

ESTUDIO DE LAS EXPEDICIONES OCEANO- GRAFICO-PESQUERAS REALIZADAS EN TARAPACA Y ANTOFAGASTA. 1954 - 55

ESTUDIOS QUIMICOS - FISICOS DE LAS MUESTRAS DE AGUAS

REGINA CUBILLOS M.

SUMARIO :

1. — INTRODUCCION
2. — RELATO DE LAS DIVERSAS EXPEDICIONES
3. — ESTUDIOS QUIMICOS Y FISICOS DE LAS MUESTRAS
 - A. — Determinación de la salinidad, muestras superficiales:
 - a) Observaciones de Primavera y Verano
 - b) Observaciones de Otoño e Invierno
 - B. — Relación temperatura y salinidad
 - C. — Resultados en profundidad
 - D. — Resultados de las muestras de Oxígeno
4. — BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION.

En el año 1954, con el fin de coadyuvar a la pesca y a la industria guanera en las provincias del Norte, la Corporación de Fomento se propuso realizar estudios científicos para conocer las condiciones del medio marino en que viven las especies de esa región.

Para cumplir estos objetivos, se llamó a cooperar a nuestro Instituto a fin de establecer un plan de trabajo que comprendiera ambos problemas.

Con respecto a la pesca, el plan incluía los siguientes puntos:

1.—Lograr un informe claro y preciso acerca de la morfología de la meseta continental.

2.—Establecer las características, movimientos y límites de las grandes masas de agua que condicionan la distribución de los peces pelágicos de mayor valor económico.

3.—Conocer la fauna ictiológica marina.

En cuanto a la segunda parte del programa, o sea, cooperar al mayor desarrollo de la industria guanera, el plan se refirió especialmente a la Biología y distribución de las aves guaneras y de *Engraulis ringens*, la anchoveta; su principal alimento.

Este plan de trabajo se realizaría en las diversas estaciones del año, a fin de conocer el ciclo biológico anual de las diversas especies con respecto a los cambios oceanográficos estacionales.

RELATO DE LAS DIVERSAS EXPEDICIONES

Una vez elaborado el plan de trabajo, se organizaron las expediciones oceanográficas en colaboración con la Armada Nacional, que facilitó algunas de sus corbetas, cuya tripulación cooperó activamente en las labores que desarrolló durante los cruceros el personal científico de nuestra Estación.

El trabajo oceanográfico se efectuó en tres cortes perpendiculares a la costa trazados hasta el Meridiano 73° W., en las latitudes de 18° 30' S. en Arica, de 20° 30' S. en Iquique, más o menos a la altura de Caleta Sarmenia, y de 23° 30' S. en Punta Angamos, Antofagasta.

En cada una de las Expediciones se hicieron 12 estaciones, tomando muestras a 0 m., 50 m. y 200 m. de profundidad, cuyos análisis se efectuaron en el Laboratorio al regresar al Instituto.

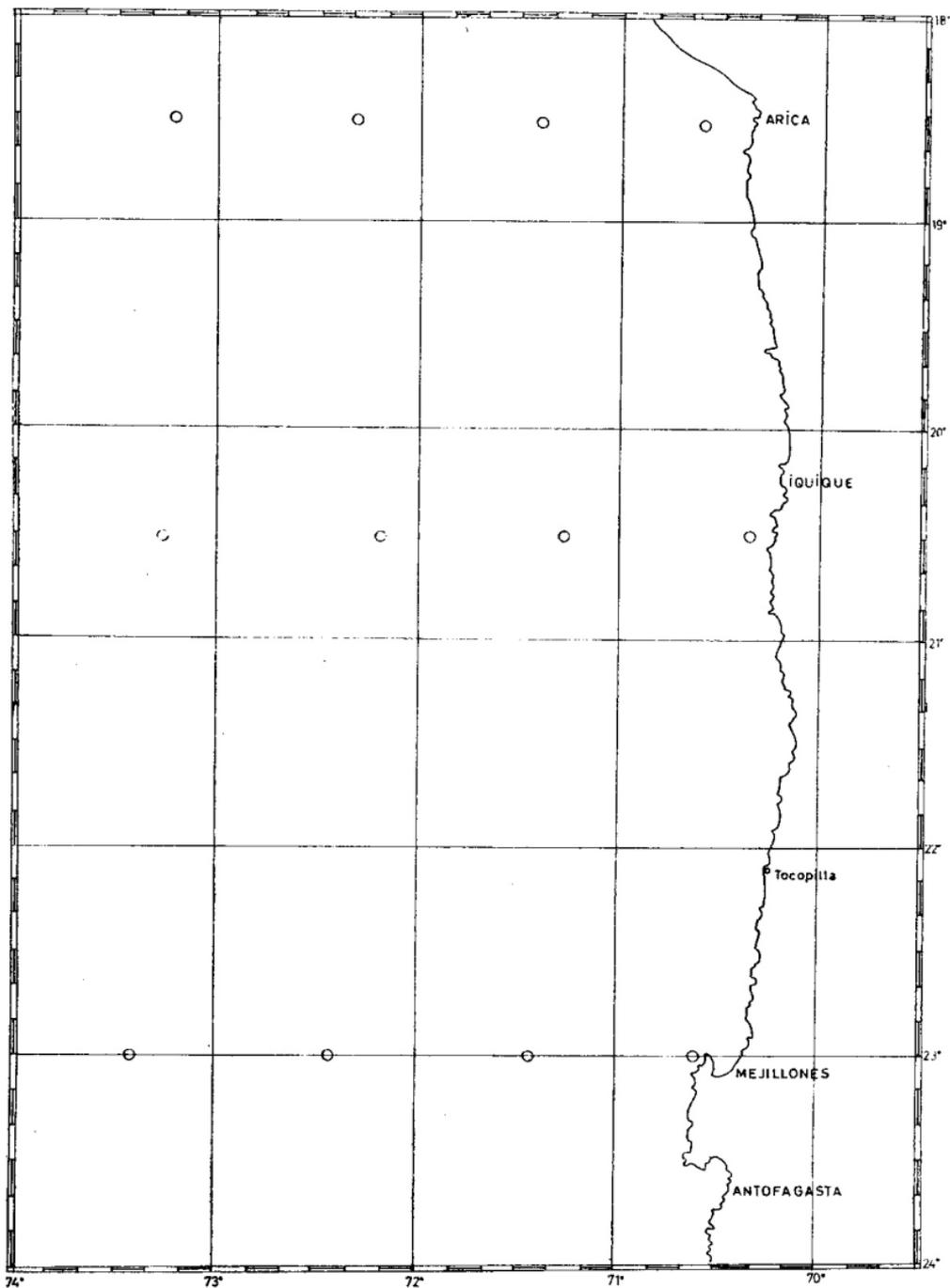
A lo largo de los cortes se hicieron sondeos acústicos a fin de conocer el relieve submarino. Los resultados de estas observaciones se presentaron en informes de la Dirección de nuestro Instituto a la Corporación de Fomento en Julio de 1955 y en un trabajo presentado por Dr. Yáñez a las 2.^{as} Jornadas Hidronómicas, en Diciembre de 1959.

ESTUDIOS QUIMICOS Y FISICOS DE LAS MUESTRAS.

Llegadas las muestras al laboratorio, se procedió a analizarlas, investigando: la salinidad, el O₂ y los fosfatos disueltos; además, se calculó indirectamente la densidad, mediante las tablas de Knudsen, conociendo la salinidad y temperatura.

A.—*Determinación de la salinidad.*—Para esto se empleó el método de Knudsen, observando rigurosamente los cuidados aconsejados por Oxner (22) y, además, las prescripciones señaladas por el Laboratorio de Química de Copenhague (17, 21 y 30).

MAPA DE LA ZONA ESTUDIADA, CON LAS ESTACIONES DE TRABAJO



En el presente trabajo, los resultados obtenidos los indicaremos en gráficos que representan cortes verticales perpendiculares a la costa, en las diversas estaciones del año. Mediante estos gráficos, analizaremos los resultados en las distintas estaciones del año, comenzando con las muestras superficiales, luego con las de 50 m. y por último nos referiremos a las de 200 m. de profundidad. En todos los casos comenzaremos por las muestras de Primavera, seguiremos con las del Verano, luego con las del Otoño y, por último, con las del Invierno, a fin de obtener de todas ellas las posibles deducciones. El orden en cuanto a latitud será de Norte a Sur, y la salinidad se expresa, como de costumbre, en gramos por litro.

Muestras superficiales. — a) *Observaciones de fines de Primavera y de Verano:* en Diciembre, en las muestras tomadas frente a Arica, se encontró que la salinidad aumentaba desde el litoral hacia el mar, salvo en la tercera y cuarta estación que presentaban valores inferiores (34,94; 35,21; 35,16 y 34,80).

En Marzo en cambio, se observó marcadamente que los valores aumentaban a medida que se alejaba de la costa, a excepción de la cuarta estación. Los valores fueron los siguientes: 35,12; 35,17; 35,84 y 35,64.

En Iquique, la salinidad en el mes de Diciembre se presenta mayor a medida que las muestras proceden de puntos más alejados de la costa, permaneciendo estables los valores en la tercera y cuarta estación; los valores obtenidos ascienden desde 35,12 a 35,30. En Marzo se observó el mismo fenómeno, pero los valores oscilaron entre 35,12 y 35,64.

En el Corte Angamos, en Diciembre, se observa que las muestras tomadas a mayor distancia de la costa son de menor salinidad, salvo en la cuarta estación, en la que se repite el valor obtenido en la segunda estación (34,85). Los valores descienden desde 35,12 a 34,75. Este fenómeno podría interpretarse como una penetración de agua tropical en aguas de salinidad más baja, deducción que corresponde también con las observaciones de temperatura en los mismos puntos y en la misma época.

En Marzo, se observa que los valores aumentan a medida que las muestras son de puntos más alejados de la costa, a pesar de que en la cuarta estación se presenta una pequeña disminución.

b) *Observaciones de fines de Otoño y de Invierno:* en Arica, durante el mes de Junio, se observa el mismo fenómeno que en Diciembre y en Marzo, pero los valores son 34,88; 35,16; 35,35 y 35,25.

En Agosto, observamos que los valores de la salinidad bajan a medida que las muestras provienen de lugares más apartados de la costa, salvo en las muestras de la última estación que dieron un valor ligeramente superior al obtenido en las muestras de la tercera estación, esta alza fue de 0,09. Los valores fueron 35,50; 34,97; 34,79 y 34,88.

En el Corte de Iquique, observamos lo siguiente: en Junio se repite el fenómeno descrito para Arica, pero los valores aquí son: 34,64; 34,97; 35,07 y 34,97.

En Agosto en cambio, se nota una pequeña alza en los resultados de la segunda estación y luego éstos descienden en la tercera hasta el valor de la primera, permaneciendo estables en la cuarta. Estas cifras son: 34,70; 34,79; 34,70 y 34,70 respectivamente.

En el Corte Angamos, en Junio, se observa que la salinidad baja desde el litoral hacia mar afuera, salvo en la cuarta estación en que hay una pequeña alza; esto se explicaría admitiendo que desde el Norte vendría una masa de agua cálida, más salina, en dirección sudoeste. Los valores son: 34,93; 34,79; 34,45 y 34,70.

En Agosto hay una manifiesta irregularidad en la repartición de la salinidad: en la primera estación, cerca de la costa, hay agua de alta salinidad; en la segunda estación ésta es menor; en la tercera nuevamente se alzan los valores, para descender en forma notoria en la cuarta estación. Las cifras obtenidas son: 34,70; 34,61; 34,79 y 34,52.

B.—Relación entre temperatura y salinidad.— A fin de expresar mejor, de manera clara y precisa, la variación de temperatura con respecto a la salinidad y a la latitud, hemos trazado los diagramas T-S superficiales en un plano perpendicular a la costa en cada uno de los cortes ya señalados anteriormente, a 18°, 20° y 23° Sur. (Ver diagramas a, b y c de la Fig. 1); éstos representan la comparación de los resultados de las diversas expediciones en las distintas épocas del año y en cada uno de los cortes. Las estaciones las hemos identificado en los diagramas con los números 1-2-3-4 que corresponden de modo aproximado a las longitudes 70°, 71°, 72° y 73° respectivamente.

Según estos diagramas, deducimos que la época de temperatura mayor en el mar es en Marzo, conforme se observa en los tres cortes.

A la vez, por regla general en el Verano, tanto la salinidad como la temperatura aumentan desde el litoral hacia el mar abierto.

El diagrama de Verano es más alto que ancho, lo que significa que hay mayores cambios respecto a temperatura; esto se produce en los cortes Sarmenia y Angamos, lo mismo sucede en Julio en los cortes Arica e Iquique y, parcialmente en Diciembre, en los dos últimos cortes citados. Digo parcialmente, porque se nota aumento de temperatura y salinidad desde la primera a la segunda estación. En el Corte Arica hay disminución de la salinidad y estagnación de la temperatura; en cambio, en el Corte Iquique notamos un aumento de temperatura y salinidad desde la primera a la segunda estación; en la tercera estación la salinidad aumenta, manteniéndose en la cuarta; la temperatura en ambas estaciones sufre una pequeña disminución, lo que hace que el diagrama T-S siga la dirección de los punteros del reloj (Fig. 1, b).

Otra observación clara es que las temperaturas más bajas se presentan en el mes de Agosto y que la línea se manifiesta más extensa en sentido horizontal en el diagrama correspondiente al Corte Arica, indicando que hay mayor variación en la salinidad que en la temperatura. En Iquique el diagrama describe un pequeño triángulo que sigue los punteros del reloj, pero las variaciones, tanto en salinidad como en temperatura, son muy estrechas.

En el Corte Angamos, los diagramas de Invierno son más altos y estrechos que en los dos cortes anteriores, además, se presentan irregulares con respecto a los diagramas de los cortes ya citados, esto posiblemente debido a fenómenos de afloramiento, ya que la influencia de las masas de agua venidas desde el Norte no se nota tan acentuada.

La temperatura superficial en Junio, Agosto y Diciembre en el Corte Angamos varía desde 13° a 17° ; en cambio, en los otros cortes, en dicha época, fluctúa entre 15° y 22° . La salinidad en este corte se mantiene entre 34,5 y 35. En los otros cortes la variación permanece entre 34,8 y 35,5.

En Marzo la salinidad asciende hasta 35,8 en el Corte Arica, notándose una leve disminución hacia el sur, así en el Corte Angamos alcanza a 35,5 en la tercera estación, y desciende en la cuarta a 35,3.

La temperatura varía en el Corte Arica de 20° a 25° , en el de Sarmenia, de 17° a $25,2^{\circ}$ y en el de Angamos, de $16,2^{\circ}$ a 22° ; este ascenso siempre se nota desde la costa hacia el mar abierto.

CONSIDERACIONES ACERCA DE LOS RESULTADOS EN PROFUNDIDAD.

En Agosto, sólo podremos referirnos a salinidad, ya que no se tomó la temperatura en las muestras de 50 y 200 m. de profundidad, debido a que se rompió el único termómetro de que se disponía para la botella de Petterson-Nansen.

En general, respecto a la salinidad, podemos decir que a 50 m. los resultados de los análisis de las muestras presentan cierta semejanza con los de las muestras superficiales en la vecindad de la costa, a pesar de que la temperatura baja considerablemente; por esto los diagramas T-S de profundidad, trazados en planos cercanos a la costa, se ven generalmente altos, salvo los de Angamos, donde posiblemente se trata de un lugar en que se producen fenómenos de afloramiento (Fig. 5, a, b, c y d).

También, por regla general, se nota que la salinidad disminuye notoriamente hasta 50 m. y de ahí a 200 m. hay un pequeño aumento paulatino, con excepciones en los meses de Otoño e Invierno.

Un fenómeno que llama la atención es que a 200 m. la corriente fría que avanza desde el sur, parece no recibir la influencia de las aguas superficiales. Sin embargo, a la altura de los cortes Sarmentia y Angamos, los resultados de las muestras superficiales parecen mostrar que hay fenómenos de surgencia, ya que se presentan en la superficie valores semejantes a los obtenidos en las muestras de profundidad.

Temperatura en profundidad. Meses de Primavera y de Verano.— En las muestras superficiales de Diciembre del Corte Arica, la temperatura varió de 19,5° a 22°; a 50 m. varió de 12° a 15° y a 200 m. de 11,7° a 12,2°. Se observa que siempre la temperatura aumenta desde el litoral hacia el mar. En Marzo, en este mismo Corte, varió en las muestras superficiales de 20° a 25°; a 50 m. de 13° a 16° y a 200 m. de 11,9° a 12,3°.

En el Corte Sarmentia, en Diciembre, varió la temperatura en las muestras superficiales de 19,2° a 21,3°, notándose una pequeña baja en la tercera y cuarta estación. A 50 m. varió de 12,6° a 15,3° y a 200 m. de 11,5° a 12° y este aumento fue desde el litoral hacia el mar, si se exceptúa la tercera en que hubo una disminución.

En el Corte Angamos, las muestras superficiales de Diciembre presentan una temperatura homogénea, 17° en las tres primeras estaciones, sufriendo una pequeña baja de 0,4° en la cuarta. A 50 m. la temperatura presenta un aumento desde la primera a la tercera

estación (12,3° a 16,5°), sufriendo un pequeño descenso a 15,3° en la cuarta estación. A 200 m. la temperatura se manifiesta irregular, variando de 11,4° a 12,3°.

Meses de Invierno.— En el Corte Arica, durante el mes de Junio, la temperatura varía en las muestras superficiales de 17,2° a 18,3° aumentando desde el litoral hacia el mar. A 50 m. la variación fue de 13,2° en las dos primeras estaciones a 14,5° en las dos últimas, y a 200 m.; de 11,2° a 13°, siendo la más fría la III estación y la más cálida la cuarta, los valores intermedios se presentan en la segunda y primera estación respectivamente.

En Agosto, la temperatura varió en las muestras superficiales de 15,2° a 15,7°, aumentando desde el litoral hacia el mar. A 50 m. la variación es de 14° a 15,5°; se observa que siempre el aumento es en el mismo sentido indicado. A 200 m. la variación aumenta desde 11,7° a 15° desde la I a la III estación, con un pequeño descenso a 14,5° en la cuarta.

En el Corte Sarmenia, durante el mes de Junio, las muestras superficiales presentan una variación de 15° a 18°; este aumento se presenta siempre en todas las profundidades en la dirección del litoral hacia el mar. A 50 m. hay primero un ascenso de 13° a 14°, luego un descenso a 13,5° en la tercera estación, y una nueva elevación de la temperatura a 14,5° en la cuarta. A 200 m. el descenso paulatino es siempre en el mismo sentido, va de 13,5° a 10,5°.

En Agosto, a 0 m., la temperatura es de 15,5° en las cuatro estaciones; a 50 m. varía de 12,6° a 13,5°, siendo igual en la II y III estación; a 200 m. disminuye paulatinamente desde 12,2°, en la primera estación a 11° en la tercera, sufriendo una pequeña alza a 11,6° en la cuarta.

En el Corte Angamos, en Junio, las muestras superficiales presentan un alza desde la primera a la cuarta estación, de 13,9° a 17,3°; a 50 m. el alza es siempre en el mismo sentido hacia el mar, de 13,5° a 16°, con pequeña irregularidad en la segunda y tercera estación, presentándose aquí los valores 14,5° y 14,1° respectivamente. A 200 m. se manifiesta cierta irregularidad; la temperatura asciende paulatinamente desde la segunda hacia la cuarta estación, de 10,5° a 12,9°, presentándose el valor 11,2° en la estación costera.

En Agosto, a 0 m., siempre de la costa hacia el mar, la temperatura sube desde 13,6° en la I estación a 15,3°, sufriendo una pequeña baja en la cuarta estación en donde es de 15°. A 50 m. se

observa el mismo fenómeno de las muestras superficiales, pero aquí el ascenso es de 13,2° a 13,8° y hay descenso en la cuarta a 13,5°. A 200 m. la temperatura aparece irregular, desciende desde 13,2° en la I estación a 11,3° en la segunda y tercera estación y en la cuarta hay una pequeña alza a 11,5°.

Corte suplementario. — En el corte suplementario, situado más al sur del Corte Angamos, más o menos 27° S, vemos que la temperatura en la superficie, durante los meses de verano, varía de 14,2° a 16,8° y en los de invierno, de 12,9° a 13,8°; a 50 m. varía de 11,7° a 12,8°, en el verano, y en los meses de invierno, de 12,2° a 12,5°; a 200 m. la variación es de 11,1° a 11,3°.

RESULTADOS DE LAS MUESTRAS DE OXIGENO.

En Diciembre, las muestras superficiales más pobres en O₂ disuelto son las del Corte Arica, en la primera y tercera estación y lo mismo en el Corte Sarmenia en la primera y segunda estación. Este fenómeno se explicaría de dos maneras: 1.º. Atendiendo al examen de los resultados, se puede deducir que desde el noroeste avanzaría en dirección hacia las costas de Caleta Sarmenia una masa superficial de aguas cálidas, la que pasaría a nivel de la III y I estación de Arica y así seguiría hacia el sur hasta Iquique, en donde sufriría un choque con las aguas frías procedentes del Sur, ocasionando una bifurcación de la masa de agua hacia mar afuera y otra hacia la costa.

2.º. Que en este tiempo habría un aumento de zooplancton lo que consumiría en gran parte el O₂ disuelto, a la vez que por la mayor temperatura y salinidad hay menor solubilidad de O₂.

En Iquique se advierte un aumento paulatino en O₂ disuelto desde el litoral hacia el mar.

En el Corte Angamos se nota la capa superficial rica en Oxígeno, en general impera el valor 5 cc./lt., siendo la más oxigenada la muestra procedente de la estación costera.

En marzo, en general, las muestras superficiales son muy oxigenadas, los valores en todos los casos sobrepasan la saturación. En Arica se observa que decrecen desde el litoral hacia el mar. A la vez, como en la temporada precedente, se nota que las muestras son más oxigenadas a medida que se avanza hacia el Sur.

Las muestras de Junio son más oxigenadas que en la época anterior y más aún las de Agosto, cuyos valores son considerablemente superiores a la saturación.

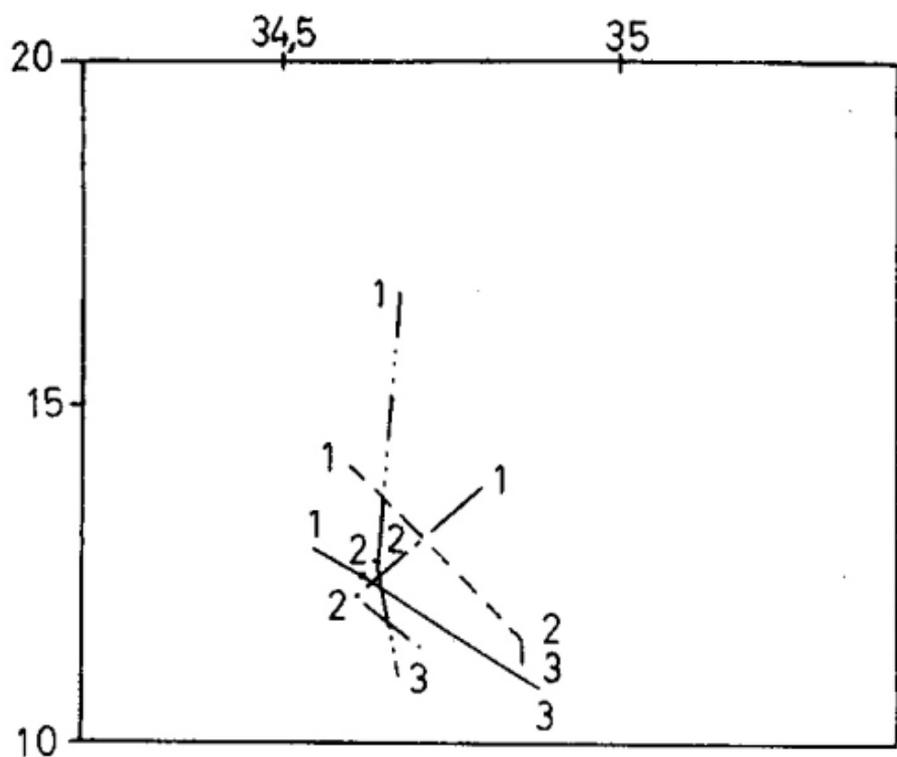


Fig 6.—Diagramas TS de profundidad en Corte Suplementario en las cuatro Expediciones.

Dic.....Huasco
 Ago.....Chañaral
 Jun.....27° S.
 Marz....Punta Pajaros

1 = 0m.
 2 = 50 "
 3 = 200 "

Consideración de los valores de oxígeno en profundidad. — Si damos una mirada inspectiva a la tabla resumen con los valores de O_2 disuelto de todas las expediciones, podemos concluir lo siguiente: a). Que generalmente la riqueza en O_2 disuelto disminuye gradualmente desde la superficie hasta la profundidad, salvo en los cortes en que se presentaría el fenómeno de afloramiento. b). Que la irregularidad en el descenso, en cuanto a contenido en O_2 , es notoria en las dos estaciones más lejanas de la costa, especialmente en los cortes Arica y Sarmenia, presentándose excepcionalmente en Angamos, en Diciembre y Junio. c). Que a 50 m. se observa irregularidad en cuanto a contenido de este gas, especialmente en los cortes Caleta Sarmenia y Angamos. d). Que a 200 m. las muestras son pobres en O_2 especialmente aquellas que proceden de la región costera; además, se observa que en las cuatro expediciones aumenta de un modo gradual desde la costa hacia el mar, salvo en los cortes Sarmenia y Angamos que presentan algunas irregularidades y, excepcionalmente en el de Arica.

Para terminar, quiero agradecer al personal de la Estación de Biología Marina de la Universidad de Chile, que participó en las cuatro expediciones y que con su aporte permitió que este modesto trabajo se realizara.

RESUMEN

Las muestras de agua de mar tomadas a 0 m., 50 m. y 200 m. durante las cuatro Expediciones Oceanográfico-pesqueras de los años 1954 y 1955 en las provincias de Tarapacá y Antofagasta, se sometieron al análisis químico, determinándose salinidad, densidad y oxígeno disuelto.

Los resultados se expresan en diagramas T-S en superficie y profundidad; en gráficos dibujados de 0 a 200 m. de profundidad y en tabla con resultados generales del O_2 disuelto.

Como conclusiones se establece que:

I. En verano la temperatura es mayor en los meses de Febrero y Marzo.

II. Las mayores variaciones de salinidad superficial se presentan en el Corte Arica.

III. En los cortes Sarmenia y Angamos, tanto en superficie como en profundidad, durante el mes de Marzo, se produce mayor variación de temperatura, no así en salinidad y el aumento se observa desde el litoral hacia el mar.

IV. En cuanto a O_2 disuelto cabe destacar que:

a) Los valores resultantes aumentan desde el Norte hacia el Sur.

b) la época de mayor oxigenación es durante el mes de Agosto en todos los cortes.

c) en sentido vertical se observa que el O_2 disuelto decrece desde la superficie hacia la profundidad, salvo en los lugares en que habría afloramiento.

d) a 200 m. las muestras son pobres en O_2 disuelto, especialmente aquellas que proceden de las estaciones costeras. A esta profundidad el O_2 disuelto aumenta gradualmente desde la costa hacia el mar, a excepción de los lugares de posible surgencia.

SUMMARY

The sea waters samples taken at 0, 50 and 200 m. deep, during the 4 Oceanographical Expeditions on 1954 and 1955 to the Tarapacá and Antofagasta provinces, were chemically analysed. Salinity, density and dissolved oxygen were determined.

The results are expressed in T-S diagrams for the surface and for the depth; in graphics from 0 to 200 m. deep, and in a table with the general results of O_2 dissolved.

The conclusions established are:

I. In summer the temperature is higher during February-March.

II. The greatest changes of the superficial salinity are seen in Arica's cut.

III. A greater change of temperature is produced at Sarmenia and Angamos's cut, as well as in the surface as in the depth and this increase is observed from the coast to the open sea.

No change in salinity is produced in the cuts.

IV. Referring to dissolved O_2 must be pointed out:

a) the resulting values increase from North to South.

b) the greatest oxygenation is presented during August in all the cuts.

c) vertically the O_2 decreases from surface to depth excepting where upwelling would be present.

d) at 200 m. the samples are poor in dissolved O_2 specially in those coming from coastal stations. To this depth the O_2 increases gradually from coast to open sea, except in those places of possible upwelling.

BIBLIOGRAFÍA

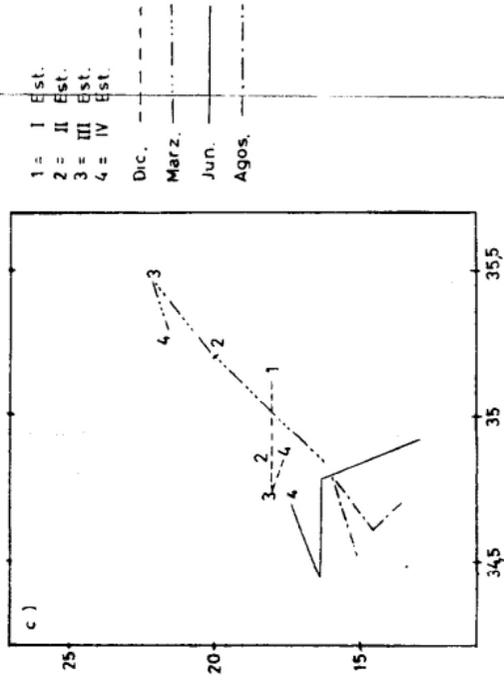
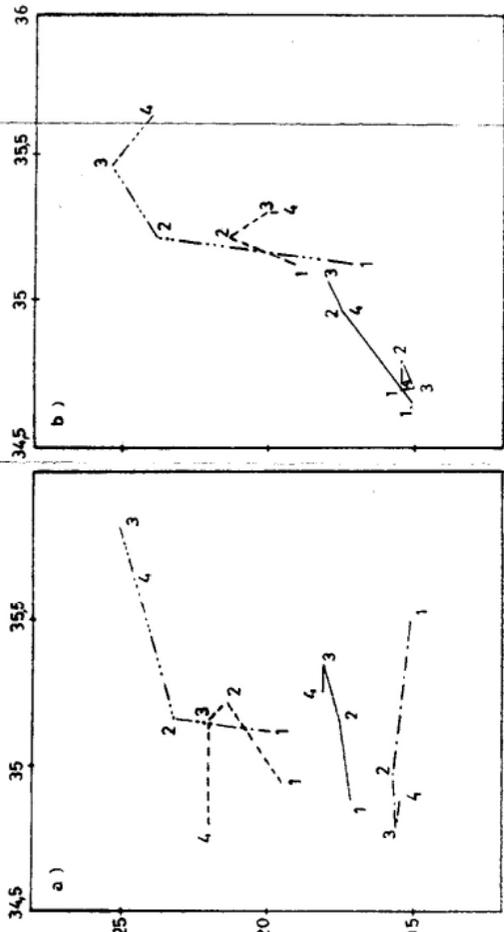
1. BARNES, H. — 1959 — Apparatus and Methods of Oceanography. Part I, pp. 1-341. London.
2. BATHER, J. M. and RILEY J. P. — 1953 — The precise and routine potentiometric determination of the Chlorinity of sea water. Journ. du Cons. Int. Explor. Mer. Vol. XVIII.
3. BATHER, J. M. and RILEY, J. P. — 1954 — The Chemistry of the Irish Sea Part. I. The Sulphate-Chlorinity Ratio. Journal du Conseil. Vol. XX, N.º 2, pp. 145-152.
4. BERGET, M. ALPHONSE — 1931 — Leçons d'Océanographie Physique, 2.º partie: l'Océan et l'Atmosphère. Annales de l'Institut Océanographique. Tome XI.
5. BIEN, GEORGE S. — 1954 — High frequency titration of microquantities of chloride and sulphate. Analytical Chemistry. Vol. 26, pp. 909-911. In Contributions 1954. University of California. Scripps Institution of Oceanography.
6. BJERRUM, NIELS — 1904 — On the determination of chlorine in sea water and examination of the accuracy with which Knudsen's pipette measures a volume of sea water. Meddelelser fra Kom for havundersøgelser. Serie: Hidrografi. Bind I. Kobenhavn, pp. 1-15.
7. DE BUEN, ODON. D. — 1921 — Instrucciones para el estudio de las aguas superficiales. Boletín de Pesca del Ministerio de Marina, publicado con el concurso del Instituto Español de Oceanografía Madrid. Julio-Agosto, Año VI, N.º 59-60.
8. COOPER, L. H. N. — 1954 — Deep water movements in the North Atlantic as a Link between climatic changes around Iceland and biological productivity of the English Channel and Celtic Sea. Journ. Mar. Research. Vol. 14, N.º 3, pp. 347-362.
9. CUBILLOS MOYA, REGINA — 1948 — Determinación del Oxígeno en el agua de mar. Revista de Biología Marina. Vol. 1, N.º 1, Valparaíso.
10. CUBILLOS, M. REGINA y BÓRQUEZ, ORIANA — 1959 — Relación de salinidad y temperatura del agua de mar en la Bahía de Valparaíso en los años 1957-1959. Trabajos presentados a las Jornadas Hidro-nómicas de Chile.
11. DITTMAR, W. — 1884 — "Report on Researches into the composition of ocean water collected by H. M. S. Challenger". Challenger Report, Physics and Chemistry. Vol. 1, pp. 1-251.
12. GIRAL, J. — 1926 — Quelques observations sur l'emploi de l'eau normale en océanographie. Public. de Circ. Cons. Explor. Mer. N.º 90.
13. GUNTZ, ANTOINE A. et PEREZ, J. J. — 1955 — Sur la détermination de la salinité de l'eau de mer. Bull. de l'Inst. Océan. Monaco. N.º 1057, p. 1-18.

14. HARVEY, H. W. — 1928 — *Biological Chemistry and Physical of Sea Water*. Cambridge.
15. HARVEY, H. W. — 1949 — *Chimie et Biologie de l'eau de Mer*. Paris.
16. HARVEY, H. W. — 1955 — *The Chemistry and Fertility of Sea Waters*. Cambridge.
17. HERMANN, F. — 1952 — High accuracy potentiometric determination of chlorinity of sea water. *Journ. du Conseil*. Vol. 18.
18. IPIENS LACASA, D. ANTONIO — 1919 — Determinación de Oxígeno disuelto en el agua de mar. *Memorias del Instituto Español de Oceanografía*. Tomo II. Memoria II. Madrid.
19. KNUDSEN, M. — 1948 — *Hydrographical Tables*. Copenhagen.
20. LEGENDRE, R. et MENACHE, M. — 1949 — Conservation des eaux de mer destinées aux dosages de chlorinité. *Bull. Inst. Océan. Monaco*. N.º 947.
21. MENACHE, M. — 1951 — De l'emploi de l'eau normale de Copenhague, comme étalon dans le dosage de la chlorinité des eaux Méditerranéennes. *Bull. de l'inst. Océan. Monaco*. N.º 985.
22. OXNER, M. — 1920 — *Manuel pratique d'analyse de l'eau de mer*. Bull. de la Comm. Int. pour la Explor. Scient. de la Mer Méditerranée, N.º 3. Monaco.
23. PAGE, IRVINE H. — 1928 — Further observations on the Chemical Compositions of Woods Hole Sea Water. The Chlorine Content and Salt Analysis *Biol. Bull.* Vol. LV, N.º 6, pp. 449-452, Woods Hole, Mass.
24. POLLACK, M. J. — 1954 — The use of electrical conductivity measurements for chlorinity determination. *Journ Mar. Research*. Vol. 13, N.º 2, pp. 228-237.
25. ROMANOVSKY, V., FRANCIS-BOEUF, C. et BOUCART, J. — 1953 — *La mer*. Librairie Larousse. Paris.
26. ROUCH, J. — 1946 — *Traité d'Océanographie Physique II. L'eau de Mer*. Payot. Paris.
27. SVERDRUP, H. U., JOHNSON, M. W. and FLEMING, R. H. — 1942 — *The Ocean, their Physics, Chemistry and Biology*. New York.
28. SVERDRUP, H. U. — 1943 — *Oceanography for Meteorologist*, New York Prentice Hall, Inc.
29. SVERDRUP, H. U. — 1947 — Note on the correction of reversing thermometers. *Journ. Mar. Res.* Vol. 6, N.º 2, pp. 136-138 New Haven.
30. THOMSEN, HELGE — 1948 — Instructions pratiques sur la détermination de la salinité de l'eau de mer par la méthode de titrage Mohr-Knudsen. *Bull. de L'Institut Océan. de Monaco*, N.º 930. p. 1-16.

RESUMEN DE LOS VALORES DE O₂ DISUELTO

	DICIEMBRE				MARZO				
	I Est.	II Est.	III Est.	IV Est.	I Est.	II Est.	III Est.	IV Est.	
	Prof. m.				Prof. m.				
Corte Arica	0 50 200	1.27 4.75 0.55	1.13 2.94 3.17	5.29 4.95 4.27	0 50 200	6.94 2.93 2.14	5.92 2.03 1.86	5.36 5.64 2.59	4.68 5.87 0.79
Corte Sarmenia	0 50 200	1.21 4.84 1.13	4.40 1.84 4.40	5.60 1.47 5.05	0 50 200	5.92 1.69 1.64	6.15 1.47 1.02	7.45 1.86 2.09	5.92 5.19 1.58
Corte Angamos	0 50 200	5.55 1.49 1.32	5.03 5.13 1.47	5.02 1.80 5.41	0 50 200	5.65 1.36 1.58	8.36 7.11 1.80	6.55 6.49 2.59	6.32 4.68 2.60
	JUNIO				AGOSTO				
	I Est.	II Est.	III Est.	IV Est.	I Est.	II Est.	III Est.	IV Est.	
	Prof. m.				Prof. m.				
Corte Arica	0 50 200	6.68 0.91 1.46	6.68 4.04 1.09	5.83 4.62 3.34	0 50 200	11.9 — —	9.23 7.05 3.85	9.23 4.55 4.88	9.23 11.90 4.88
Corte Sarmenia	0 50 200	4.85 0.73 1.09	5.10 5.59 0.85	6.50 5.59 2.79	0 50 200	10.83 10.32 6.51	9.75 7.04 2.17	8.12 3.25 2.17	5.96 1.61 2.17
Corte Angamos	0 50 200	4.37 0.73 0.85	4.86 6.92 1.40	5.34 6.68 4.86	0 50 200	— — —	6.5 8.12 2.06	8.88 5.42 1.41	5.92 3.36 1.30

Fig 1.- Diagrama T S superficial de comparación de las cuatro expediciones
 a) Corte ARICA, b) Corte SARMENIA, c) Corte Angamos.



- 1 = I Est.
 - 2 = II Est.
 - 3 = III Est.
 - 4 = IV Est.
- Dic. - - - - -
 Marz. -
 Jun. - - - - -
 Agos. - - - - -

Fig. 2. Diagrama T-S de Superficie en los cerros longitudinales de las cuatro Expediciones desde Arica a Caldera - aproximadamente en las longitudes: a) 70°W, b) 71°W, c) 72°W, d) 73°W.

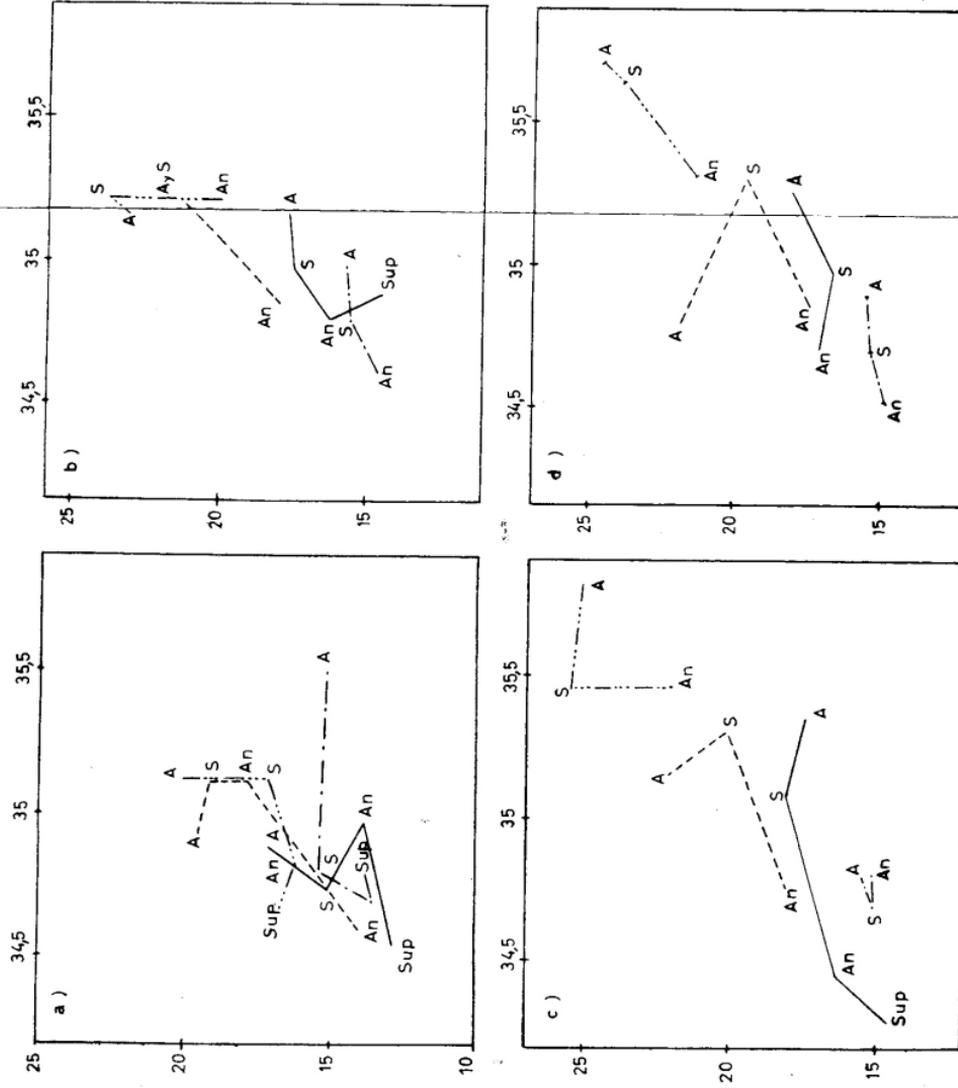


Fig 3. - Diagrama T S de profundidad en las cuatro expediciones en el corte Arica

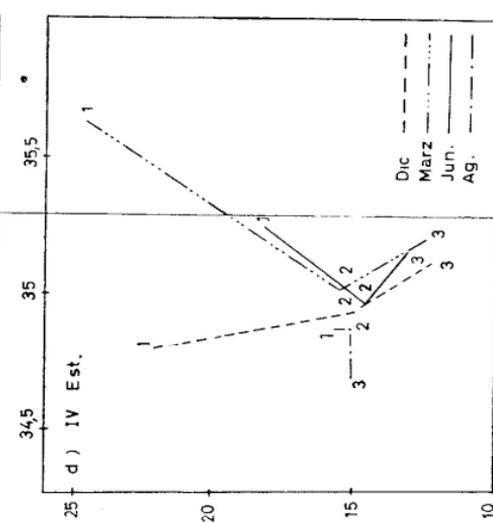
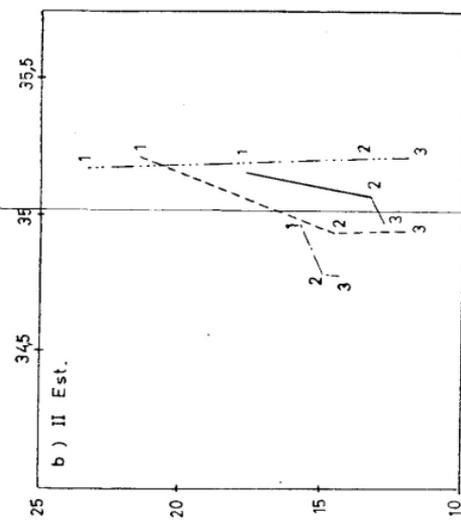
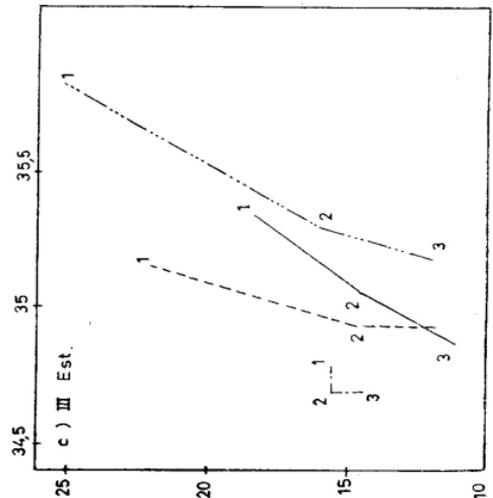
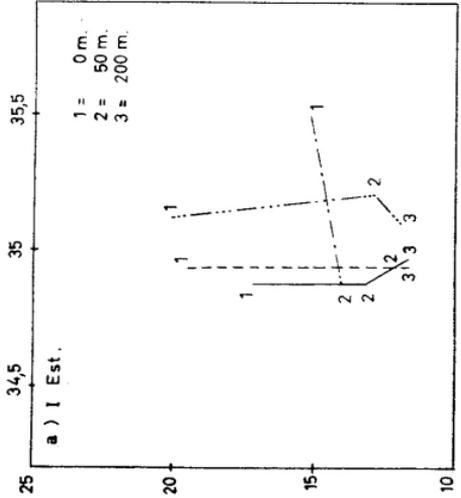


Fig 4. - Diagrama T S de profundidad en las cuatro expediciones, en el corte Sarmentia

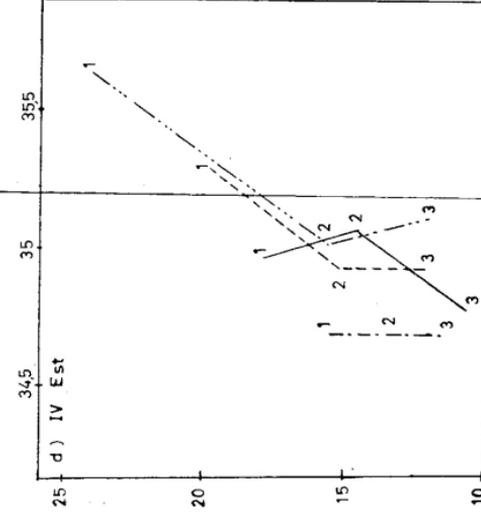
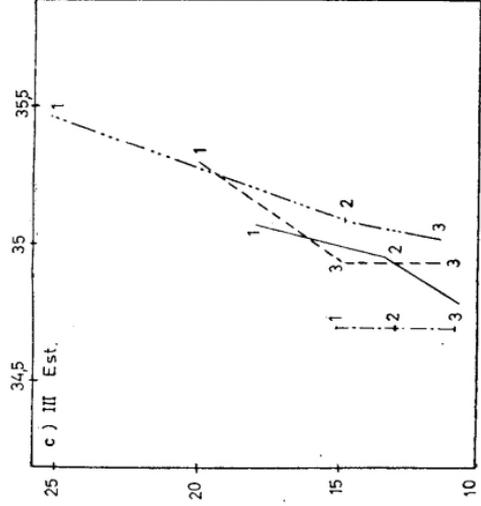
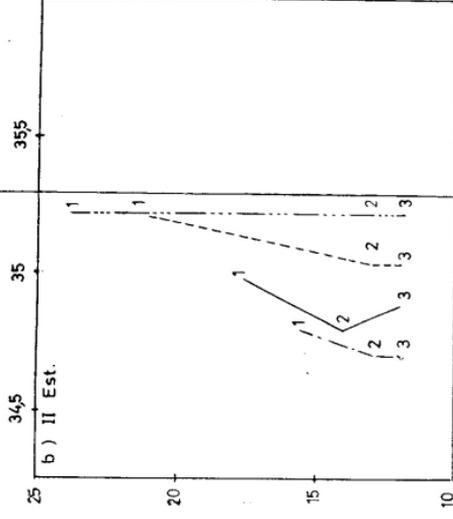
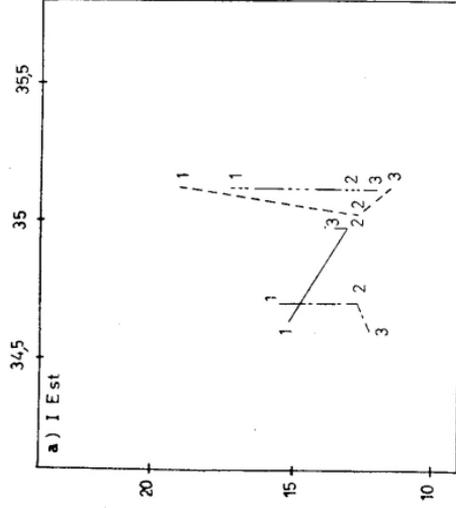
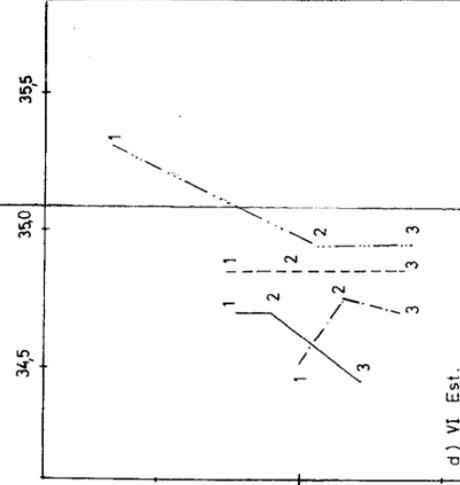
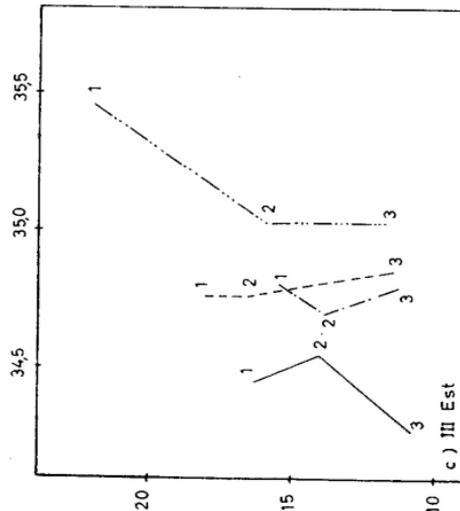
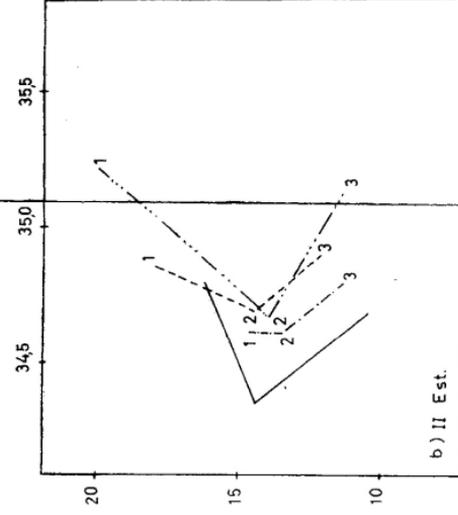
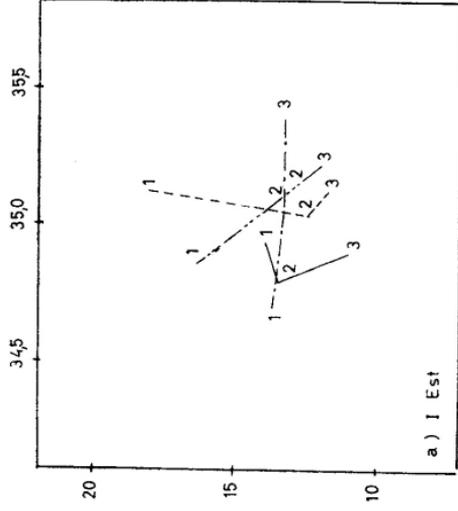
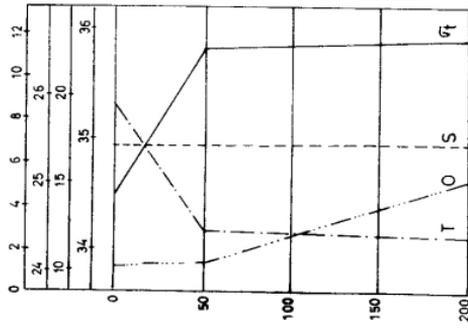


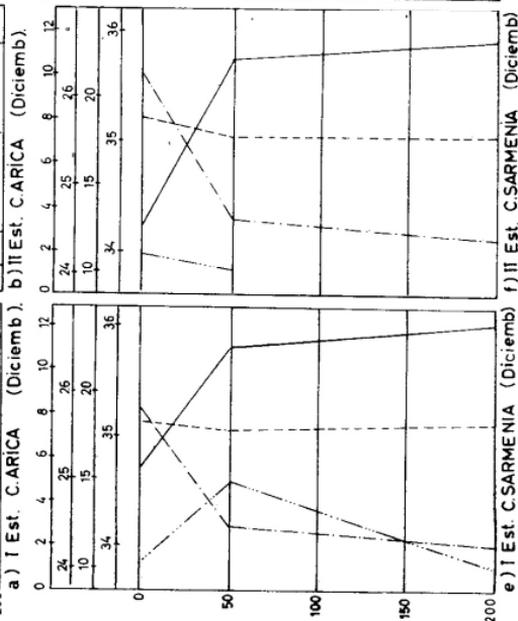
Fig 5.- Diagrama T-S de profundidad en las cuatro expediciones en el fuerte Angamos



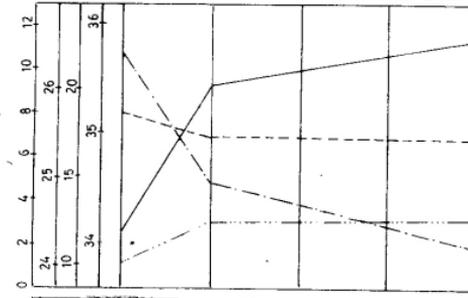
LAM. 1 RESULTADOS QUÍMICOS EN PROFUNDIDAD a, b, c, d, Corte ARICA, e, f, g, h, Corte SARMENIA.



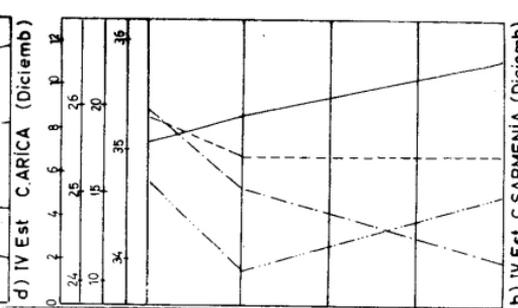
a) I Est. C.ARICA (Diciemb).



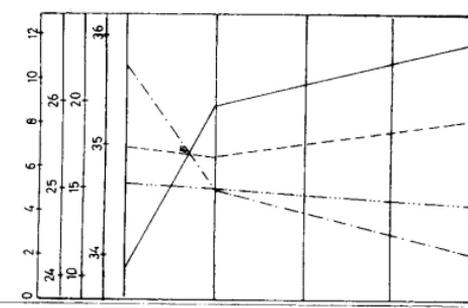
b) II Est. C.ARICA (Diciemb).



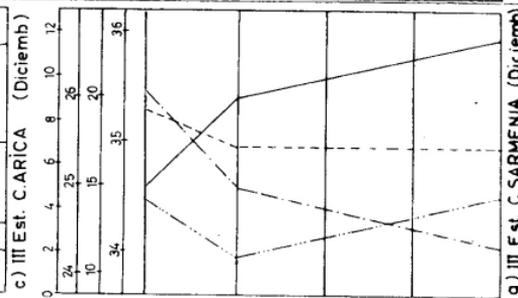
c) III Est. C.ARICA (Diciemb).



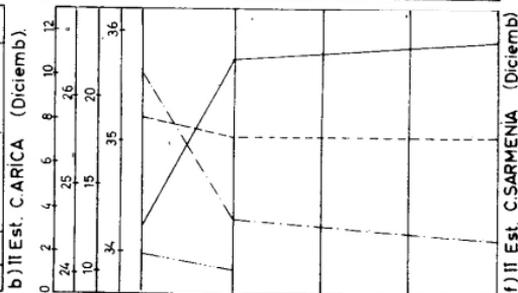
d) IV Est. C.ARICA (Diciemb).



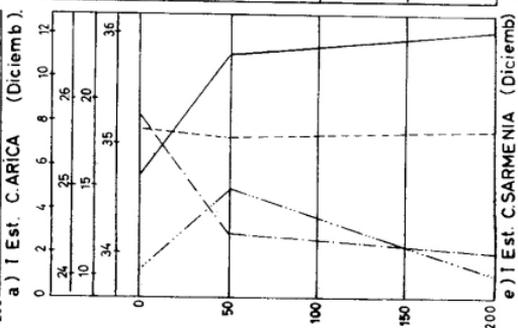
e) I Est. C.SARMENIA (Diciemb).



f) II Est. C.SARMENIA (Diciemb).

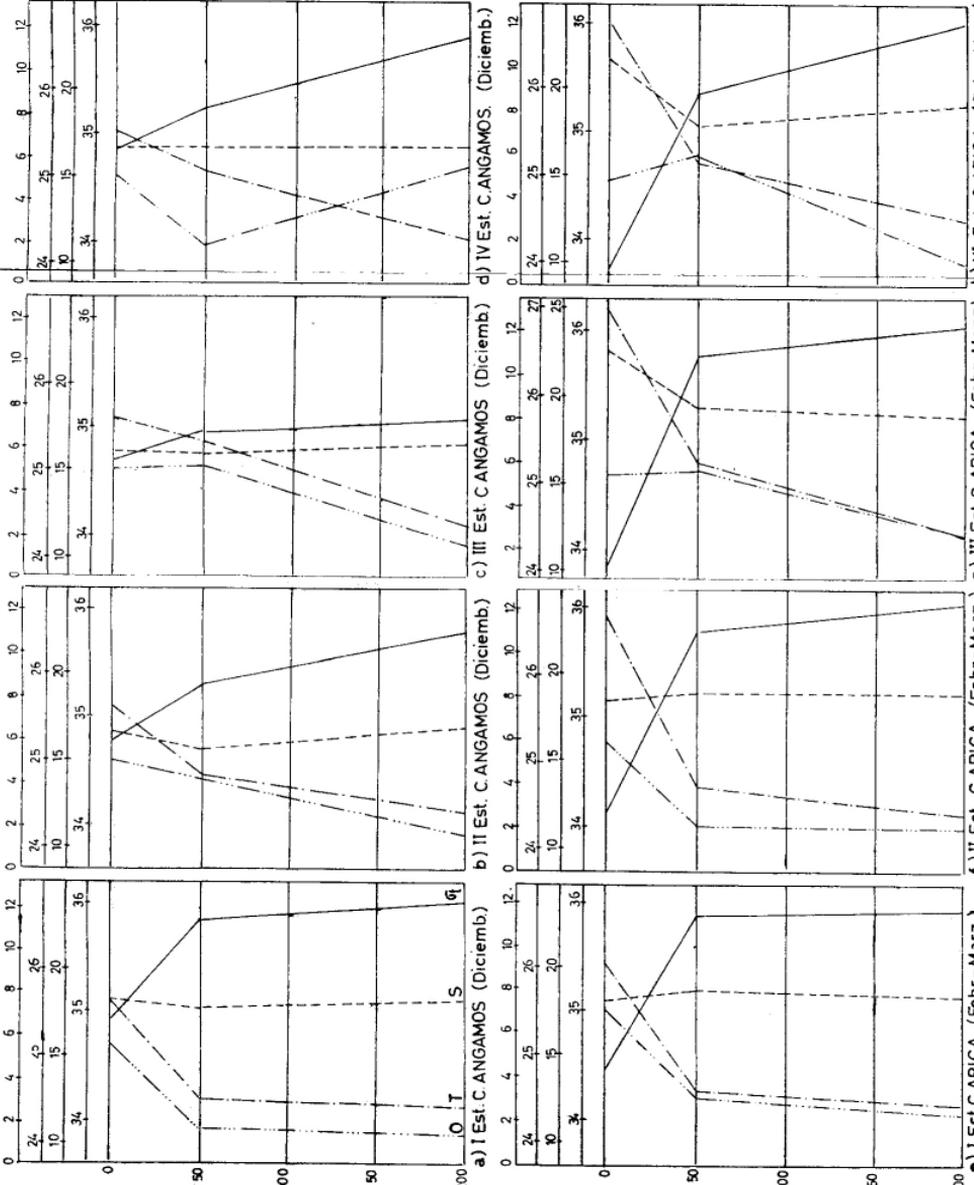


g) III Est. C.SARMENIA (Diciemb).

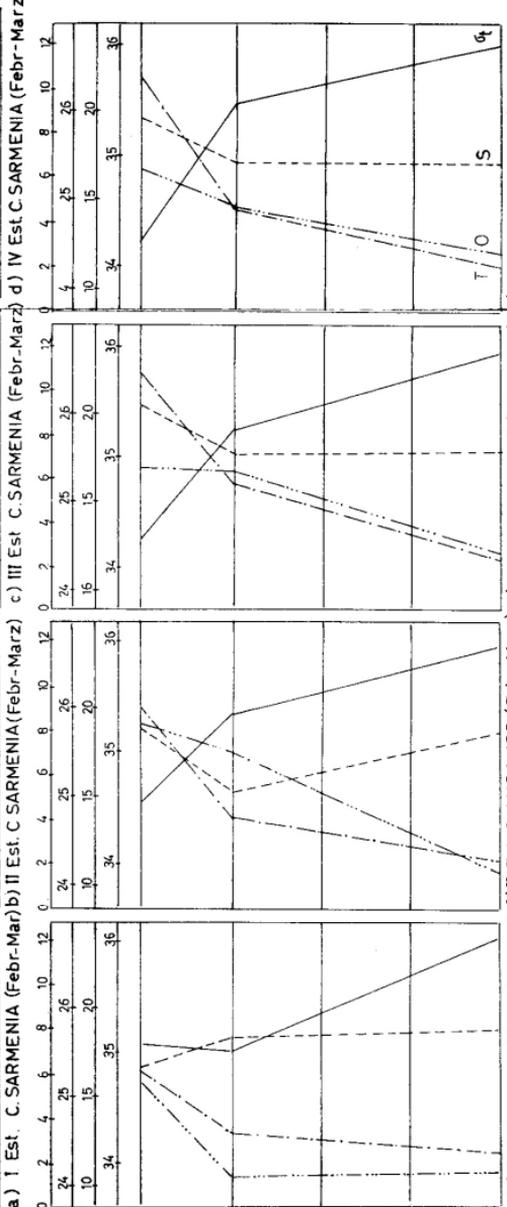
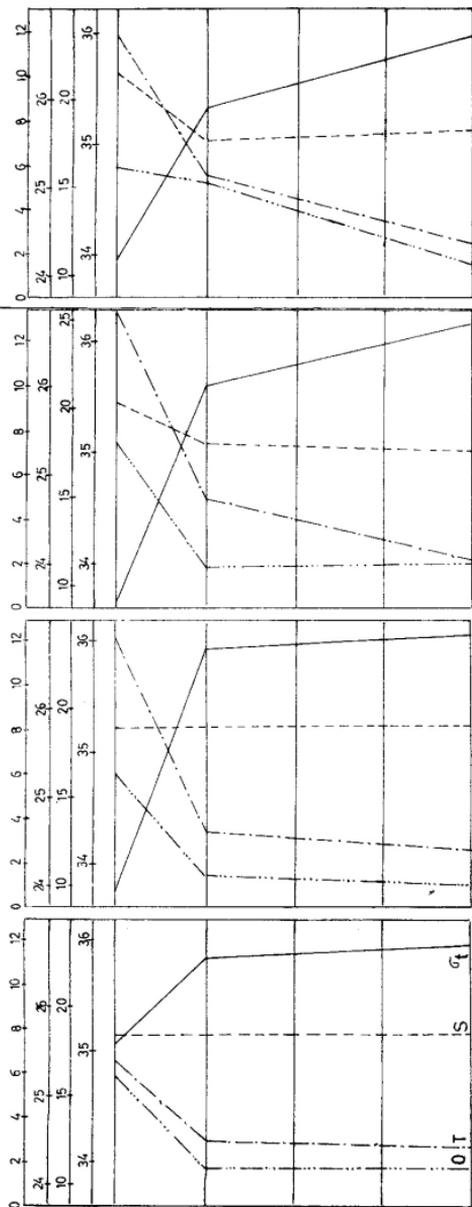


h) IV Est. C.SARMENIA (Diciemb).

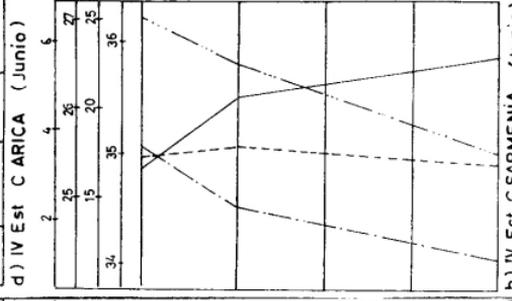
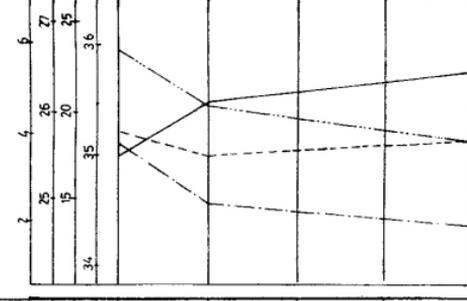
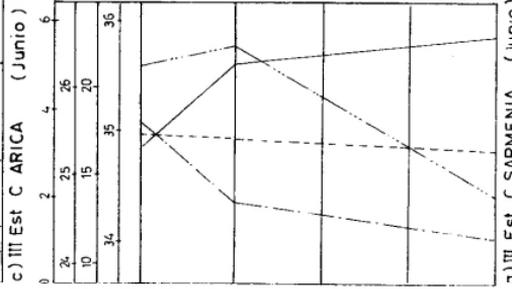
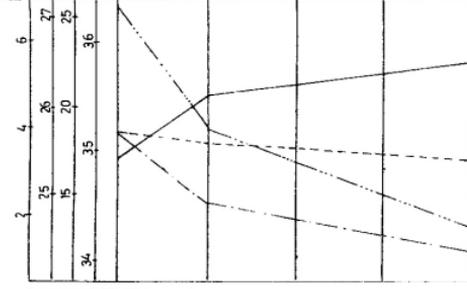
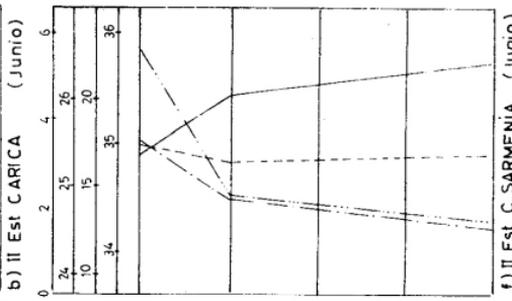
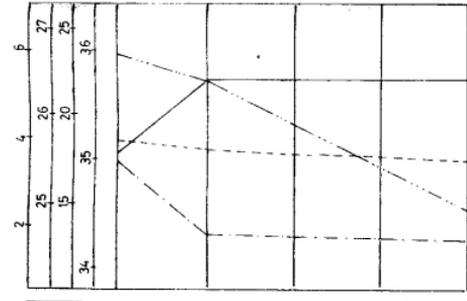
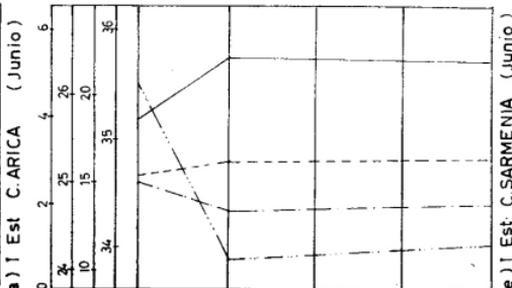
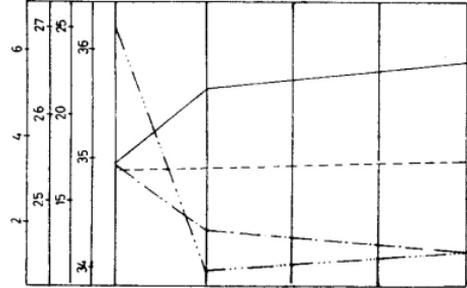
LAM 2: RESULTADOS QUÍMICOS EN PROFUNDIDAD a, b, c, d, Corte ANGAMOS, Diciemb. e, f, g, h, Corte. ARICA, Febr.-Marz



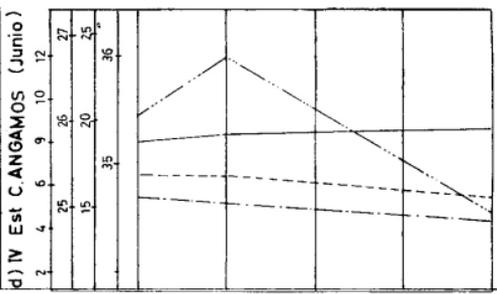
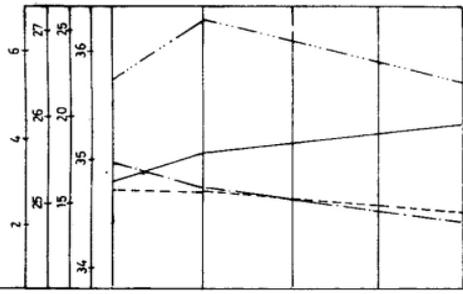
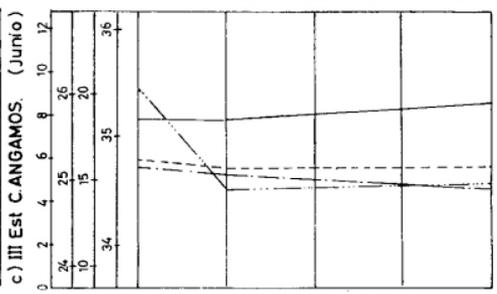
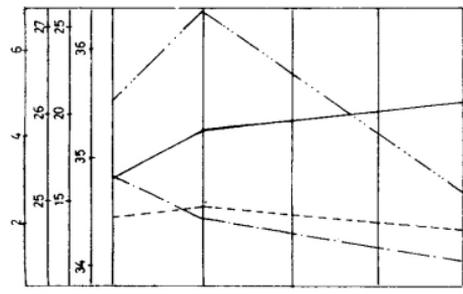
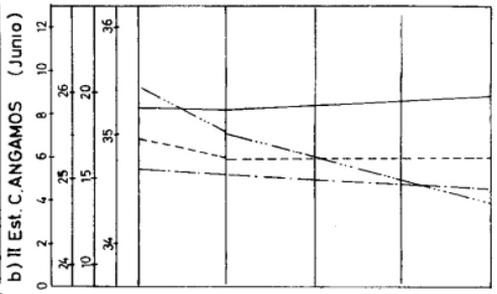
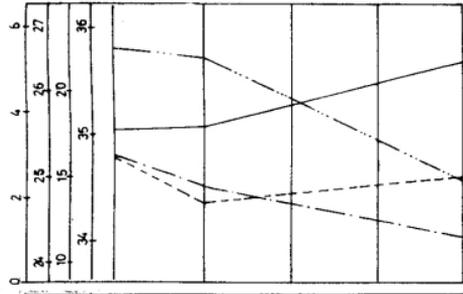
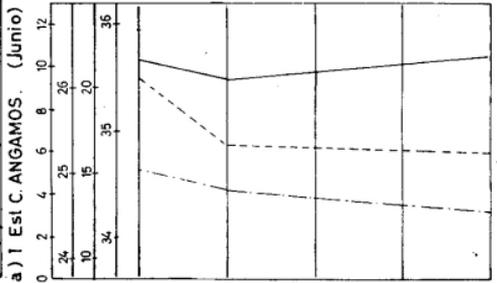
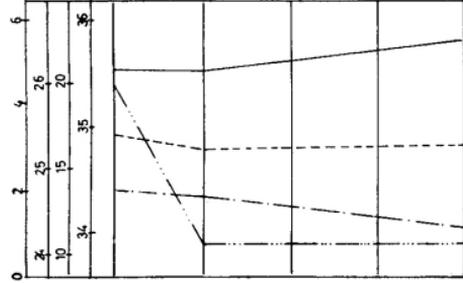
LAM 3 RESULTADOS QUÍMICOS EN PROFUNDIDAD a,b,c,d,Corte SARMENIA e,f,g,h, Corte ANGAMOS



LAM 4 RESULTADOS QUÍMICOS. EN PROFUNDIDAD a, b, c, d, CORTE ARICA, Junio; e, f, g, h, CORTE SARMENIA, Junio.



LAM 5 RESULTADOS QUÍMICOS EN PROFUNDIDAD a b c d CORTE ANGAMOS Junio e, f, g, h, CORTEARICA, Agosto



LAM 6 RESULTADOS QUÍMICOS EN PROFUNDIDAD a, b, c, d, CORTE SARMENIA e, f, g, h, CORTE ANGAMOS, Agosto.

