

Significado de las diferencias verticales de potencial eléctrico en el mar

por

RAMÓN MARGALEF *

INTRODUCCIÓN

Dos motivos impulsaron a emprender experiencias para tratar de medir diferencias verticales de potencial eléctrico en el mar. Previamente se había demostrado que la asimilación de las algas de plancton iba acompañada de variaciones en la carga eléctrica de sus membranas, por lo menos en algunas especies, y se aceptó, como hipótesis de trabajo, la posibilidad de que este efecto, en combinación con gradientes eléctricos verticales, pudiera influir, aunque débilmente, en la tendencia a la flotación o a la sedimentación del fitoplancton.

Por otra parte, puesto que diferencias de temperatura y salinidad determinan diferencias de potencial eléctrico, se pensaba que una medición del potencial relativo según una trayectoria determinada, por ejemplo, según una senoide o helicoidal, remolcando electrodos tras el barco, pudiera dar idea de las estructuras hidrográficas atravesadas.

Ni en uno ni en otro sentido se hicieron progresos dignos de mención. Respecto al primer punto, las diferencias verticales de potencial deberían ser por lo menos dos órdenes de valores mayores que las observadas, para que fueran efectivas en el movimiento de las algas, aunque no se excluye que en algunas picnoclinas puedan ocurrir diferencias de voltaje que se aproximan al límite de su efectividad. La pretensión de estimar estructuras hidrográficas de pequeñas dimensiones a partir de diferencias de potencial entre diversos electrodos, pronto se vio que era desmesurada, en relación con los recursos materiales e intelectuales de que se disponía.

* Instituto de Investigaciones Pesqueras. Paseo Nacional, s/n. BARCELONA-3.

De todas formas, los primeros ensayos permitieron reunir cierto número de determinaciones y al releer recientemente el trabajo de MARTIN (1964) se cayó en la cuenta de que el dispositivo usado puede servir en la práctica para reconocer, rápidamente, los tipos de circulación junto a una costa, cuyas características son de importancia en procesos de fertilización ligados a divergencias.

El objeto de esta nota no es otro que llamar la atención sobre dicha posibilidad, ilustrándola con algunos ejemplos propios.

MÉTODOS

Las diferencias de potencial se midieron por medio de cable, en cuyo extremo se disponían electrodos que establecían el contacto eléctrico con el agua de mar. En vez de sumergir los electrodos en el mar se hubiera podido adaptar como alternativa el procedimiento presentado por MANGELSDORF (1962), de establecer el contacto por un largo puente salino formado por agua de mar contenida dentro de largos tubos de plástico.

El contacto eléctrico con el agua se hacía a través de electrodos de plata, rodeados de una pasta de cloruro de plata y encerrados dentro de sendas bujías Chamberland. Se utilizaron tres pares de electrodos.

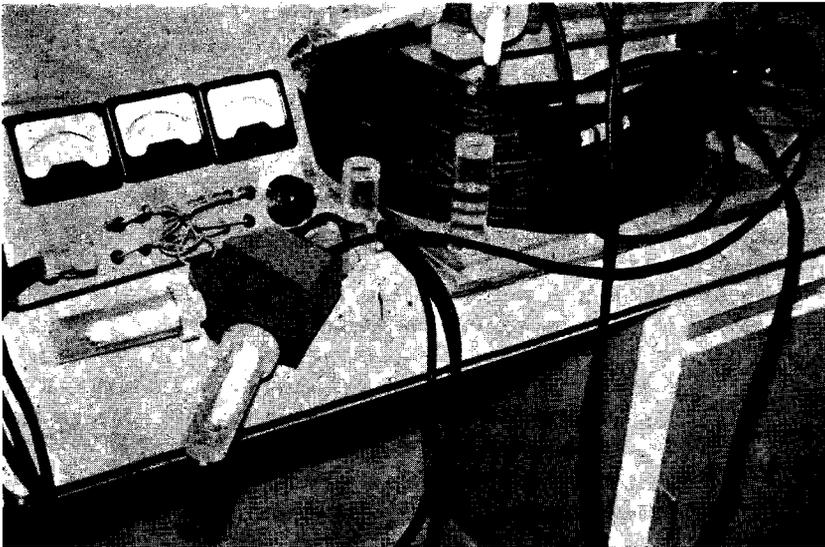


FIG. 1. — Aspecto del aparato: a la derecha, cables, y delante uno de los pares de electrodos. Estos se hallan protegidos dentro de vainas de plástico que contienen una solución salina y que se retiran en el momento de efectuar las mediciones en el mar.

Los de un par se dejaban en superficie y los otros dos pares, separados 5 metros entre sí, se bajaban verticalmente a la profundidad deseada. La disposición del aparato puede verse en la figura 1. Por medio de conexiones adecuadas se podía medir el potencial entre todas las combinaciones posibles de los electrodos. De esta manera se conocieron y compensaron sus errores propios en las distintas condiciones, para conseguir una mayor precisión en los valores determinados. Los electrodos de referencia situados constantemente en superficie solían dar indicaciones considerablemente erráticas, de manera que para tabular los valores y construir los correspondientes gráficos, resultaba más adecuado comparar entre sí sólo los electrodos separados por 5 metros al final del cable. Se hicieron las mediciones desde una embarcación de madera, no fondeada, aguas afuera y frente a Barcelona.

En las condiciones en que se trabajó no fue posible calibrar exactamente en milivoltios las indicaciones del aparato de medida, que aquí se dan sencillamente en «divisiones» arbitrarias, pero comparables. Se hacían dos series de observaciones: la primera descendiendo el sistema de electrodos y la segunda remontándolos. Pero siempre, cuando se anotaban los valores del aparato de medida, los electrodos se dejaban por unos minutos al mismo nivel.

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

En MARTIN (1964) se puede encontrar una discusión teórica general y referencias bibliográficas pertinentes. En ausencia de notables diferencias debidas a la temperatura, salinidad y efecto Bary, la diferencia de potencial, en milivoltios (E), es proporcional a la distancia vertical entre los electrodos, en metros (Z), multiplicada por la intensidad del campo magnético horizontal de la tierra, en gauss (H_x), y por la velocidad de la corriente, en centímetros por segundo (V),

$$E = 10^{-3} \cdot Z \cdot H_x \cdot V$$

Si la corriente marina se dirige de Este a Oeste, las capas profundas son positivas en relación con las superficiales; si la corriente tiene sentido opuesto, las aguas superficiales son positivas respecto a las profundas.

Algunas observaciones interesantes se resumen en la figura 2. Se han escogido preferentemente momentos de isoterma, para esquivar las dificultades engendradas por diferencias de temperatura, aunque se han incluido algunas situaciones con un gradiente térmico suave y trazado regular de las curvas de potenciales. Las curvas de la figura 2 se basan en las diferencias de potencial medidas entre niveles separados 5 metros

entre sí, combinándolas sucesivamente a partir de la superficie del mar, a la que se asigna el valor cero.

Las curvas de dicha figura 2 se pueden interpretar como indicadores de componentes de corriente en el sentido de los paralelos magnéticos, aproximadamente perpendiculares a la costa. La superficie se toma como referencia, con el valor cero; pero en la realidad, el agua superficial no debe estar inmóvil. Así, el 27 de febrero, lo razonable es que el agua superficial se dirija hacia fuera, hacia el Este, mientras que a profundidad el agua avanza hacia la costa, encontrándose un nivel inmóvil en alguna profundidad intermedia.

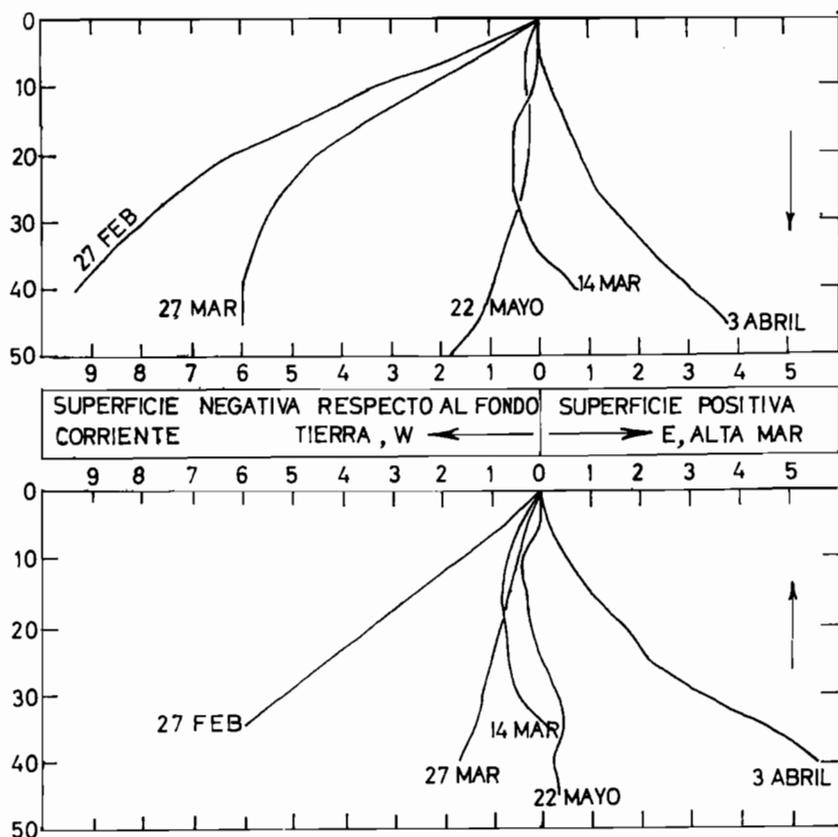


Fig. 2. — Resultado de algunas determinaciones efectuadas en aguas costeras próximas a Barcelona. Las curvas se basan en las diferencias de potencial entre electrodos separados 5 metros, leídos en una primera fase en su movimiento descendente (arriba) y a continuación en su movimiento de ascenso (abajo). Las lecturas se hicieron mientras los electrodos permanecían inmóviles. Las observaciones de febrero y marzo de 1962 se hicieron en condiciones de isoterмия (27 febrero, 12,6°C; 14 marzo, 12,2°C; 27 marzo, 11,2°C); el 3-VI-62, la temperatura en superficie era de 13°C, y a 40 m de 12°C; el 22-V-62, la temperatura en superficie era de 17,5°C, y de 12,4°C a 40 m. Escala en metros a la izquierda.

Aun contando con ésta y otras imprecisiones, el trazado de las curvas admite una interpretación fácil. El 14 de marzo y el 22 de mayo, los movimientos del agua eran poco importantes en la dirección perpendicular a la costa. El 3 de abril, el agua en superficie se dirigía hacia la costa, apartándose de ella en profundidad, mientras que el 27 de febrero y el 27 de marzo existía un verdadero afloramiento, divergiendo el agua junto la costa hacia afuera. Esta interpretación se halla de acuerdo con el régimen hidrográfico habitual, según se ha estudiado posteriormente.

Por lo tanto, el uso de electrodos en la forma indicada ofrece la posibilidad de detectar rápidamente ciertas características de la circulación del agua. En casos como el aquí comentado, puede ser interesante, pues de la convergencia o divergencia del agua junto a la costa depende la fertilización de las aguas superficiales.

S U M M A R Y

Significancy of vertical differences in electric potential in sea water. — In the proximity of a coast oriented North-South, the use of GEK electrodes suspended vertically may be useful for a rapid detection of patterns of upwelling or downwelling, important as factors of local productivity. Some experiences made in the Mediterranean, near Barcelona, are reported.

B I B L I O G R A F Í A

- MANGELSDORF, P. C. — 1962. The world longest salt bridge. *Mar. Sci. Instrumentation*, 1:173-185.
- MARTIN, J. — 1964. Experiences de G. E. K. vertical dans le detroit de Gibraltar. *Cahiers Océanogr.*, 16(5):377-392.