



HAROLD SANTACRUZ M.

Licenciado en Ciencias del Mar, de la Universidad de Bogotá "Jorge Tadeo Lozano".

Experto en Biología y Química de la Universidad de Bogotá "Jorge Tadeo Lozano".

Oceanógrafo Físico, estudios de especialización en el Instituto Español de Oceanografía, diplomado por dicha Institución.

Desde 1969 desempeña el cargo de Jefe de la Sección de Levantamientos Oceanográficos del Comando de la Armada Nacional.

Delegado Permanente de la Armada Nacional ante la Comisión Colombiana de Oceanografía.

Delegado Permanente de la Armada Nacional ante el Grupo de Investigaciones Pesqueras.

Ha publicado los siguientes trabajos:

Anteproyecto de Un Complejo Industrial Pesquero - Revista Armada.

Cómo predecir la Estructura Térmica del Océano por medio de Batitermógrafos - Revista Armada.

Afloramiento producido en la Guajira y Santa Marta - Trabajo sustentado en el Primer Preseminario Nacional de Ciencia y Tecnología celebrado en Cartagena en 1969.

ESTUDIO DEL AGUA PROFUNDA EN EL GOLFO DE PANAMA

Introducción:

El Gobierno de los EE. UU., por intermedio de el Pacific Oceanographic Laboratory y el Pacific Marine Center, programó en el Golfo de Panamá un estudio específico sobre el agua profunda, a fin de conocer la dinámica que encierran ciertos procesos térmicos.

Para llevar a cabo este programa, dichos laboratorios invitaron a los gobiernos de: Ecuador, Perú, Panamá y Colombia a que participaran con personal científico en este proyecto de gran importancia.

Propósitos:

Los fines o propósitos de este crucero los podemos resumir de la siguiente manera:

a) Medición de los campos de conductividad, con el fin de determinar las anomalías horizontales en el gradiente de temperatura, las cuales se ven influenciadas por algunas barreras, colinas y montañas submarinas, que afectan la circulación dando un incremento de temperatura en el fondo.

b) Establecer con máxima precisión la temperatura, salinidad y oxígeno de toda el área que comprende el Golfo de Panamá, así como también determinar la distribución de las partículas de materia orgánica que se hallan suspendidas en el agua de mar, así también como determinar el régimen de circulación que tienen estas partículas debido a los efectos de las corrientes zonales.

c) Efectuar observaciones de la estructura microtermal en el agua de fondo, con el fin de analizar el proceso

de convección y flujo de estas a grandes profundidades.

Plan de operaciones:

El programa general consta de tres fases, como puede observarse en la figura Nº 1, dicho plan abarca un total de 26 estaciones, con una duración aproximada de 36 días.

Se inicia en el Golfo de Guayaquil, arribando a Buenaventura 4 días más tarde. De este puerto, se zarpa a Balboa, efectuándose 4 observaciones en el trayecto de 5 días, esta área se caracteriza por ser la de más importancia, ya que es la zona contigua al Continente y donde se podrá observar con más precisión la influencia de la Cordillera Andina a las grandes profundidades.

La segunda fase se desarrolla entre Balboa y Salinas (Ecuador), es el trayecto de grandes interferencias ya que corta tangencialmente la contracorriente ecuatorial del norte y la desviación de la corriente del Perú.

La fase Nº 3 que comprende de la estación 27 a la 34 se efectuará entre Balboa y Seattle (EE. UU.), se caracteriza porque se encuentran localizadas en el Golfo de Guatemala y a la entrada de la boca del Golfo de California, esta zona es de gran interés porque nos indica que es una continuación de la Cadena Andina y quizá los efectos térmicos a grandes profundidades sean similares a los del Golfo de Panamá.

Equipos y Laboratorios:

Para este proyecto, de común acuerdo, los dos laboratorios americanos han asignado el siguiente equipo:

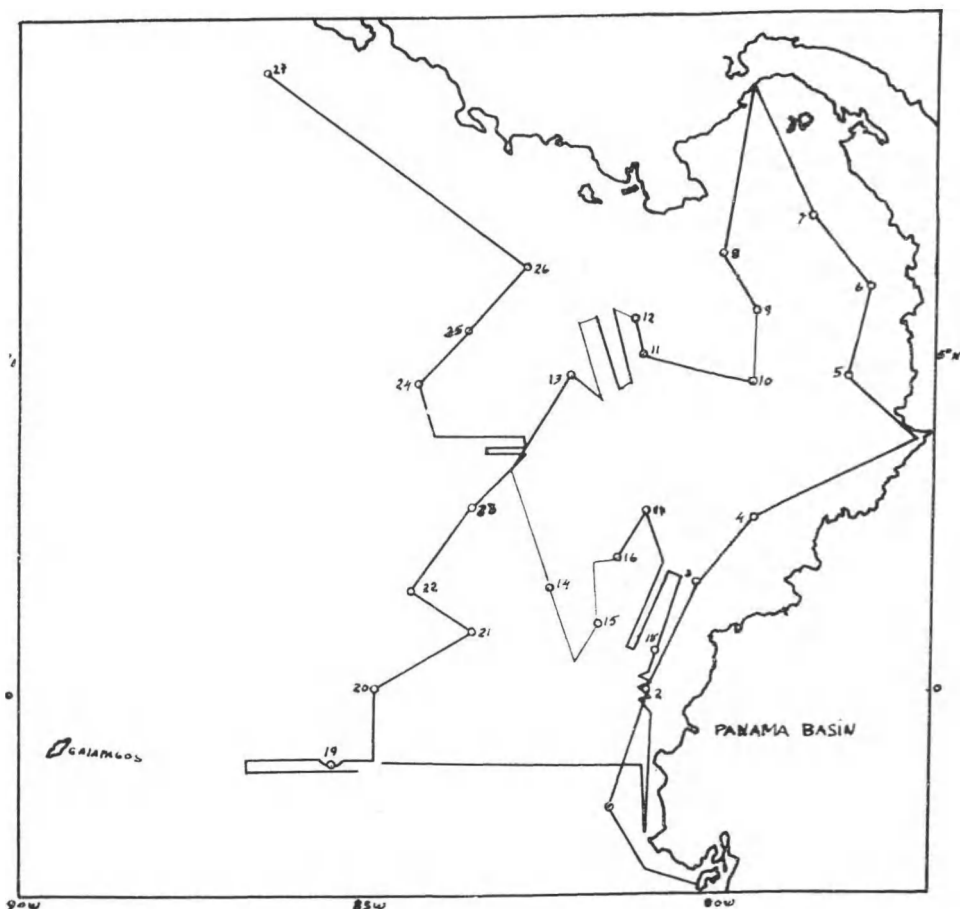


FIGURA 1

Cantidad	Descripción	Cantidad	Descripción
6	Termómetros reversibles para bajas temperaturas.	50	Termómetros reversibles de tres características.
1	POL registrador continuo de consola de múltiples usos.	20	Protegidos de 0-10° C.
1	Computador electrónico Westinhouse.	20	Protegidos de 0-20° C.
1	Contador para partículas de materia suspendida.	10	No protegidos de 0-35° C.
20	Botellas nansen revestidas de teflón con triple termómetro.	1	Unidad STD (termosalinómetro, con repuestos y aditamentos).
		1	Sonda acústica.
		1	Winche hidrográfico, con ca-

Cantidad	Descripción
	ble de 6.500 metros para trabajo.
1	Winche para el STD, con su respectivo cable eléctrico (5.000m).
2	Salinómetros de puente.
1	Equipo para análisis de oxígeno (winkler).
1	Termoprobador de varias fases.
1	Magnetómetro.
1	Equipo para sondeos batimétricos.

Personal participante:

La Dirección de la expedición estuvo a cargo de las siguientes personas: Comandante del U. S. & GSS "**Oceanographic**", encargado de la navegación y posición del mismo en las estaciones, Jefe Científico de la Operación el PHD T. V. Rian, actuando como asesor científico el doctor N. P. Laird.

Invitados.

Por Ecuador : doctor **José Santoro-Inpe**.
Doctora **M. Villalvo-Inpe**.

Por Oregon State: Doctor **W. Plank**.

Por Colombia : Doctor **Harold Santacruz Moncayo-Armada**.

Desarrollo de la operación y obtención de los datos:

De las observaciones efectuadas por el Bt., se efectuaba la distribución de las botellas nansen a distancias profun-

didades, colocando la de máxima profundidad a una distancia no menor de diez metros del fondo, y tres subsiguientes a intervalos de veinte metros cada una, las demás de acuerdo a las normas internacionales de observación, las temperaturas registradas por los distintos termómetros se registraban en planillas especiales, las cuales se enviaban al centro de cómputo, los cuales mediante el programa del computador efectuaban las correcciones de temperatura por expansión adiabática, como por el efecto de presión sobre los mismos.

Una vez que se finalizaba la operación nansen se procedía al envío del STD, el cual estaba acoplado directamente a un relé, el cual transmitía al cerebro electrónico los datos de salinidad, temperatura y profundidad cada tres segundos; el computador mediante una planilla especial graficaba las distintas posiciones de temperatura y salinidad respecto a la profundidad, mientras una máquina impresora escribía las distintas anomalías que se iban presentando a medida que el STD bajaba al fondo. Los cálculos de las distintas variables oceanográficas también eran impresos de acuerdo a un programa elaborado con anterioridad.

La última operación era la pesca de microfauna, la cual se efectuaba con redes de arrastre horizontal clark bumpus, las redes de pesca vertical marca tompson, las distintas muestras se fijaban con formol al 5%, para ser analizadas posteriormente en el Marine Center.

Paragón:

La División de Oceanografía - Comando Armada Nacional, alternadamente programó un crucero oceanográfico, denominado Plan Pacifico I-70, el cual se desarrolló entre Tumaco y Buenaventura.

Este crucero por ser el primero efectuado por los nacionales, estaba integrado por científicos de la Comisión Colombiana de Oceanografía, y sus objetivos consisten en conocer la dinámica de las aguas que encierran este sector, la riqueza pesquera de esta zona y el estudio minucioso de la composición química del agua de mar, abundancia en nutrientes y la posible influencia de las aguas de escorrentía, de

los distintos afluentes que vierten sus aguas en este sector.

Como hecho curioso, anotamos que las observaciones y anomalías de temperatura en las aguas profundas, se registraron en las 4 últimas estaciones del primer perfil, dato que fue de gran importancia para los científicos americanos, ya que nosotros habíamos detectado una zona en la que el proceso de convección de aguas profundas era más sobresaliente.

Estos datos nos indicaban la presencia de un fenómeno muy particular, como es la presencia de una masa de agua caliente a grandes profundidades. (Véase figura N° 2).

Después de efectuar las respectivas correcciones de temperatura en los ter-

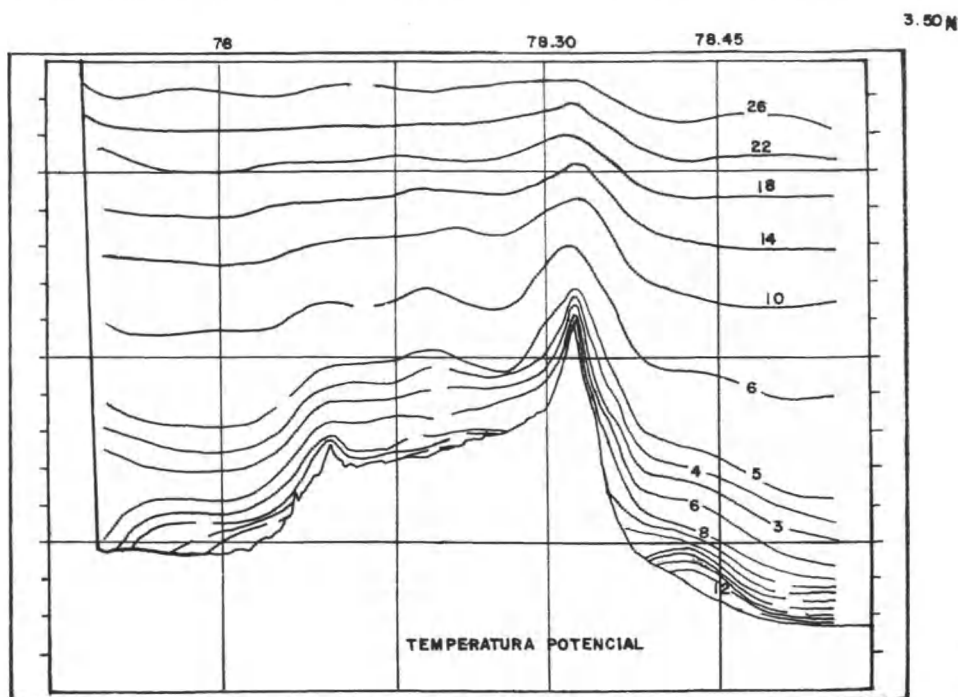


FIGURA 2

mómetros, tanto por efecto de expansión adiabática como por efecto de la presión, encontramos que: a medida que la profundidad aumenta, hay ciertas zonas en las cuales el efecto del fondo del océano incrementa la temperatura del agua que está adyacente a este.

Este fenómeno de calentamiento ha dado origen a que expresemos la siguiente teoría:

La convección en la Cuenca de Panamá.

Debido a un calentamiento del fondo de la cuenca oceánica se produce una convección libre de las aguas profundas a las masas subsuperficiales, esto podríamos expresarlo como la propagación de calor, de la zona adyacente

al fondo, a otra zona menos profunda por un movimiento real del agua caliente.

Supongamos que el agua de mar en el fondo de la Cuenca de Panamá, oscila entre un intervalo de temperaturas de 0° Centígrados a 4° Centígrados; y como sabemos, el volumen del agua disminuye al aumentar la temperatura, el coeficiente de dilatación entre 0° Centígrados y 4° Centígrados es negativo, por lo tanto todo valor por encima de 4° Centígrados debe dilatarse cuando se calienta.

Esta dilatación anómala en el agua de mar, tiene una influencia importante en el proceso de convección; si suponemos que la temperatura del fondo es igual a 6° Centígrados debido al ca-

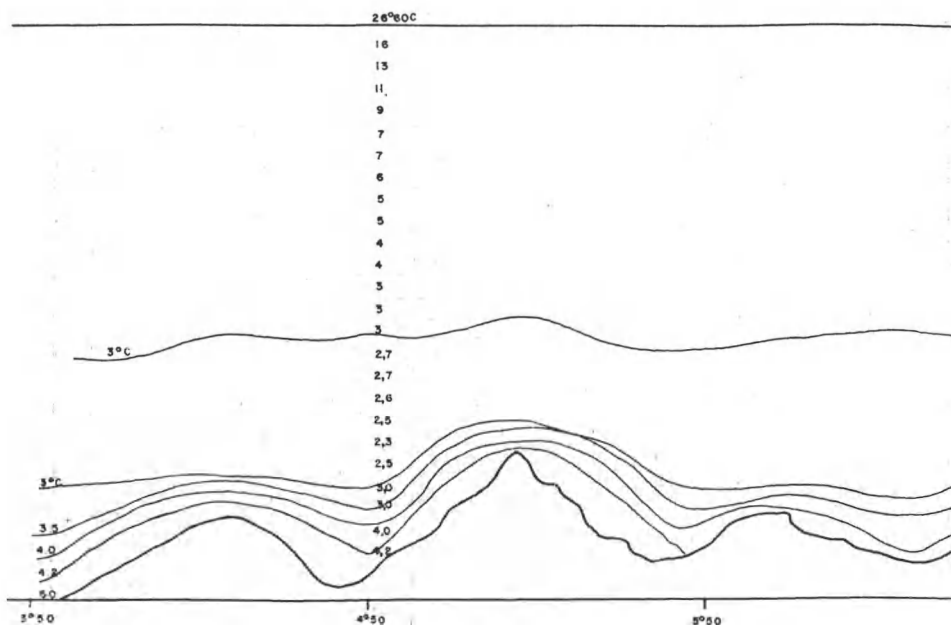


Fig. 3 VARIACION TERMICA VERTICAL

Obsérvese la variación brusca de temperatura en los primeros 100 mts.

lentamiento y a 100 metros, por encima de esta superficie desciende a 4° Centígrados. El agua de contacto entre las dos zonas se enfría por ejemplo hasta 5° Centígrados. Como consecuencia se contrae, se hace más densa que el agua más caliente que se encuentra debajo de ella, y se hunde en el agua menos densa, siendo ocupado su lugar por agua a 6° Centígrados. Al descender el agua más fría, se origina un proceso de mezcla que continúa, hasta que toda el agua se ha enfriado a 4° Centígrados, el proceso continúa nuevamente debido al calentamiento de fondo, y el agua más caliente aflorará hasta encontrar un equilibrio entre su temperatura y la temperatura del agua hasta la cual llega su acción.

La teoría matemática es muy complicada, debido a que el calor ganado o período por una superficie a una cierta temperatura, en contacto con otra líquida, depende de los siguientes aspectos:

- De que la superficie sea curva o plana;
- De que sea horizontal o vertical;
- De que el fluido en contacto con la superficie sea un líquido;
- De la densidad, calor específico y conductibilidad térmica del fluido;
- De que la velocidad del fluido sea pequeña, lo suficiente para producir un régimen laminar o lo bastante grande para producir un régimen turbulento.

El procedimiento práctico sería definir primero un coeficiente de convección CK utilizando la ecuación.

$$H = CK \cdot A \Delta t.$$

H Corriente calorífica de convección (calor ganado o perdido por convección de una superficie por unidad de tiempo).

A Es el área de la superficie.

Δt . Es la diferencia de temperaturas entre el H²O en contacto con la superficie y la masa principal del fluido.

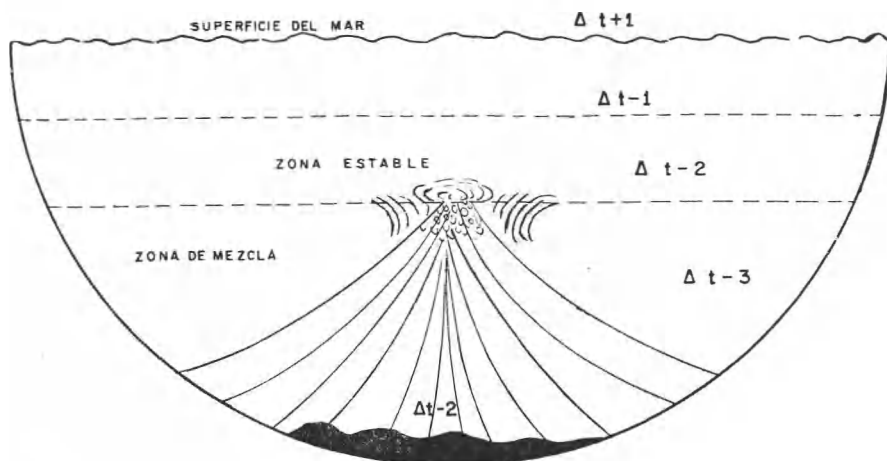


Fig. 4 Condiciones de la cuenca para que exista la convección.

BIBLIOGRAFIA

- R. B. Blankman and Y. W. Turkey:** The Measurements of **Power Spectra**.
- B. Saint Guily:** The Ekman problem in non-homogeneous Ocean effect of a thermodynamic - Bt in Oceanograf. Edict. K. Yoshida págs. 15-19.
- Masao Hanzawa:** Report of abnormal oceanic conditions in the seas adjacent to Japan. Edict. K. Yoshida páginas 59-68.
- J. Newman:** On the use of moving averages of eddy velocities in turbulent diffusion. Edict. K. Yoshida páginas 2-32-238.
- E. C. Lafond:** Three dimensional measurements of sea structure. Edict. K. Yoshida páginas 314-321.