre las costas, franjas de riesgos o de peligros erosivos en los litorales. El período promediado entre las olas, registrado en diferentes litorales, comprendidos dentro de la Bahía de Panamá fue de 18 s con una longitud de onda estimada de 500 m en agua profunda, la cual fue determinada con una dirección de propagación hacia la Bahía de Panamá aproximada de 205° SSO. El plano de las olas, muestra inicialmente difracción de ondas en todo el Sector Oeste desde Punta Mala hasta Punta Lisa (Región de Azuero), divergencias en Bahía de Parita y Panamá (zona de energía reducida) y convergencia (concentración) de las líneas de fuerza sobre todo en la región comprendida entre Playa San Carlos y Punta Chame, en donde se observa claramente sobre la carta una discontinuidad “erosiva” del contorno litoral que data de un tiempo atrás. Por otro lado, hacia el Sector Este, detrás del Archipiélago de las Perlas (Isla del Rey), energía reducida. Convergencia de las ortogonales en Punta Cocos (Isla del Rey) e Isla Galera. Arribo directo de las crestas de olas en toda la región comprendida desde Cerro Sapo hasta Bahía Piña.

### **PALABRAS CLAVES**

Olas, Energía hidráulica, Ortogonales, Longitud de Onda, Período de la Ola, Convergencia, Divergencia. Refracción, Difracción, Erosión.

### **ABSTRACT**

The plane waves allow recognizing on the coasts, strips of risks or erosion hazard on the coastlines. The average period between waves recorded on different shores and extended within the Bahía de Panama, was of 18 s, with a wave length estimated of 500 m in deep waters and which was determined by the propagation direction

towards the Bahía de Panamá of approximately 205 SSW. The diagrams of waves show initially diffraction of the waves on the entire western sector, from Punta Mala to Punta Lisa (Azuero Region); and the divergences in Bahía Parita y Panamá (zones of reduced energy) and convergence (concentration) from the lines of force, specially in the region, including Playa San Carlos and Punta Chame, where it has been clearly showed discontinuous “erosion” of the shores formation occurred from the past. Otherwise, to the Eastern Sector behind Archipiélago de las Perlas (Isla del Rey), shows reduced energy of the waves. Convergency of the orthogonals on Punta Cocos (Isla del Rey) and Galeta Island. The crests of the waves flow directly on the entire region extending from Cerro Sapo to Bahía Piña.

### **KEYWORDS**

Waves, hydraulic energy, orthogonals, wave length, wave period, convergency, divergency, refraction, diffraction, erosion.

### **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, no existen en nuestro país, trabajos que involucren el estudio de la propagación de las olas hacia los litorales y sus posibles efectos sobre estos. Existen diversos agentes causales del transporte, erosión y sedimentación de las partículas en estas zonas (Blanc, 1971). Uno de ellos es, la manera como se reparte la energía hidráulica marina contenida en las olas. Estos movimientos ondulatorios que afectan la superficie del mar se caracterizan por poseer una celeridad, altura, longitud de onda y un período relativamente breve (Pinet, 2003). Algunas de sus características se modifican a medida que se propagan hacia éste; como se observa en la Playa de Panamá Viejo y en zonas próximas al Corredor Sur entre otras regiones.

La distribución de la energía hidráulica marina contenida en estos movimientos que se generan a grandes distancias de las costas y por efectos eólicos (Munk, 1951) puede ser monitoreada desde sus inicios en aguas marinas profundas hasta su arribo a los litorales mediante la elaboración de un diseño gráfico que contempla los cambios en las direcciones de las crestas de las olas y en la distribución de las líneas de fuerza que ellas contienen (Guilcher, 1979).

La responsable de estas modificaciones son las variaciones progresivas de las profundidades e irregularidades del fondo por el cual pasan los “trenes” de olas; las cuales pueden causar la divergencia (dispersión) o

convergencia (concentración) de las líneas de fuerza (ortogonales) caracterizando zonas tranquilas o de riesgos erosivos respectivamente.

Este plano permite reconocer franjas de riesgos o de peligros erosivos en los litorales y asiente o no, el desarrollo de edificaciones en el dominio marino o en los casos de permisos de extracción de arena o de poblaciones vegetales densas u otras condiciones físicas locales.

El problema de esta distribución de energía en los litorales mediante los fenómenos de refracción que sufren las ondas (olas) se resuelve, generalmente, por un método puramente gráfico y permite algunas veces llegar a resultados inesperados e interesantes que explican fuertes rompimientos de las olas en algunos lugares, visualizan zonas de concentración o de dispersión de la energía marina entre otras cosas, como ya lo hemos visto.

Éste método se ha utilizado desde 1948 por Johnson, O'Brien e Isaacs para la construcción de los diagramas de refracción de las olas y ha permitido posteriormente, determinar la distribución de las líneas de fuerza en las Costas de Senegal e identificar las causas de ruptura del rompe olas de San Pedro (California) (Guilcher, 1979).

Hasta donde sabemos, no existen estudios de este tipo que demuestren en cual de nuestros litorales hay concentración o dispersión de la energía contenida en las olas.

Con la elaboración del plano, esperamos reconocer, las zonas de riesgos o de peligros erosivos en los litorales, (zonas de convergencia de las ortogonales o de concentración de energía) o divergencia (dispersión); así como, la identificación de las regiones donde se presentan difracción de las ondas u otros fenómenos hidrodinámicos interesantes.

## **METODOLOGÍA**

### **Descripción del Área de Estudio**

El Golfo de Panamá se refiere a la región del Pacífico comprendida aproximadamente entre 07°26'N y los 78°10'O - 80°28'O encerrado por el Istmo (Smayda, 1966) (Fig.1).



Fig. 1. Istmo y Golfo de Panamá.

Las corrientes en el área dentro del Golfo son muy complejas y variables. A lo largo de casi todo el año, la serie predominante es del SSO, con una NNO en el Sur Este del área. El flujo de corriente es a una tasa de un nudo, pero puede alcanzar valores mayores de dos nudos. Además, consta de una plataforma continental bastante amplia. (Carta Náutica, Golfo de Panamá, 1:300,000. No. 1929).

### **De Campo**

Se determina el promedio de un gran número de medidas del período (seg.) de la ola registrados al rompimiento de ondas sucesivas en diversos litorales comprendidos dentro de la Bahía de Panamá, mediante un cronómetro; lo que permite posteriormente la estimación de la longitud de onda en agua profunda a partir de  $L = 1,56 T^2$  (Guilcher, 1979).

### **De Laboratorio**

Antes de entrar en la elaboración del diagrama de las olas sobre una carta marina, se procede a determinar la dirección de estas engendradas por los vientos en aguas marinas profundas a batimetría superior a la media longitud de onda, evitando el fenómeno de refracción. Esta fue estimada mediante recopilación de información de diversos sitios webs de Internet dedicados a estas actividades. (<http://www.oceanweather.com/data/>; <http://www.buoyweather.com/>; <http://www.swellinfo.com/surf-forecast/panama-pacific>). La dirección

considerada fue de 205° SSO y marcada sobre el documento (Carta Náutica, Golfo de Panamá, 1:300,000. No. 1929).

Se procede a la confección del plano trazando primeramente sobre la carta náutica de la región considerada (Golfo de Panamá, 1:300,000; profundidad en metros), la dirección de la ola y su longitud en aguas marinas profundas. Luego se estima mediante el Método de Johnson, O'Brien, Isaacs y Lacombe en Guilcher (1979) las nuevas longitudes de ondas en función de las profundidades y sus nuevas celeridades sobre todo el trayecto de la onda hasta llegar al litoral. Se trazan también, las ortogonales a cada cresta de ola representando los vectores de fuerza y se observa su distribución en los litorales, mostrando, la convergencia (concentración), divergencia (dispersión) de éstas y también su difracción.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La determinación preliminar del período de las olas que llegan a nuestros litorales, arrojó una lectura promediada de 18 segundos. Esta condición periódica, clasifica nuestras ondas de origen eólico y de gravedad ordinaria, por estar su ciclo comprendido entre 1 y 30 segundos (Guilcher, 1979). Además, debemos señalar que ésta es la única característica de la ola que no se modifica durante el recorrido hacia los litorales.

Las ondas de gravedad ordinaria, están catalogadas como las de mayor altura y energía hidráulica (Pinet, 2003) lo que nos pudiera favorecer en la medida en que explotáramos la energía undimotriz. Estas ondas, llegan a nuestros litorales con capacidades para erosionar costas desprotegidas o mal administradas.

El otro carácter de las olas que inciden en la Bahía de Panamá, es su longitud. Esta resultó ser de 505.4 metros ( $L = 1,56 T^2$ ) en agua profunda; lo que engendra en esas condiciones celeridades de 27.7 m/s. propias de estas ondas de gravedad ordinaria con elevada capacidad para engendrar energía en zonas a profundidades menores a la media longitud de onda.

La exploración en algunos sitios web (arriba mencionados), dedicados al apoyo de los estudios oceanográficos nos permitió cifrar un carácter más de estos movimientos ondulatorios que llegan a nuestras costas panameñas y enrumbando a nuestro diagrama de las olas con una dirección de propagación aproximada en aguas profundas de 205° SSO.

El diagrama confeccionado (Fig.2) mediante el método de Johnson, O'Brien, Isaacs (1948) y Lacombe en Guilcher (1979) demuestra como las longitudes y las direcciones de las crestas de las olas se van modificando a medida que la profundidad disminuye y las ondas progresan frente a los diversos relieves submarinos. Esto permite trazar posteriormente las ortogonales a cada cresta de ola y contemplar el cambio de dirección de las líneas de fuerza determinando así: la difracción de las ondas en todo el sector oeste del golfo (C), caracterizando zonas de menor energía desde Punta Mala hasta Punta Lisa (Región de Azuero). Eventuales fenómenos hidrodinámicos en Playa Toro y aledañas a Punta Mala por encontrarse en las cercanías de este proceso inicial de difracción. Divergencias de las ortogonales en Bahía de Parita (B2) y de Panamá (B1) desde Cerro Guarumo hasta Punta de Manglares, región caracterizada por su poca energía. Convergencia (concentración) de energía sobre todo en la región comprendida entre Playa San Carlos (Vista Mar) y Punta Chame (A), en donde se observa claramente sobre la carta una discontinuidad "erosiva" del contorno litoral que data de un tiempo atrás. Detrás del Archipiélago de las Perlas (Isla del Rey) poca energía. También, menor convergencia de las ortogonales en Punta Cocos (A1) (Isla del Rey) e Isla Galera (A2). Arribo directo de las crestas de olas en toda la región Este del país, comprendida desde Cerro Sapo hasta Bahía Piña (D).

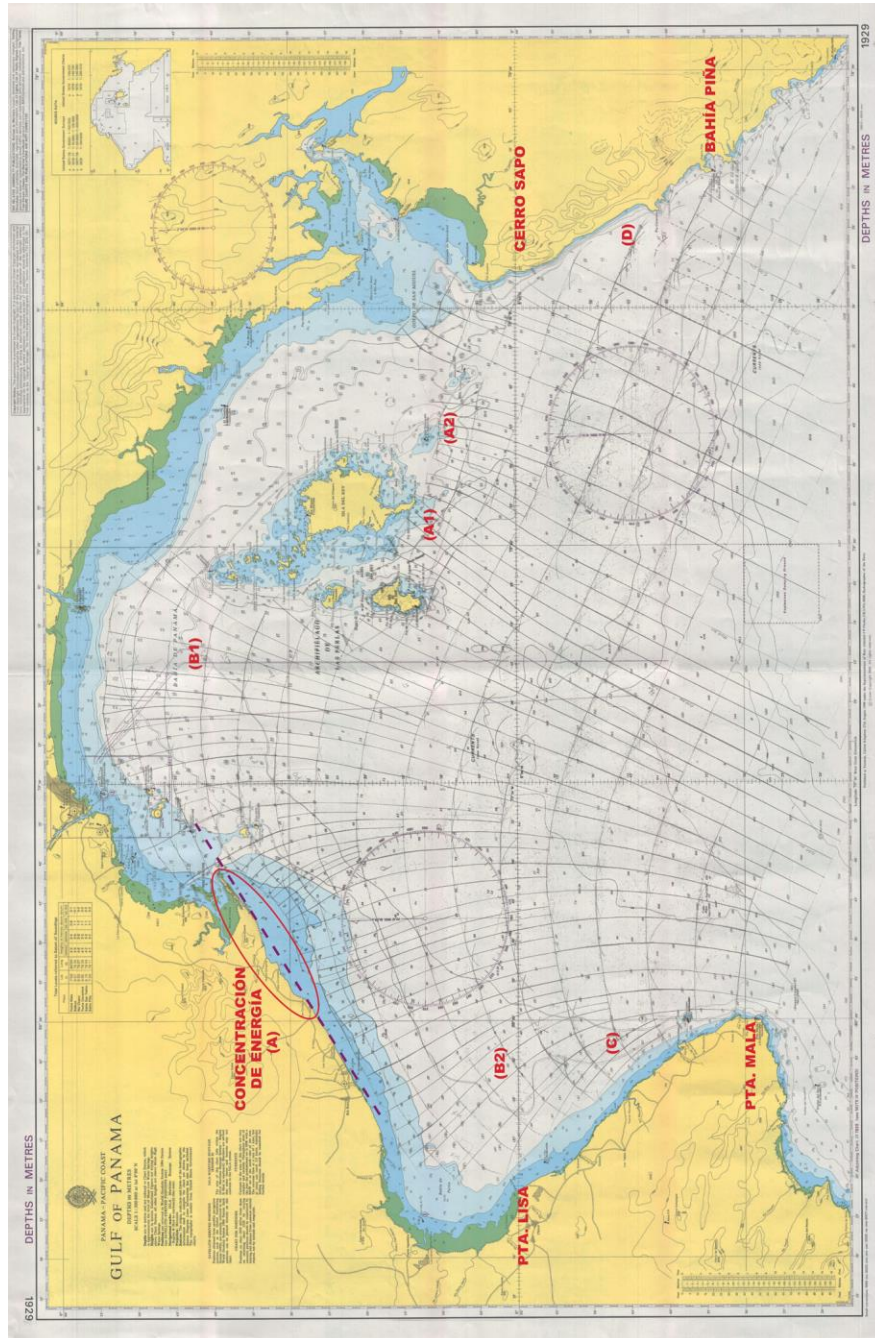


Fig. 2. Plano (Diagrama) de las Olas del Golfo de Panamá.

## **CONCLUSIONES**

Las olas del Océano Pacífico panameño tienen un período de 18 segundos, longitud de onda de 505.4 metros, celeridad de 27.7 m/s y dirección de propagación hacia la Bahía de Panamá de 205° SSO en agua profunda.

Las ondas del Golfo de Panamá y del Pacífico Panameño, son de gravedades ordinarias y susceptibles de explotación undimotriz.

La región comprendida entre Playa San Carlos y Punta Chame es la que posee mayor energía dentro de la Bahía de Panamá (convergencia de ortogonales). Las zonas sur de Punta Cocos (Isla del Rey) e Isla Galera presentan también concentración de los vectores de fuerza.

Divergencia al interior de la Bahía de Panamá desde Punta Chame hasta la región de Punta de Manglares comprendidas dentro de la Provincia de Panamá. Las Bahías de Parita y Panamá, también, se caracterizan por su poca energía (divergencia de ortogonales).

Difracción de ondas en todo el Sector Oeste del Golfo, desde Punta Mala hasta Punta Lisa (Región de Azuero). Zonas de menor energía en región posterior a Punta Mala. Eventuales fenómenos hidrodinámicos en Playa Toro y aledañas a Punta Mala por encontrarse en las cercanías de este proceso inicial de difracción.

## **REFERENCIAS**

Blanc, J.J. 1971. Mouvements de la mer et notes de sedimentologie littorale. Faculte des Sciences. Marseille No.3. 127 pp.

Blanc, J.J. 1978. Notes de géologie marine. Faculte des Sciences. Marseille. Laboratoire de géologie marine et sedimentologie appliquee. 144 pp.

Carta Náutica, Panama Pacific Coast. Gulf of Panama, 1:300,000. No. 1929.

Guilcher, A. 1979. Précis d'hydrologie Marine et Continentale. 2de Édition Masson, Paris, 344 pág.



Johnson, J.W., M.P. O'Brien, J.D. Isaacs. 1948. Graphical construction of wave refraction diagrams: Hydrographic Office, U.S. Navy, Publ. No. 605.

Munk, W.H. 1951. Origin and generation of wave. 1<sup>re</sup>. CCE, Long Beach. p. 1-4.

Pinet, P.R. 2003. Invitation to oceanography. Jones and Bartlett Publ. Third Edition. 555 pp.

Smayda, T. J. 1966. A quantitative analysis of the phytoplankton of the Gulf of Panama. III. General Ecological conditions and the phytoplankton dynamics at 08°45'N, 79°23'W from November 1954 to May 1957 (with Spanish summary). Bull. Inter. Amer. Trop. tuna. Comm., 1966. 353-612. 11.

*Recibido noviembre de 2012, aceptado septiembre de 2014.*