

El Mar de Solís y su Fauna de Peces
I PARTE

El Mar de Solís

por

FERNANDO DE BUEN ¹⁾

⁽¹⁾ Doctor en Ciencias Naturales. Asesor y Jefe del Departamento Oceanográfico del S. O. Y. P. Del Instituto Español de Oceanografía.

El que llamamos Río de la Plata ha merecido catalogaciones geográficas bien diversas, Solís, acaso el más acertado, lo llamó Mar Dulce, otros, como Francisco Torres, le dieron el nombre de Río de Solís, algunos lo suponen un Golfo y buen número de ellos un Estuario.

Dado el pasado geológico y las características de sus aguas, es a nuestro juicio el Mar dulce de Solís un Mar en decadencia, que aún no perdió esa jerarquía. Complejo en su constitución oceanográfica y batilitológica y con marcada escasez de vegetales y animales exclusivos.

Es un Mar Intracontinental, sin la salazón del Atlántico, ni la dulzura de las aguas de un río, geográficamente muy abierto pero con límites bien determinados en sus propias características.

El que podemos llamar Mar de Solís, evitando el nombre de río y no concediéndole la condición inadecuada de Dulce, tiene características biológicas, físicas y químicas de gran lago litoral recibiendo notables aportes fluviales en el fondo de su seno continental y enfrentándose a las aguas oceánicas.

Tiene el Mar de Solís fronteras geográficas de un solo continente, pero goza también de límites oceanográficos cambiantes, cual corresponde a la inquietud de las aguas de un mar. Las luchas de dominio entre las aguas muy salinas y las salobres, aproxima o aleja sus fronteras bajo la presión dominante de masas líquidas difíciles de mezclar.

En estas páginas intentaremos resumir las características del Mar de Solís considerándolo como el medio de vida de los peces, a quienes dedicaremos nuestras preferencias, destacando los rasgos generales de su distribución y dando lista de las especies que hemos conocido al través de la bibliografía consultada. Pudiéramos olvidar involuntariamente determinados autores que no pudimos leer (no es posible en el primer intento pretender la obra acabada), pero ese olvido procuraremos subsanarlo en futuras contribuciones, destina-

das a completar o corregir, cuando hubiere lugar, las opiniones ajenas y también las propias.

En un curso desarrollado como Asesor de la Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, destinado a educar al personal de aquella dependencia mexicana, alojaba dentro de la Paleotalasografía los acontecimientos en el pasado geológico de los océanos. Repetiremos el nombre, ampliándolo con la Paleolimnología, relativa a las aguas interiores en otras eras de la Tierra.

Con los conocimientos Paleotalasográficos y Paleolimnológicos podremos interpretar mejor la Talasografía u Oceanografía y la Limnología actuales.

Deseo hacer constar, en honor a realidades, que mi labor ha sido posible mediante la ayuda eficaz y competente que me presto siempre el Directorio del Servicio Oceanográfico y de Pesca; aliento necesario y doble de agradecer cuando la tarea se desarrolla en el campo científico, lleno de sugerencias, de ulteriores posibilidades de aplicación, pero en el momento con apariencias de utilidad remota.

No podíamos, ni debíamos tampoco, emprender el estudio que nos proponemos sin buscar la cooperación ajena. La totalidad de los datos de la Campaña del R.O.U. "Aspirante" que comentamos en el transcurso de este escrito, nos los procuró el Capitán de Fragata Hispano Perez Fontana, competente Meteorólogo y Oceanógrafo, dedicado por entero al desarrollo de esas dos ciencias en el Uruguay, y a quien tengo por sincero amigo, con los recuerdos mejores de su paso por España y por el Instituto Español de Oceanografía.

Muchos días, aprovechando la afectuosa acogida del Director del Museo de Historia Natural, Dr. Ergasto H. Cordero, acudía a consultar la bien nutrida biblioteca de aquella prestigiosa entidad, puesta por entero y con la mayor esplendidez a mi disposición. En la tediosa búsqueda de los trabajos de consulta cooperó con su proverbial amabilidad el Bibliotecario del Museo señor P. Cantera, acompañándome y prestándome su concurso el señor Juan Soriano, dotado de competente inquietud juvenil.

Para entrar en el campo de la Geología, intentando seguir la evolución del Mar de Solís en eras no muy lejanas, pude consultar la bibliografía clásica, aprovechando la eficaz ayuda del doctor Rodolfo Méndez Alzola, bien conocido por su saber en esa rama de la Ciencia.

A todos agradezco la cooperación prestada.

PALEOTALASOGRAFIA

Somos propicios a imaginar que las transformaciones morfológicas de la corteza terrestre son producto de catástrofes; nos son más gratos los fenómenos espectaculares y los cataclismos que la acción modesta, lenta, pero eficaz. Soñamos con formidables explosiones volcánicas o conmociones sísmicas que cambien rápidamente la faz de la superficie de la tierra. Las realidades del conocimiento son menos espectaculares, se ajustan más al esfuerzo modesto, pero inmenso en el tiempo, de la denudación, el transporte y el depósito, suavizando las asperezas encaramadas y rellenando las tierras bajas. Con lentitud secular y bajo la persistencia del trabajo modesto se modelan cordilleras, cambia el cauce de los ríos, las tierras anegadas: lagunas, lagos y aún mares, pierden profundidad por relleno de sedimentos, los vastos océanos de cuencas abismales invaden los continentes o se alejan de la tierra firme, dejando como recuerdo valles secos cubiertos de diversos materiales sólidos.

Convencidos de esa acción geomórfida lenta, hemos de creer en la formación sucesiva, debida a esfuerzos continuados en el tiempo, de la cordillera de los Andes, formidable espina dorsal de América del Sur.

Los Andes, formados en el transcurso del Cenozoico, han influido decididamente en la repartición de tierras y mares, no solo por sus propios levantamientos que transtornaron las capas sedimentarias que lo formaron, influyendo también en terrenos próximos, forzados a buscar nuevas posiciones, logradas con simples balanceos si se trata de materiales sólidos, rígidos, fortalecidos por la metamorfosis de su intimidad petrográfica, u obteniéndolas plegándose, rompiéndose, cayendo o deslizándose, si la coesión de los materiales desequilibrados no responde a los esfuerzos que soportan.

Sin entrar a discutir el modo de formación de la cordillera andina, dentro de nuestros conocimientos podemos buscarle dos orígenes: sedimentos acumulados en épocas precedentes levantados por presiones laterales que pugnarán por acortarles el espacio ocupado, o acaso mejor, por la resistencia al avance del continente Sudamericano al apartarse de Africa, ampliando la cuenca atlántica. El bloque continental deslizado hacia el occidente pudo plegar su frente de avance y transtornar a la vez con intensidad variable de acuerdo

con la heterogénea constitución geológica, los materiales sólidos de las inmediaciones.

El corte transversal medio de America del Sur parece tener la forma de un sólido en movimiento. Por delante, la masa andina y sus proximidades montañosas, ambas profundamente embutidas en el Sima, formarían en conjunto el frente dilatado de la figura dinámica, adelgazado cada vez más, hasta terminar en prolongada planicie continental hoy anegada bajo las aguas del Océano Atlántico.

Sin fijar atención en el detalle, en rápida vision de conjunto, recordaremos la estructura geológica de America del Sur, interesados especialmente en conocer la franja transversal que cruza tierras uruguayas. Siguiendo de Oeste a Este un paralelo próximo al majestuoso Aconcagua, realzado de los próximos abismos del Pacífico, luego de atravesar la costa chilena con importantes accidentes de antigua contextura petrográfica, se levanta el imponente macizo de los Andes. Sedimentos marinos acumulados en la segunda mitad del grupo Mesozoico, sufriendo sucesivas presiones de uno o varios orígenes, se levantaron de su lecho en el transcurso de la era Terciaria, y con menos intensidad en el inmediato Pleistoceno, modelando por etapas la actual cordillera, en cuyas alturas, de miles de metros, se encaraman los recuerdos fosilizados de la fauna del mar secundario.

Descendiendo hacia el Atlántico, sigue a los Andes la Precordillera, originada a final del Paleozoico con materiales sedimentarios formados con anterioridad en la propia era. Generalizando podemos continuar la Precordillera con las Sierras Pampeanas de Selzner, avanzada del fundamento arcaico, roto, fragmentado, y hundido dando cabida a depósitos en el largo período comprendido entre el final de Paleozoico y los albores del grupo Mesozoico.

Dejamos atrás cordilleras, sierras y montañas, entramos hacia oriente en la extensa llanura Chaco-pampeana, hundimiento receptor de los productos de la denudación y teatro de transgresiones y regresiones marinas durante buena parte de la Era terciaria. Limita la llanura hacia Oriente con el bloque incommovible de la Brasilia, entero y rígido, pero fuertemente desgastado por el embate continuado de los agaites externos.

La franja costera está formada por los Brasilides de Keidel, extendidos por el Oriente del Uruguay y tierras del Brasil.

ORIGENES DEL MAR DE SOLIS. — La llanura Chaco-pampeana limitada de manera discontinua por las Sierras Pampeanas

hacia el Occidente y por el bloque arcaico de la Brasilia hacia Oriente, recuerda el pasado esplendor del Mar de Solís.

Si abarcamos las Series Miocena y Pliocena dentro del Eógeno, durante este atimo sistema penetraron cada vez más profundamente las aguas atlánticas en pleno continente Sud Americano. Movimientos del bloque preterciario dieron paso al extenso Mar Intracontinental, cuyo recuerdo, bien reducido en extension y profundidad, hasta nuestros días.

En los estudios locales, al observar e interpretar la formación de terrenos limitados, se ha venido explicando la sucesión de capas e hiladas con diferentes orígenes: marino, lacustre, fluvial o de tierras emergidas, como resultado de modestos y sucesivos descensos y elevaciones del suelo. No parece necesario acogerse a modestas oscilaciones positivas o negativas del bloque primitivo, para comprender las alternancias de origen. La formación de suelos en el seno del mar, dentro de un lago o laguna, en la cuenca de un río, o en las tierras secas, parecen debidos en la llanura Chaco-pampeana al continuado descenso de la Brasilia durante el Cenozoico, adentrando las aguas atlánticas y limitando su extension en superficie y profundidad el ingente relleno de sedimentos.

No dudamos que el Mar de Solís fué profundo y sus aguas de alta salinidad atlántica. El hallazgo de restos fósiles de Escualos nos afirma en ese criterio. Por otra parte las perforaciones efectuadas en diversas provincias de la República Argentina (Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, Santiago del Estero y Catamarca) encontraron estratos de formación terciaria durante la transgresión Entrerriana hasta profundidades de más de 350 metros sate el nivel del mar actual.

Parece desconcertante el hallazgo sobre un mismo corte o perforación del terreno, de materiales y fósiles procedentes de facies distintas, de Ostras por ejemplo aglomeradas en bancos costeros bañados en aguas de salinidad variable, en areas donde es un hecho la pugna entre el mar y los aportes de tierra adentro, de restos de Escualos o Ballenatos originariamente oceánicos, llegados cuando la salinidad alta del Mar de Solís permitió su acceso, de playas estériles o pobremente pobladas por fósiles marinos, que dejaron las corrientes o el embate de las olas, fangales endurecidos con el tiempo y poblados de restos de Crustáceos, Peces y otros animales. Esta

variedad se ajusta bien a un mar en **evolución**, formado sobre las tierras **bajas** receptoras de una amensa masa de detritus procedentes de las **márgenes** o de las **enenas** fluviales extendidas **por** las vertientes de los terrenos **montañosos**.

Las transgresiones y regresiones marinas pueden tener **explicación** en este caso 'en el descenso secular del suelo, combinado con **fenómenos Paleotalasográficos** y **Paleolimnológicos**. Un mar intracontinental con gran carga de detritus reparte los materiales **sólidos** en muy diversas fases, que pueden sucederse sin cambiar de lugar, **pasando** de mar profundo a costero, por **relleno**, invadido por apretado banco de ostras, **después** cubierto de arenas, **más** tarde formando una **laguna** salobre, etc., etc.

Lo que parece **indudable** es el progresivo descenso del suelo, al cual se debe la **acumulación** continuada de materiales, capa **sobre** capa, hasta dejar el fiel recuerdo de la historia de un mar en inquieta **evolución**.

En los **momentos** de **máxima transgresión**, cuando el Mar de **Solis** rodeó las Sierras Pampeanas formando islas, las aguas dulces o suavemente salobres ocupaban lagos o lagunas en la parte **más** alejada del **Atlántico**, los aportes de **las** vertientes y la fuerte **sedimentación** **fué** limitando la cuenca, primero en profundidad y **luego en extensión**, hasta formar valles secos sin bruscas pendientes, por donde corrieron los derrames fluviales.

No **dudamos** que las aguas del mar cenozoico **intracontinental** eran **más** calientes que las actuales, lo prueban ciertos **representantes** de su fauna y **la** misma densidad de los bancos **ostrícolas**. **Seguramente** la masa **oceánica** ecuatorial avanzada por las costas del Brasil rebasaba hacia el Sur la entrada del Mar de **Solis**, penetrando profundamente su influencia.

El paso entre el continente y las islas **Falkland**, cerrado en los comienzos del terciario y acaso **aún** durante la **transgresión** Entrerriana o a lo menos recientemente abierto, **impidió** o **dificultó** la **llegada** de las aguas **frías** adelantadas por la Ramada corriente de **Falkland**.

EL MAR DE SOLIS EN LA ERA TERCIARIA. -- El antiguo bloque hundido, que al descender **dejó** entrar paulatinamente, cada vez **más** adentro, aguas **atlánticas** caldeadas y salinas, presenta fuer-

te desnivel. Las formaciones marinas del Cenozoico se encuentran en las barrancadas del río Uruguay o del Paraná, pero en amplia zona de la República Argentina es necesario perforar el subsuelo y ahondar profundamente para tropezar con ellas. Acaso, responde el desnivel al hundimiento del bloque arcaico, roto en falla, en fallas escalonadas, o solamente doblado en pliegue monoclinar, a lo menos entre el borde uruguayo emergido y su continuación bajo el mar hasta la costa Argentina, donde, esos antiguos terrenos se descubren a 300, 400 y aún 500 metros de profundidad.

Las aguas atlánticas debieron comenzar su penetración a la altura de la bahía de Samborombón o sus proximidades, y en sucesivo descenso del terreno ampliarían la boca del Mar de Solís entre la costa actual del Uruguay y lugares cercanos a Mar del Plata, adentrándose profundamente por el litoral bonaerense y a lo largo y ancho de la extensa cuenca actual del río Paraná. Hacia occidente, bañando las faldas de las estribaciones de los Andes, el Mar de Solís cenozoico mezclaba sus aguas con los derrames de la próxima vertiente, inundando con aguas dulces y salobres extensa región, donde afloraban islas y formaba la tierra emergida salientes peninsulares.

En la localidad clásica de D'Orbigny, próxima a la ciudad de Paraná, sobre las barrancadas del río de igual nombre, podemos seguir e intentar interpretar los acontecimientos principales del Mar de Solís, que tuvieron lugar en los últimos tiempos de la era Terciaria. Nos servirá de guía el estudio de J. Frenguelli "Contribución al conocimiento de la Geología de Entre Ríos".

En el primer avance del Océano Atlántico al formar el Mar de Solís, llegaron escasos representantes marinos, dejando en recuerdo restos fósiles de Cetáceos entremezclados con materiales del terreno inundado y fangos o arenas. En las aguas tibias y salobres aparece pronto la fauna sedentaria; en la vegetación bañada en las márgenes se fija la *Ostrea parasítica* y se forman bancos por la densa agrupación de moluscos sobre un tapiz fangoso donde proliferarían los menudos seres necesarios para alimentarlos.

Consolidado el suelo sumergido, adquirió la sedimentación creciente importancia, robando cada vez más terreno al mar. Las arenas empujadas por vientos se amontonarían en tierra firme formando módanos. Las aguas salvajes con cauces cambiantes cederían materiales depositados en estratificación cruzada, trastornando de paso la re-

gularidad de los anteriores sedimentos. Zonas marginales anegadas de aguas dulces, acaso formando lagunas litorales, fueron visitadas por animales terrestres. Una profusión de restos Miles pertenecientes a variados grupos (Mamíferos, Cetáceos, Reptiles, Peces, Crustáceos, etc.) está de acuerdo con la variedad de las facies.

El continuado descenso del subsuelo da franca entrada a nuevas masas oceánicas, y con el aumento de la salinidad prosperan, esta vez con mayor intensidad, las formas sedentarias. Nos encontramos en el típico Entrerriense con fósiles de *Ostrea*, *Myochlamys*, *Pododesmus*, *Amusium*, *Monophora*, *Chione*, *Arca*, *Corbula*, *Balanus*, *Briozoos* y otros.

No olvidemos que la relación de acontecimientos se refiere únicamente a depósitos próximos a Paraná, y es de tener en cuenta que en el mismo momento en que aquí prosperaba la facies litoral de fondos fangosos o de arena fangosa, densamente habitada por la abundancia de alimento menudo, en otros lugares del propio Mar de Solís se formaban playas sumergidas, avanzaban las dunas y rompían las olas o lamían las corrientes los sedimentos, dejando un claro en la sucesión de los fenómenos locales.

En las barracadas del río Paraná se superpone a la formación del piso Entrerriense un manto de arenas y arcillas, además bancos calcáreos, en coincidencia con la franca penetración de las aguas oceánicas. En esos momentos el Mar de Solís había aumentado en profundidad, dejando entrada a tiburones (*Odontaspis* y *Carcharias*) y ballenatos (*Balaenoptera*).

Rápidamente pierde extensión el Mar de Solís, la sedimentación redobra sus esfuerzos y las márgenes se ven invadidas por las aguas dulces, dando origen en último término a tierras llanas, pulverulentas, que agita el viento. Aquellos lagos o lagunas perdiendo profundidad por relleno de materiales sólidos, ampliarían su superficie hasta dominar la evaporación a los aportes líquidos de la cuenca, dejando en recuerdo una cubeta de muy suave pendiente tapizada de sedimentos livianos que el viento se encargaría de entremezclar, destruyendo de paso los restos fósiles de pequeña talla.

Ese ciclo lacustre he podido estudiarlo en los lagos de Zirahuén Pátzenara y Cuitzeo, de México. La gran polvanera levantada sobre un valle lacustre, que ha cambiado su régimen climatológico, es bien conocida en el valle de la Ciudad de México con el nombre de "tolvaneras".

En las barrancadas del río Uruguay, cerca de Nueva Palmira, hay importantes depósitos del borde del Mar de Solís, hasta la formación de los densos bancos de Ostras que caracterizan el Entierriense; por encima la denudación intensa debió arrastrar formaciones más recientes.

K. Walter en su estudio de los suelos sudamericanos incluye en la capa de Fray Bentos a los recuerdos de la transgresión que llama Paranense-Entierriense, acontecida en el Mioplatense o mejor en el Neógeno.

Joaquín Frenguelli en sus "Apuntes de Geología Uruguaya" señala en la barrancada del río Uruguay (Punta (lorda) la sucesión de tosca, arcilla sin fósiles, arenas con restos de **Lingula** y arenas de origen fluvial, soporte de una capa de tres metros de espesor, ubicada a unos 16-19 metros sobre el actual nivel del río, y poblada por fósiles de **Ostrea, Myochlamys, Venus, Cardium y Monophora**, formando bancos o esparcidos por los sedimentos del final del Neógeno.

En las Memorias explicativas del Mapa Geológico, que debemos a Nicolás Serra, no se señalan vestigios de la transgresión entierriana en el Departamento de Soriano y en el Departamento de Colonia se esparcen, formando testigos aislados entre Nueva Palmira y el arroyo Conchillas.

EL MAR DE SOLÍS EN LA ERA CUATERNARIA. — Los sedimentos del Mar de Solís quedan en seco al comenzar el grupo Pleistoceno: fangos de remansos, arenas de costas batidas, lagunas o lagos cegados por arcillas o arenas, médanos encaramados a diferentes distancias por el retroceso del mar, aluviones de las cuencas fluviales acumulados en cursos de mansa corriente, bañados o turberas bien poblados de vegetación herbácea y seguramente con espléndida flora diatomácea, como aquella que Joaquín Frenguelli nos ha dado a conocer para el piso Platense.

Las formaciones continentales caracterizan el Cuaternario sobre toda la longitud y anchura del lecho cenozoico del gran Mar de Solís. Los materiales, livianos y solo al comienzo de la diagénesis, sufren el embate del viento y la acción intensa de los agentes externos de otra índole, trastornando su posición relativa y creando nuevas formaciones.

río Paraná avanzando al través de lagunas y encauzado más tarde por sedimentos en seco, se mantenía bien apartado del río Uruguay, curso principal de una cuenca mucho más antigua, extendida por terrenos preterciarios y solo a su término en contacto con las formaciones del Mar de Solís.

El río Paraná enturbiado por arcillas u otros materiales livianos fácilmente arrancados por su modesta cohesión, llevó por delante denso manto de aluviones. Al prolongar su curso durante el Pleistoceno cambia la dirección del cauce e invade rápidamente el fondo del Mar de Solís avanzando, cada vez más, el delta. En fechas geológicas relativamente próximas desaparecería el Mar de Solís bajo el manto de aluviones acarreados por el río Paraná y los depósitos terminales del delta, si el subsuelo se mantuviera al nivel actual o aumentara de altura.

Los depósitos continentales que caracterizan, con el nombre de Pampeano, las formaciones pleistocenas, pudieron iniciar su formación a fines de la Era Terciaria, sincrónicamente con depósitos marinos o lacustres. Pero esa fase intermedia con caracteres mixtos Cenozoico-pleistoceno, deja paso franco al mayor dominio del Pampeano, limitando al máximo el área sumergida bajo el Mar de Solís.

Seguramente, sobre las pampas cambió el régimen meteorológico con clara tendencia a la aridez, la humedad, la regularidad de las lluvias, la suavidad de los cambios de temperatura en las 24 horas, perdieron las características costeras, con dominio del régimen continental.

Proigue el descenso del suelo y avanza modestamente el Mar de Solís sobre las costas durante la llamada transgresión Querandina. Poco más tarde cambia la dirección del movimiento epirogénico, dejando en seco los depósitos marinos o lacustres y facilitando el ahondamiento del último tramo de los ríos Paraná y Uruguay, con formación de barrancadas en sus riveras que exteriorizaron perfiles de alto valor para el estudio del grupo Cenozoico.

En la costa uruguaya la transgresión Querandina tiene modesta penetración. Hay depósitos de conchillas de *Erodona* y menos abundantes *Mactra*, *Pitar*, *Ostrea*, *Arca* y otros en poca profundidad de casi todo el frente occidental del Departamento de Soriano, hay playas fosilíferas de la misma transgresión en el Departamento de Colonia (Punta Francesa, Canteras de Ferrando, cerisa de Colonia, etc.),

en Montevideo y otros lugares próximos; el querandinense margina la laguna de Merín y se adentra modestamente por el curso del río Cebollati; en perforaciones efectuadas en el Chuy se ha encontrado a 70 metros de profundidad.

En la República Argentina la transgresión querandina penetra en corta extensión a todo lo largo de la costa, hasta llegar a Bahía Blanca y sus proximidades. La penetración es profunda al fondo del Mar de Solís, invadiendo el centro de Entre Ríos y al Oeste de la Bahía de Samborombón.

Nos acercamos a los tiempos actuales. Hemos intentado con voluntad, no sabemos si con acierto, el explicarnos el pasado del mar intracontinental, el Mar de Solís, ya viejo en el transcurso del Pleistoceno, con un intento fallido de rejuvenecimiento en la transgresión Querandina, y hoy en franca senectud por acumulación de aluviones llegados por la cuenca del río Paraná, más modestamente los acarreados por el río Uruguay y por otros cursos de agua que derraman en las márgenes, a lo que se suma el movimiento epirogénico en suave ascenso, que al parecer continúa en nuestros tiempos.

MORFOLOGIA DEL MAR DE SOLIS

El Mar de Solís, intracontinental y en franca decadencia, no es morfológicamente homogéneo, sus fondos están formados por sedimentos de diverso grosor, depositados los más livianos en aguas tranquilas y las formaciones de playa bajo el embate de las olas o bajo el arrastre de corrientes de vario origen, limpias de fangos. En los límites continentales, al fondo del Mar de Solís, donde es clara la pugna entre el esfuerzo marítimo en oposición al fluvial, dos ríos caudalosos suman su pujanza, el río Uruguay con cuenca abierta en terrenos antiguos, arrastrando modesta proporción de materiales sólidos en suspensión, y el río Paraná dividido en las ramas de su dilatado delta, con aguas turbias por el transporte de sólidos arrancados a un suelo de formación geológica reciente.

Mucho es el caudal de aguas derramadas al término de ambas cuencas fluviales, sobre el tramo que podemos llamar Uruguay-Paraná, correspondiente al antiguo estuario del Uruguay, en parte al menos, y el delta del Paraná en imponente avance hacia el Oriente. La masa cargada de detritus se adentra en el Mar de Solís, y al abrirse paso origina corrientes, influídas radicalmente por la distribución de las costas y la batimetría.

Corrientes paralelas o circuitos de compensación derivados del movimiento principal, debidos en principio a la presión del derrame fluvial y secundariamente a la persistencia e intensidad de ciertos vientos, sin descartar totalmente la influencia más modesta de las mareas, da carácter a la litología. En las zonas de reposo o suave corriente se acumulan aluviones y originan bancos de variada extensión.

El Mar de Solís tiene límites geográficos, los encuentra en las costas de Argentina y Uruguay, pero los pierde al enfrentarse con el Océano Atlántico. En ese frente abierto, los límites son exclusivamente oceanográficos y la frontera se establece en el equilibrio entre el mar intracontinental y el Atlántico. En ocasiones la presión de las aguas atlánticas adentra profundamente en el Mar de Solís las aguas cargadas de sales, en otros momentos las aguas salobres avanzan ampliamente por cauces preferidos sobre la extensa planicie continental. En esta lucha de dominios juega importante papel la densidad, por lo hondo Regan aguas' más pesadas cargadas de sales, por las capas superficiales avanzan las aguas de poca salini-

dad, y a este juego lento, pero eficaz, se suman las mareas y brutalmente la presión de los fuertes vientos.

Comenzaremos nuestro modesto estudio morfológico, que solo pretende establecer conocimientos generales para entender mejor la Oceanografía y Biología locales, sobre el desague común de los ríos Paraná y Uruguay, ligados inseparablemente.

Acaso, en el pasado geológico no muy remoto, el río Uruguay derramó sus aguas a nivel del actual Rincón de Haedo, prolongando posteriormente su curso por largo estuario, extendido por lo menos sobre el frente del Departamento de Soriano. Las aguas suavemente turbias del río Uruguay reciben por su margen derecha sucesivas ramas del delta paranense cargadas de detritus y las formaciones aluviales se establecen en otra dirección. La marcha del delta hacia Oriente se frena bruscamente por la corriente del Uruguay-Paraná y los aluviones forman depósitos más alejados, sobre la desembocadura de la asociación de ambos ríos.

A nivel de la isla Martín García se está formando una barra. Numerosos "bajo fondos" se descubren entre la costa argentina y las puntas Garibaldi y Martín Chico en el Uruguay. Excluimos el Banco Martín García que pudiera tener origen en corrientes de compensación, formadas entre dos cauces que lo abarcan, nos referimos a los depósitos longitudinales aflorados a la derecha del Canal Martín García (Figura 1).

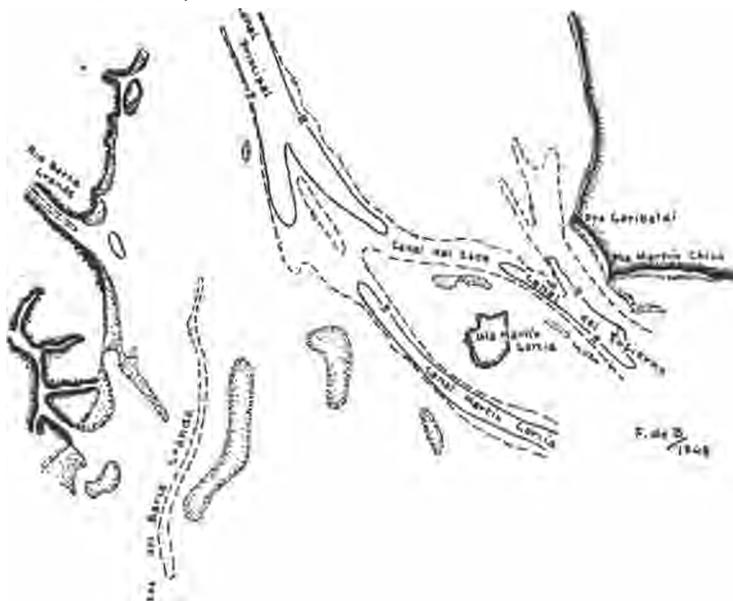


Figura 1 — Barra de la desembocadura de la cuenca fluvial Uruguay-Paraná, origen de nuevo delta.

Siguiendo el eje profundo del cauce Uruguay-Paraná, después de la bifurcación antepuesta al Banco Martín García, es bien clara la disminución de profundidad debida a relleno, en zona donde se enfrentan las presiones fluvial y marítima. Ese alzamiento del fondo, descubierta al enlazar el canal principal del río con el canal Martín García (figura 2) es también aparente en el canal del Este prolongado por el canal del Infierno.

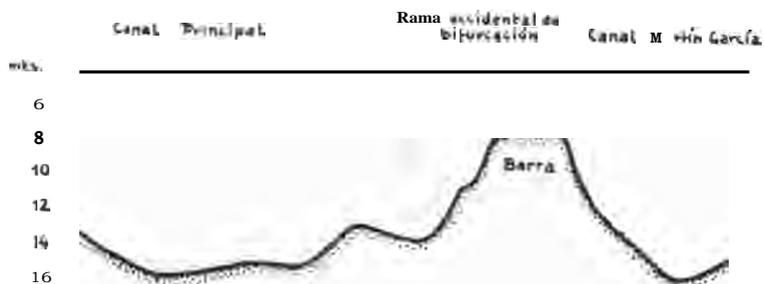


Figura 2 — Perfil del eje profundo del río Uruguay-Paraná prolongado por el canal Martín García.

En mis recorridos, aún poco extensos, del río Uruguay, he podido darme cuenta de la intensidad e importancia de las corrientes de compensación. Un caso de este fenómeno parece descubrirse en la distribución batimétrica de la Ensenada de San Francisco. Siguiendo las aguas a lo largo del canal del Este, prolongado por el canal del Infierno, se llega hasta proximidad de Punta Pereyra por el canal Nuevo de las Limetas, dragado para enlazar con el Pozo de San Juan y mantener suficiente profundidad para la navegación. El choque de las corrientes con los salientes costeros es causa formadora de un circuito de corrientes de compensación (Figura 3),



Figura 3 — Batimetría en la ensenada de San Francisco y sus proximidades, con supuesta dirección de las corrientes.

dirigidas paralelamente a la costa por una lengua o canal de más de tres metros de profundidad (3.4 a 4.8 metros).

En fechas relativamente próximas el Uruguay-Paraná tuvo una rama occidental que corría en su primer tramo paralelamente a la costa argentina. Quedan como testigos serie longitudinal de pozos, en buena parte enmascarados por aluviones.

Siguiendo el cauce del Río Barca Grande se llega en ángulo agudo a pozos longitudinales que llevan igual nombre. Cerca de la desembocadura de Río Barca Grande se sondan 7.6 metros, que en plena desembocadura se reducen a 5 y continúan en canal de 2.8 a 3 metros hasta alcanzar el Pozo de Barca Grande, que a su vez se extiende nueve millas y media, con anchura de 600 metros como mínimo y un kilómetro 200 metros como máximo, señalando límites la isobata de 3 metros. El eje profundo del Pozo tiene dos tramos, el de mayor longitud con sondas de 6.6 a 8.6 metros y el más corto de 6 metros.

Al tramo más corto y menos profundo del Pozo del Barca Grande afluyó en el pasado el Río Paraná Mini. Queda como testigo del antiguo enlace la canalización profunda del cauce fluvial, en buena parte enmascarado o totalmente cubierto por el manto de aluviones.

Más al Sur se abre otro pozo, inominado en la carta número 22 que consultamos (Desde Puerto de Colonia hasta Puerto de Nueva Palmira. Servicio Hidrográfico de la Marina. Montevideo, octubre de 1946), y que provisionalmente, pues nombre debe tener, lo llamaremos Pozo del Paraná de las Palmas, recordando el río con el cual está prácticamente enlazado mediante una canal sumergida.

El Pozo del Paraná de las Palmas es un tramo aislado de la antigua rama occidental del río Uruguay-Paraná, representando acaso la antigua desembocadura sobre el Mar de Solís, antes del avance de los depósitos sumergidos en Playa Honda.

Siguiendo las inflexiones de la isobata de tres metros, se marca frente a Buenos Aires un pronunciado seno, que recuerda la salida de aguas de la rama Sur del río Paraná de las Palmas y del río Tres Bocas. Ese destacado entrante se prolonga hacia el Oriente por los Pozos y continúa bien señalado en la inflexión de la isobata de cinco metros.

El cauce principal de la perdida rama del río Uruguay-Paraná y los cauces afluentes de Barca Grande, de Paraná Mini, de Paraná

de las Palmas y de Tres Bocas, arrastrando aluviones formaron sin duda grandes depósitos, cuya mayor extensión e importancia dió origen a la gran Playa Honda, que nosotros extendemos desde el canal Martín García y la Barra del Globo hasta las proximidades de la isobata de tres metros.

En una primera época, de plena actividad de la rama occidental del río Uruguay-Paraná y cursos afluentes, los aluviones formaron depósito en zonas tranquilas entre dos corrientes. La sucesiva afluencia de nuevos sedimentos merió profundidades, cortando los enlaces entre la corriente principal y sus afluencias. Bajo el manto de arcillas desaparece, primero la canal del río Tres Bocas, más tarde la comunicación de Paraná de las Palmas y Paraná Mini. Finalmente se fragmenta en Pozos la corriente fluvial principal.

La corriente antes impetuosa pierde velocidad, desborda de sus cauces y derrama mansamente en la amplia zona hoy ocupada por Playa Honda.

El avance del delta del Paraná al invadir el Mar de Solís, ha sufrido radical cambio al tropezar con la corriente relativamente limpia del río Uruguay. El cauce principal abre camino inclinándose hacia oriente y deja sobre la margen occidental una antigua mina, sufriendo muy marcada decadencia amplia porción Sur del delta, con inequívocos síntomas de senectud.

En el frente de la isla Martín García hay formaciones maritimo-fluviales, existe una barra limitante del frente de conflicto entre ambas presiones. Nos encontramos por lo tanto, en la desembocadura del Uruguay-Paraná o en sus proximidades. La limitación no es precisa, debemos señalar el término fluvial con incertidumbre por la existencia de numerosas ramas y derivaciones en que se divide el cauce principal y la serie de depósitos aluviales, formando relleno entre corrientes o en el centro de circuitos de corrientes de compensación.

El derrame fluvial sobre el mar, disperso en el espacio comprendido entre la isla Martín García y antes de llegar a la altura de Colonia, está en franca y rápida evolución. Presenciamos la formación de un delta Uruguay-Paraná, con la previa constitución de una o varias barras.

Entramos en el Mar de Solís. Dejando sobre la margen izquierda el Banco Ortiz, la zona más profunda, donde se deja sentir con mayor

intensidad la fuerza de las corriente F, se aproxima a la costa argentina, hasta abrirse en ancha llanura sumergida que conoceremos con el nombre de "Plana del Indio".

La Plana del Indio ocupa el centro del Mar de Solís, descendiendo en muy suave pendiente hacia el Océano, con mayor brusquedad en llegando a unos diez metros de profundidad. Es lógico que la influencia de las aguas marinas se deje sentir en el fondo y las dulces en las capas superficiales. Esta característica física dá importancia al escalón limítrofe de la Plana del Indio.

La isobata que cruza la embocadura del Mar de Solís sobre los diez metros, tiene dos entrantes y un alzamiento separador. El entrante más amplio, al que daremos el nombre de "Seno Oceánico de Samborombón", tiene como avanzada el Banco Rouen. El entrante más angosto, abierto sobre la costa uruguaya lo llamaremos "Valle Oceánico del Este", (figura 5). El Banco Inglés y el Banco Arquí-

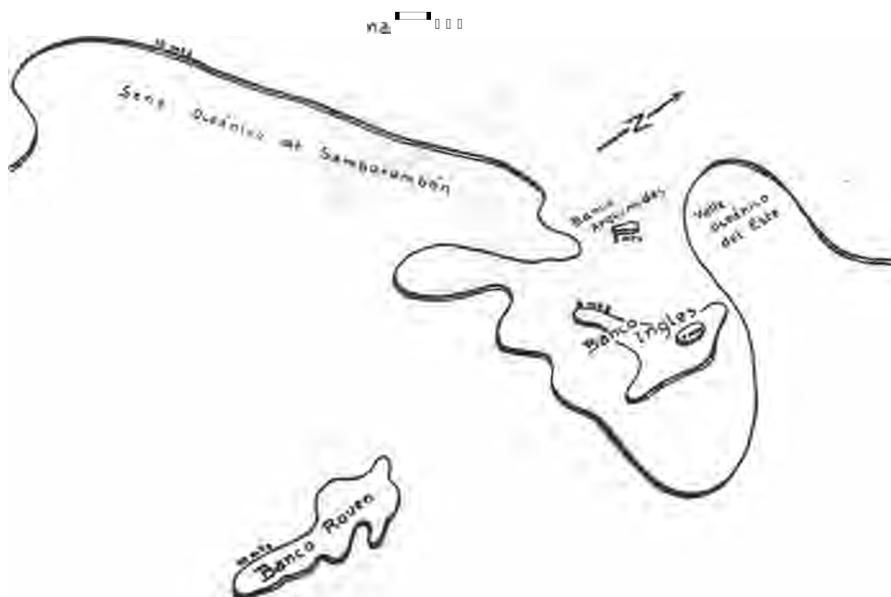


Figura 5 — El frente oceánico profundo del Mar de Solís, resaltando las isobatas en supuestos escalones.

mides de menos importancia, se levantan del fondo y se interponen entre los dos entrantes.

Es de observar, que mientras la isobata de diez metros recorre el Mar de Solís de SW a NE, los Bancos Rouen e Inglés, se orientan

de Sur a Norte, y la pendiente de descenso sobre el Valle **Oceánico del Este**, a partir del Banco **Inglés**, es notablemente **más** pronunciada que desde este **último** hacia el Sur, **dirigiéndose** hacia el Banco Rouen (**Figura 6**).

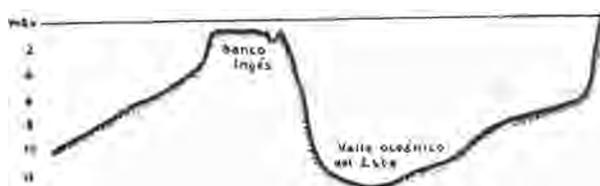


Figura 6 - Perfil del Banco Inglés y del Valle Oceánico del Este.
(Muy exagerada la escala vertical).

La **repartición litológica** en toda la extensión del Mar de **Solis** **podrá** orientarnos en la **dirección de** las principales corrientes. Los fangos nos pueden delimitar areas en reposo, mientras las arenas nos **desenbrirán** espacios batidos por las aguas.



Figura 7 - Rasgos generales de la distribución de los fangos en el Mar de Solis.

Hay fangos (**Figura 7**) sobre el Banco **Ortiz**, **señalándonos uno** o varios centros de contracorriente en circuitos que bordean la costa. **Todos** el litoral argentino es fangoso e iguales materiales cubren la Plana del **Indio** y el Valle **Oceánico del Este**.

Las arenas (Figura 8) pudieran tener varios **orígenes**. Sobre el Banco **Ortiz** pueden **señalarnos** el continuo lavado de los materiales depositados en el fondo por el empuje de corrientes. En el litoral uruguayo, al Oeste y Este de Montevideo entre las puntas de San Gregorio y Negra, es el embate de las olas y las corrientes de resaca o los circuitos **de compensación** los que arrastran los **materiales livianos** dejando arena. Las playas **más profundas**, aquellas que **cubren** el Banco **Inglés** y parte del Seno **Samborombón**, **extendiéndose**



Figura 8 — Rasgos generales de la distribución de las arenas en el Mar de Solis.

hacia mayores fondos, son **típicas** del primer tramo de la planicie continental, debiendo suponerlas esencialmente **oceánicas**.

Para conocer los rasgos generales de la **litología**, hemos acudido a la Carta de Pesca **publicada** por el Servicio **Oceanográfico** y de Pesca (Octubre 1945), a su vez inspirada en levantamientos efectuados por el Servicio **Hidrográfico** de la Marina y en ciertos **detalles** de cartas argentinas y **británicas**. Siguiendo al distinguido oceanógrafo francés Thoulet, se catalogaron como arenas los materiales depositados en el fondo con menos de 5 por ciento de fangos. No hemos tenido en cuenta los espacios intermedios entre las arenas de Thoulet o los verdaderos fangos, donde **afloran** las rocas, ciertamente esca-

sas, o se mezclan en proporciones diversas aquellos dos materiales de diferente grosor: Arenas fangosas con 5 a 50 por ciento de fango y Fangos arenosos con 50 a 90 por ciento de fangos.

Bordeando la costa uruguaya, desde el Cabo de Santa María o antes, hasta frente a Montevideo, la inflexión de las isobatas nos señalan la mucha extensión del Valle Oceánico del Este (Figura 9).

Geográficamente es un valle alargado, que pudiera tener origen en hundimiento de los materiales basales, y oceanográficamente tiene gran interés, como veremos más adelante, por ser vía de penetración de las aguas oceánicas.



Figura 9 — El Valle Oceánico del Este.

Mantendremos el criterio de que los límites externos del Mar de Solís están señalados por una frontera oceánica cambiante. Son las características físicas y químicas las que amplían o angostan el área del Mar de Solís. Pero si atendemos a la distribución litológica y a las características batimétricas, podríamos aventurar que la boca del Mar de Solís está comprendido entre el Cabo San Antonio en la Argentina y Punta Negra sobre el Uruguay, formando un embudo hasta Punta Piedras y Punta Brava, ampliado notablemente por la Bahía de Samborombón y el Golfo limitado entre Punta Brava y Punta Negra.

Sin salirnos de la costa uruguaya, rompen las aguas del Mar de Solís en barrancadas o margin= la costa pantanos litorales, también hay playas, preferentemente al Este de Montevideo, donde se han creado numerosos balnearios. La parte típicamente oceánica parece comenzar en Punta Negra, con sucesión de Puntas o Cabos, sa-

lientes costeros que rompen el **movimiento** de las aguas, forman corrientes de **compensación** y depositan arenas en bellas playas de perfiles curvos.

En la zona **oceánica** del Este hay lagunas, como la de **José Ignacio** dotada de barra angosta, rota por el empuje de las aguas **oceánicas** o recompuesta por los aportes de tierra adentro. Otras lagunas, como la de Castillo se alejan del mar libre y quedan ligadas a él por una canal de recorrido sinuoso. En fin, otro tipo de lagunas litorales, representado por laguna Negra o de los Difuntos, ampliamente separada del **Oceano**.

Estas diferencias que observamos en las lagunas litorales, pueden responder a la edad de su **formación**, también a la **influencia** de un movimiento **orogénico** positivo con diversa intensidad a lo largo de la costa Este.

De las formaciones **oceánicas** tenemos buen ejemplo en La Paloma (Figura 10). El saliente **rocoso** de Cabo Santa **María** forma



Figura 10 — Playas, tómbolo y conchilla en la Paloma.

extensas playas, que por el Oeste **llegan** hasta Punta San Ignacio y **por** el Este hasta Cabo Polonio, con pequeños senos secundarios que originaron modestas avanzadas de la tierra firme. En La Paloma observamos dos curiosas formaciones **típicamente oceánicas**, un tom-

hoyo y una playa cerrada. Una isla rocosa avanzada y lamida por corrientes ha formado una lengua de arena, ligándose con la tierra firme y constituyendo el típico tómbolo (Figura 11). El Puerto Vie-

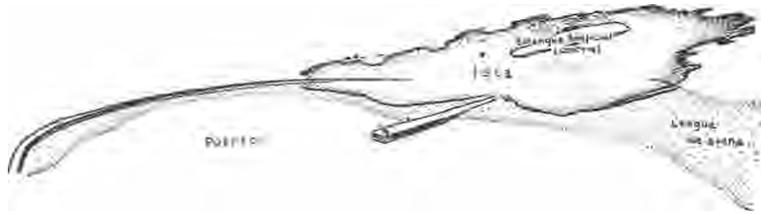


Figura 11 - Tómbolo de La Paloma a vista de pájaro.

jo es una playa cerrada que se apoya en dos salientes de roca, con isla interpuesta en la boca de acceso, recordando la misma formación de San Sebastian (España).

OCEANOGRAFIA

LA CAMPAÑA A BORDO DEL R.O.U. ASPIRANTE. — Durante un trimestre, de diciembre de 1937 a febrero de 1938, el Servicio Oceanográfico y de Pesca, dependiente de la Inspección General de Marina, exploró las aguas próximas al sector de costa entre Montevideo y La Paloma. Los trabajos se hicieron a bordo del "Aspirante", bajo el Comando del Teniente de Navío, hoy Capitán de Corbeta, Gabriel Retamoso, y con la dirección de los trabajos meteorológicos y oceanográficos a cargo del actual Gerente General del Servicio Oceanográfico y de Pesca, Capitán de Fragata Hispano V. Perez Fontana, a quien debo y agradezco los detalles del estudio realizado.

Sobre XIV estaciones de trabajo, en 186 observaciones, se determinó la temperatura de las aguas a varios niveles, logrando a la vez muestras de agua para ulteriores análisis de laboratorio, se midieron corrientes, fué valorada la transparencia del agua y se hicieron pescas plantónicas o de fondo, completando los conocimientos con sondeos y observaciones de las características meteorológicas del momento.

Se emplearon durante los trabajos maquinarias o aparatos recomendados internacionalmente por su precisión y su eficacia. Con el sondador Lucas se exploró la batilitología, sirviéndose de dos modelos de sonda, la Lucas en la captura de fondos duros y el tubo "Balears" en la obtención de largos cilindros de fango plástico. Con botellas reversibles Richard o Copenhague se lograron las muestras de agua a varias profundidades, anotando las temperaturas leídas sobre la escala de termómetros corregidos, de tipo reversible.

Signiando la trayectoria del flotador "Michel" se conocieron las corrientes, y con el disco Secchi blanco fué medida la transparencia de las aguas

En la pesca de plancton se emplearon durante la campaña dos modelos de redes, en la captura de superficie y con el buque en marcha la Red Richard, y en la pesca vertical o entre dos aguas la Red Nansen. Como arte de arrastre de fondo fué empleada la Red de estribos.

Un modesto observatorio meteorológico, dotado de Barógrafo, Termógrafo, Anemómetro y Psicrómetro fué instalado a bordo.

Siguiendo normas internacionales se situaron estaciones (St.) realizando operaciones (Op.) sobre ellas. La St. es un lugar de trabajo anotado en los registros de las campañas por sus coordenadas geográficas, y en cada una de ellas se realizan una o varias operaciones, cada una correspondiendo a determinado trabajo.

Las estaciones llevan números romanos y arábigos las operaciones. En el registro de la campaña del "Aspirante" St. I a XIV y Op. I a 186 (Figura 12).



Figura 12 – Estaciones (St.) de la Campaña del R. O. U. "Aspirante", 1937-38, donde se realizaron operaciones.

LISTA DE ESTACIONES Y OPERACIONES

St.	Op.	Fechas	Long. S	Lat. N	Prof.	Naturaleza del fondo
I	1-14	12—15/XII	35°04'7	55°45'5	16	rats. f.c.
II	15-24	15—16/XII	35°05'8	55°54'	14	f.c.
III	25	16/XII	35 08'	56°03'5	11	f.c.
IV	26-47	16-20/XII	35°08'5	56°13'5	11	' F.c.
V	48--67	20—22/XII	34°57'5	54°14'	(1) 10	" F.c.
VI	68—74	22/I	34 55'	56°31'	7.5	" F.
VII	75-76	23/I	35°00'	56°24'	8.5	" F.
VIII	77-96	23-24/I	35°00'	56°23'	8.5	" F.
IX	97-120	25—26/I	34°45'	56°50'	9	" F.
X	121	28/I	34°55'5	56°20'	8.5	" F.
XI	122-126	28/I	34°58'6	56°21'3	11	" F.
XII	127-128	29/I	35°01'	56°00'	—	" F.
XIII	129-134	30/I	35°03'	55°36'	18.5	" F.
XIV	135--186	15—25/II	Puerto La Paloma		6.6	"

(1) Hay indudablemente error de situación dada la profundidad. Bajo la duda excluimos los datos obtenidos en esta Estación.

TEMPERATURA Y SALINIDAD. — Para determinar temperaturas y recoger muestras de agua se emplearon, en superficie un balde de madera, y a profundidad botellas reversibles modelos Richard ⁰ Copenhague, acompañadas en ambos casos de termómetros corregidos.

St.	Op.	Fecha	Hora	Temp.		Profund.
I	1	12/XII	18.	18°	29.34	Sup.
	2	13/XII	10.50	18°		Sup.
	4	—	11.10	18°5		Sup.
	11	14/XII	19.15	17°6	32.18	10 mts.
	12		19.30	21°	22.46	Sup.
II	15	15/XII	18.	19°6	17.83	Sup.
	16		18.05	17°7	23.90	10 mts.
	19	16/XII	12.	17°5	31.24	10 mts.
	20		12.30	19°9	8.68	Sup.
IV	29	17/XII	11.10	18°8	31.24	10 mts.
	31	--	11.30	19°9	21.64	Sup.
	32	--	16.	19°4	27.43	8 mts.
	33	—	16.20	22°	24.90	5 mts.
	37	19/XII	7.30	19°4	15.22	8 mts.
	38	—	7.40	19°3	13.51	Sup.
	39		10.15	20°	31.46	8 mts.
	40		10.25	21°	29.18	Sup.
	43	--	14.15	23°1	23.50	Sup.
	V	48	20/XII	18.	20°	8.76	Sup.
51		21/XII	9.30	20°1	28.07	Sup.
57		--	11.45	21°1	7.02	Sup.
58		—	15.	21°	23.84	Sup.
60			17.	20°5	23.05	Sup.
61		—	19.	24°4	17.29	Sup.
63		22/XII	8.	19°	14.07	Sup.
66		—	11.	20°5	29.78	Sup.
VI	69	22/I	16.05	23°8		Sup.
	71	--	18.	22°	10.23	7 mts.
	72			22°8		Sup.
	73		20.	21°6		Sup.
	74	—	20.05	22°7		7 mts.
VII	75	23 /I	10.	22°3		Sup.
	76	—	10.	22°3	2.38	Sup.
VIII	77	--	12.	21°7		7 mts.
	78	—	12.	23°9		Sup.
	79	—	14.	23°4		Sup.
	80		14.05	21°5	16.14	Fondo.
	82		16.	21°5	21.21	Fondo.
	83		16.05	23°5		Sup.
	84		18.	21°5	21.61	Fondo.
	85		18.05	23°5	3.42	Sup.
	87		20.	21°8	17.00	Fondo.

St.	Op.	Fecha	Hora	Temp.		Profund.
		23/I	20.	23 ^o 4	2.82	Sup.
		24/I	8.	22 ^o 5	18.25	Sup.
			8.04	21 ^o 5	23.35	7 mts.
			10.	22 ^o 7	19.31	Sup.
			10.05	21 ^o 6	22.01	7 mts.
			12.	22 ^o 5	20.16	Sup.
			12.05	22 ^o 5	20.58	7 mts.
IX		25/I	12.	22 ^o 7		Sup.
			12.05	22 ^o 5		9 mts.
			14.	22 ^o 9		Sup.
			14.05	22 ^o 7		9 mts.
			16.	22 ^o 5		Sup.
			16.05	22 ^o 9		9 mts.
			18.	22 ^o 9		Sup.
			18.05	23 ^o 1		9 mts.
		26/I	8.	22 ^o 5		Sup.
			8.05	22 ^o 2		9 mts.
			10.	22 ^o 4		Sup.
			10.05	22 ^o 4		9 mts.
			12.	22 ^o 5		Sup.
			12.05	22 ^o 5		9 mts.
			14.	22 ^o 5		Sup.
			14.50	22 ^o 5		9 mts.
			16.	22 ^o 5		Sup.
			16.05	22 ^o 5		9 mts.
			18.	22 ^o 5		Sup.
			18.05	22 ^o 5		9 mts.
			20.	22 ^o 1		Sup.
XI		28/I	18.	23 ^o 6	13.73	Sup.
			18.05	21 ^o 6		10 mts.
XII		29/I	12.	21 ^o 5	24.90	Sup.
			12.10	21 ^o 3	28.10	Sup.
XIII		30/I	10.	21 ^o 5	31.96	Sup.
			10.05	19 ^o 9	31.76	10 mts.
			10.11	19 ^o 8	32.18	Fondo.
XIV		15/II	16.25	22 ^o 5	33.40	Sup.
			16.42	22 ^o 2	33.42	Sup.
			17.04	21 ^o 8	32.86	Sup.
			17.21	21 ^o 5	33.06	Sup.
		16/II	15.15	22 ^o 1		Sup.
		17/II	7.15	20 ^o 3		Sup.
		19/II	8.55	21 ^o 0	33.57	Sup.
			9.08	21 ^o 0	33.75	Sup.
			9.30	21 ^o 0	33.57	Sup.
			9.45	20 ^o 4	33.57	Sup.
			10.	21 ^o 0	33.57	Sup.
			10.20	21 ^o 0	33.57	Sup.

Fondeados en La Paloma

St.	Op.	Fecha	Hora	Temp.		Profund.
	153	22/II	10.	20°4	32.34	Sup.
	154		10.15	20°4	32.56	5 mts.
	155	--	12.	21°3	32.56	Sup.
	156		12.15	21°5	32.56	5 mts.
	157	—	14.	22°2	32.56	Sup.
	158	--	14.30	22°1	32.56	5 mts.
	159		16.	22°	32.14	Sup.
	160		16.15	21°8	32.36	5 mts.
	161	—	18.	23°1	32.14	Sup.
	162	--	18.15	22°3	32.14	5 mts.
	163		20.	22°8	32.14	Sup.
	164	—	20.15	22°4	32.14	5 mts.
	165		22.	22°5	32.14	Sup.
	166		22.15	22°4	32.14	5 mts.
	167	--	24.	22°1	31.44	Sup.
	168	23/II	0.15	22°2	32.14	5 mts.
	169	--	1.50	22°2	32.20	Sup.
	170	--	2.05	22°1	33.28	5 mts.
	171		4.15	21°8	34.69	Sup.
	172		4.20	21°2	32.50	5 mts.
	173		6.00	22°0	31.65	Sup.
	175		8.00	21°	31.08	Sup.
	176		8.20	22°	28.68	5 mts.
	177		12.05	24°7	28.73	Sup.
	178		12.15	21°2	30.12	5 mts.
	179	25/II	10.	21°7	27.84	Sup.
	180		10.15	22°2	27.97	5 mts.
	181		12.	21°9	27.94	Sup.
	182		12.15	21	24.94	5 mts.
	183		14.	22°	27.37	Sup.
	184		14.15	21°4	27.54	5 mts.
	185		17.	21°8	25.93	Sup.
	186		17.15	21°7	25.93	5 mts.

Las profundidades anotadas se refieren al nivel a que se tomaron temperatura y muestras de agua para análisis, no a la hondura o distancia de la superficie al fondo, del lugar de los trabajos. En el Puerto de La Paloma la sonda dió 6 metros 60 centímetros.

CORRIENTES. - Para conocer la intensidad y dirección de las corrientes fué empleado el flotador modelo Mitchell, de construcción muy simple y útil para explorar aguas poco profundas. Consta de dos recipientes metálicos, generalmente de cobre; uno de ellos cerrado,

flotador, debe surgir apenas de la superficie para evitar la posible acción del viento, el otro sumergido tiene forma de cubo. Ambos quedan unidos entre sí per un cordel de la longitud deseada.

La deriva del flotador da la resultante de dos corrientes, la superficial y la profunda:

Se obtuvieron los siguientes datos durante la campaña:

St.	Op.	Fecha	Hora	Viento Dirección y Fuerza	Corriente Dirección	Velocidad mts.
I	10	14/XII	18.50	E 9	S 75 W	805
	13	15/XII	9.30	N 18	N 20 W	1038
II	17	15/XII	20.00		E	1125
	18	16/XII	11.30	NE 8 kms.	NNE	160
	21	16/XII	14.30	E 15	N	548
IV	24	16/XII	17.15	E 25	ENE	900
	27	16/XII	22.20	NE 14	NE	1700
	30	17/XII	11.20	NE 3	N 65 E	1038
	35	17/XII	16.50	calma	SW	278
	36	18/XII	18.30	calma	SW	1700
	41	19/XII	10.40		S 10 E	280
	42	19/XII	14.00		WSW	1700
	47	20/XII	9.00		SE	1030
V	49	20/XII	18.05	SE 35	NNW	675
	50	21/XII	9.00		W	2151
	55	21/XII	11.15	S 10	SW	400
	59	21/XII	17.	SE 30 kms.	SE	1080
	62	21/XII	19.	SE	SE	635
	64	22/XII	8.05		WNW	2700

TRANSPARENCIA. — El único dato de transparencia, anotado durante la campaña del R.O.O "Aspirante", se determinó profundizando el disco Secchi y observando verticalmente, para evitar los posibles brillos en la superficie de las aguas, hasta total desaparición, debida a la opacidad de la capa líquida.

St. I, Op. 7, el día 13 de diciembre a las 13.40 horas, con cielo despejado 3.50 metros.

VARIACION DE NIVEL EN LAS AGUAS. — En el Mar de Solís la marea astronómica, repetida con perioricidad, tiene escaso valor en la repartición de las especies; las variaciones de nivel se dehn preferentemente a cambios de la presión atmosférica y con mayor intensidad al choque brutal de los vientos sobre la superficie de las aguas.

En varias ocasiones he podido presenciar la subida progresiva de las olas bajo la persistencia de vientos llegados del mar o la retirada continuada de las aguas al sufrir la presión de los vientos llegados de tierra adentro.

Las facies escalonadas existentes en los mares con mareas astronómicas están totalmente trastornadas en el Mar de Solís. El Me- por ejemplo, prospera en niveles excepcionales, ocupando mayor hondura de la normal debido a que su zona de invasión, allá donde se fija, queda largas horas y aún días enteros en seco por la prolongada retirada de las aguas, bajo la persistente presión de los vientos.

La variación de nivel en las aguas no es uniforme a lo largo de la costa Sur del Uruguay. En Montevideo se deja sentir con mayor intensidad que en Punta del Este.

Amparándonos en los datos del año 1938 (1) se observa para Montevideo una amplitud de oscilación del nivel de 2.76 metros, correspondiendo a Punta del Este 1.84 metros al comparar los días de mayor bajante y de altura máxima, de acuerdo con los datos siguientes:

Variación de nivel			
	Mínimo	Máximo	Medio
Montevideo	-- 0.29	2.47	0.965
Punta del Este	-- 0.25	1.59	0.827

Las masas de aire en movimiento, por variaciones de presión, no suelen desplazarse horizontalmente y la intensidad de los vientos producidos cambia en el tiempo, dando origen a las conocidas ráfagas. Chocando las masas de aire en las aguas, a manera de enorme ariete presionan la superficie, la hunden y al formarse ancha depresión amontonan la masa líquida sobre las costas, elevando su nivel.

La influencia de los vientos en las variaciones de nivel es bien aparente si tenemos en cuenta las cifras del año 1938. En esa fecha en Montevideo, con alturas de más de 1.50 metros sobre la normal, dominan los vientos del SSW, SW y SSE (los tres en el 48 % de los

(1) Hispano V. Perez Fontana y Francisco de Castro. — Estudio de correlación de elementos meteorológico-oceanográficos en los puertos de Montevideo y Punta del Este — Año 1938. Rev. Meteorológica. Año I, N.º 2, pp. 72-75. Montevideo (Uruguay) abril 1942

casos), 1 S (12 %), el W (12 %) y con menos frecuencia el SE, ESE, WSW y WNW (entre los cuatro el 28 % de los casos).

También en Montevideo, con alturas de menos de 0.50 metros, dominan los vientos del N (36 % de los casos) y sobre el sector NW al NE pasando por el N, en el 82 % de los casos.

Para mayor seguridad seleccionaremos los días en que la marea era la más baja del año 1938 en coincidencia con vientos del primer cuadrante :

	Nivel del agua	Dirección	Viento Fuerza
9 de marzo	+ 0.04	N	20
23 de julio	+ 0.02	calma	
15 de septiembre	+ 0.09	N	36
25 de noviembre	- 0.29	NE	30

En Punta del Este acontece lo propio, el mar sube con vientos de los cuadrantes del Sur y desciende de nivel con vientos de los cuadrantes del Norte.

El día en que las aguas llegaron en Punta del Este a mayor altura, logrando 1.59 metros, coincidió en 1938 con vientos del SW de 30 kilómetros. Niveles por encima de 1.40 metros se anotaron con vientos del SE al SW pasando por el Sur (70 % de los casos) y con W y WNW (30 % de los casos).

El nivel más bajo de las aguas en 1938 en Punta del Este, de -0.25 metros, correspondió a un día con viento N del 24 kilómetros. Descendiendo la superficie por bajo de 0.50 metros, dominaron vientos del N (39 % de los casos) y sobre el sector del NE al NW pasando por el N (84 % de los casos).

OSCILACION DE LA TEMPERATURA EN PUNTA DEL ESTE
— Durante el estío el calentamiento de las tierras es sensiblemente más rápido que en las aguas, por el contrario durante el invierno la temperatura oceánica se mantiene más alta que en la costa próxima. Este fenómeno bien conocido, originario de brisas, se descubre en Punta del Este.

Nos referimos al año 1938. Las medias mensuales de la temperatura en el agua de superficie y el aire, no son idénticas al paso de las temporadas, en junio el agua está más caliente que el aire, en diciembre acontece lo contrario. (Figura 13).

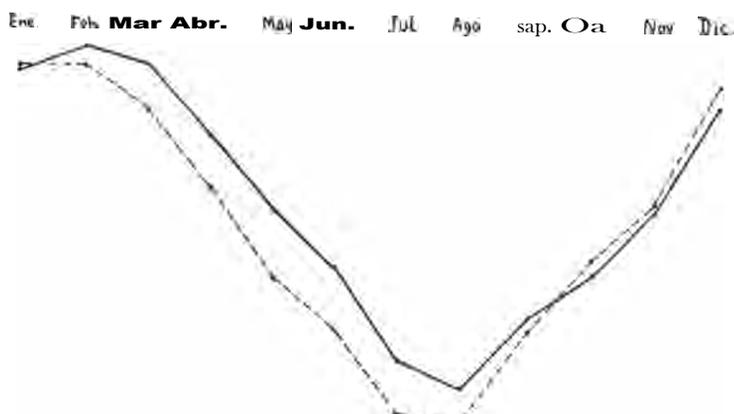


Figura 13 — Temperaturas medias mensuales en superficie línea continua comparadas con las temperaturas medias mensuales del aire trazos . Punta del Este 1938.

Podemos destacar mejor las variaciones estacionales, comparando la temperatura del agua con la del aire y calculando diferencias:

PUNTA DEL ESTE 1938

Temperaturas medias mensuales

	Agua	Aire	Diferencia
Enero	20°2	20°3	— 0°1
Febrero	20°9	20°4	+ 0°5
Marzo	20°4	19°0	+ 1°4
Abril	18°1	16°7	+ 1°4
Mayo	15°9	13°8	2°1
Junio	14°2	12°2	+ 2°0
Julio	11°3	9°7	+ 1°6
Agosto	10°5	9°4	+ 1°1
Setiembre	12°7	12°3	+ 0°4
Octubre	14°0	14°6	— 0°6
Noviembre	15°9	16°2	— 0°3
Diciembre	19°1	19°9	— 0°8

ANOMALIAS DE LA TEMPERATURA EN MONTEVIDEO.

— Si comparamos las temperaturas medias del año 1938 del aire y de la superficie del agua en Montevideo y Punta del Este, hay sensible diferencia. Mientras en Montevideo la temperatura del agua

(17:1) es **más** baja que la del aire (18:6) en Punta del Este acon-
tece lo **contrario**, la temperatura del agua (16:1) es **más** alta que la
del aire (15.4).

Refiriéndose exclusivamente a Montevideo, es de destacar la
constante temperatura **más** baja del agua en todos los meses **del año**
(Figura 14).

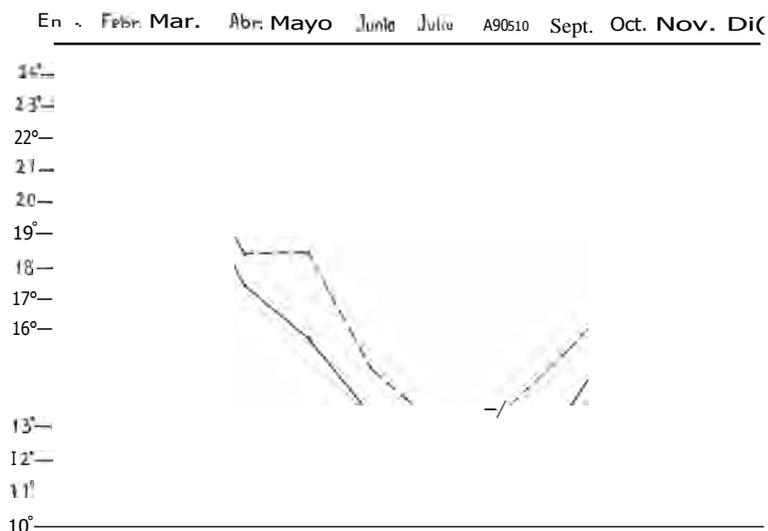


Figura 14 - Temperaturas medias mensuales del agua en superficie
(línea continua), comparadas con las **temperaturas medias**
mensuales del aire (trazos). Montevideo 1938.

MONTEVIDEO (1938)

Temperaturas **medias** mensuales

	Agua	Aire	Diferencia
Enero	22°3	23°2	01
Febrero	22°5	24°6	2°1
Marzo	21°3	22°0	0°7
Abril	17°5	18°4	0°9
Mayo	15°9	18°5	2°6
Junio	13°4	15°0	1°6
Julio	11°0	13°2	2°2
Agosto	10°5	13°6	— 2°1
Setiembre	13°5	15°5	2°0
Octubre	16°6	17°5	0°9
Noviembre	19°1	19°5	0°4
Diciembre	22°0	22°9	0°9

En el caso de Montevideo no se cumple la normal relación entre las temperaturas de tierras y mares. Alguna causa debe originar este interesante transtorno que observamos en el año 1938.

AGUAS MAS FRIAS AL NORTE DEL BANCO INGLÉS. —

Las anomalías acabadas de señalar para Montevideo, aparentes al comparar promedios mensuales de temperatura del agua en superficie y el aire, permiten presumir la existencia de una zona o area próxima con especiales características. Para lograr un estudio acabado debíamos disponer de observaciones en el mar espaciadas convenientemente para lograr nociones amplias y en el transcurso de doce meses consecutivos, por lo menos; pero solo disponemos de los datos limitados de la campaña del R.O.U. "Aspirante", que se refieren al final de 1937 y los comienzos del año siguiente.

En el sector marino comprendido entre Montevideo y el Banco Inglés, que abarcan las St. I, II y IV, la temperatura del agua, con lógicas variaciones en las diferentes horas del día, disminuye al profundizar. Sobre 10 observaciones de superficie, 3 a ocho metros y 4 a 10 metros, se descubre una variación media de casi dos grados de temperatura entre los extremos del espesor de esa capa líquida.

TEMPERATURAS

M 00 00 00 M 00 00 00 M 00 00 00

Superficie	18	23°1	19°8
8 00000000	19°4	20°0	19°6
1000000000	17°5	18°8	17°9

La zona fría, cuya extensión sería interesante delimitar en varias temporadas, se extendía en la segunda quincena de diciembre de 1937 al espacio abarcado entre las estaciones St. I y St. II, con las temperaturas siguientes:

TEMPERATURAS

Mínima M 00 00 00 M 00 00 00

St. I	18°0	21°0	18°8
St. II	19°6	19°9	19°7

en los días 22, 23 y 25 de febrero de 1938, se tomaron temperaturas en superficie y a cinco metros de profundidad, día y noche, en espacios aproximados de dos horas.

Día	Horas	TEMPERATURAS	
		Superficie	5 metros
22 febrero	10-10.15	20°4	20.4
	12-12.15	21°3	21°5
	14-14.30	22°2	22°1
	16 --16.15	23°0	21°8
	18 --18.15	23°1	22°3
	20-20.15	22°8	22°4
	22 --22.15	22°5	22°4
23 febrero	24	22°1	
	0.15		22°2
	1.50-- 2.05	22°2	22°1
	4.15-- 4.20	21°8	21°2
	6.	22°	
25 febrero	8-- 8.20	21°	22°
	12.05 --12.15	24°7	21°3
	10 --10.15	21°7	22°2
	12--12.15	21°9	21°
	14 --14.15	22°	21°4
	17 --17.15	21°8	21°7

Especialmente interesante y digno de comentar es el conjunto de observaciones prolongadas desde las 10 horas del día 22 a las 12.15 horas del día 23. En primer lugar, la temperatura no parece delimitar ciclos de 24 horas, faltan las características exclusivamente locales destacándose la decidida influencia de los agentes marinos externos.

En la mañana del día 22, toda la masa líquida dentro del Puerto de La Paloma, sobre la estación de trabajo, se mantiene a temperatura prácticamente uniforme. Durante la tarde hay lógico calentamiento de las capas superficiales, con la natural diferencia al comparar con la zona profunda, menos sensible, por su mayor distanciamiento, de las variaciones termométricas del aire en el transcurso del día. Durante la noche y madrugada siguientes, la temperatura tiende otra vez a la uniformidad en toda la masa, desde la superficie al fondo. En la mañana del día 23, en corto lapso de tiempo, se adentran aguas frías en el Puerto de La Paloma, avanzando por la superficie y calentándose bruscamente.

El estudio de los cambios de salinidad podrá explicarnos mejor la intervención de diferentes masas de agua.

LA SALINIDAD EN 1938. - La cantidad de sales por litro de agua o salinidad, cambia en el Mar de Solís bajo la pugna constante de dos medios, las aguas oceánicas aproximadas y luego avanzadas más aún por el fondo, manteniendo el nivel debido a su mayor densidad, enfrentándose con las aguas dulces en descenso hacia el Atlántico, mezcladas en los circuitos de corriente originados en los senos costeros, y como más livianas adentradas por la superficie.

El carácter primordial de la salinidad frente a las costas uruguayas, en el sector de costa extendido entre Montevideo y Punta del Este, es la variabilidad, con cambios sorprendentemente bruscos en ocasiones. Sobre los promedios, en Montevideo y en solo el año 1938, durante los meses de abril, mayo y julio se observan los valores más bajos de salinidad, y los más altos en octubre y noviembre, como es de observar tomando datos de Perez Fontana y De Castro (1924):

SALINIDAD EN MONTEVIDEO, AÑO 1938

	Promedio	Mínimo	Máximo	Variación
Enero	8.74	3.48	21.35	17.87
Febrero	9.81	4.14	27.57	23.43
Marzo	7.01	2.07	19.42	17.35
Abril	5.14	1.89	12.67	11.78
Mayo	5.09	1.98	15.41	14.43
Junio	10.52	2.34	19.69	17.35
Julio	6.80	2.39	16.92	14.53
Agosto	7.59	2.05	19.73	17.68
Setiembre	8.13	1.60	19.42	18.82
Octubre	10.65	7.30	14.70	7.40
Noviembre	14.69	7.06	23.21	16.15
Diciembre	12.72	7.21	20.52	13.31

SALINIDAD EN PUNTA DEL ESTE, AÑO 1938

	Promedio	Mínimo	Máximo	Variación
Enero	26.17	13.75	31.00	17.25
Febrero	24.76	15.12	31.20	16.08
Marzo	26.55	19.70	32.63	12.93
Abril	22.72	10.41	30.93	20.52
Mayo	19.82	5.54	32.06	26.52
Junio	27.23	7.63	32.63	25.00
Julio	23.89	15.26	31.83	16.57
Agosto	21.94	14.09	31.24	17.15
Setiembre	25.11	15.59	31.69	16.10
Octubre	24.11	16.24	32.18	15.94
Noviembre	28.22	20.81	32.47	11.66
Diciembre	28.45	24.29	32.25	7.96

Aunque Punta del Este se aleja hacia Oriente de Montevideo y su salinidad media, para el año 1938, es más alta (Montevideo 8.90 y Punta del Este 24.91), el juego de las aguas salobres y marinas es aún muy sensible, llegando desde un mínimo de 5.54 al máximo de 32.63.

SALINIDAD EN EL PUERTO DE LA PALOMA. — Durante la campaña del R.O.U. "Aspirante", en un lapso de tiempo de 26 horas, comprendido entre las 10 horas del 22 de febrero de 1938 y las 12.15 horas del día siguiente, se obtuvieron muestras de aguas aproximadamente cada dos horas, para determinar salinidades sobre ellas (Op. 153 a Op. 178). En el mismo lugar, dos días después (25 de febrero), se continuaron los mismos trabajos entre las 10 y las 17.15 horas (Op. 179 a Op. 186).

En el transcurso de las 26 horas, las aguas dentro del Puerto de La Paloma se mantuvieron con la misma salinidad en la tarde y noche del día 22, penetrando por la superficie aguas más densas en la madrugada y la mañana del día 23 (Figura 15).

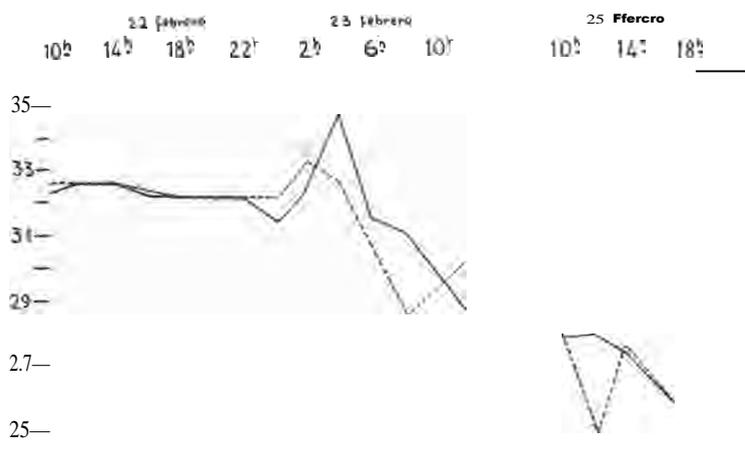


Figura 15 — La salinidad en el Puerto de La Paloma. Línea continua en superficie, trazos de cinco metros de profundidad.

Brisas o vientos empujaron las aguas hacia el puerto, originando señalado desequilibrio en las densidades, que logran compensarse hacia medio día.

Desde las 12 de la mañana a las 22 horas (día 22), tanto en superficie como en cinco metros de profundidad, la salinidad se mantiene prácticamente uniforme variando entre 32.14 y 32.56. Las observaciones realizadas entre 4.15 y 4.20 del día 23 descubren más alta salinidad en superficie (34.69) que a cinco metros de profundidad (32.50), carácter que persiste entre las 8 y 8.20 horas (en superficie 31.08 y a cinco metros 28.68). A medio día (12.05 a 12.15 horas) las aguas de cinco metros pasan a superficie (S 28.73) y las de superficie profundizan (S 30.12), con lógicas variaciones modestas.

Recordaremos que las aguas más salinas, llegadas por la superficie y mantenidas en desequilibrio por inercia, bajo la presión de corrientes, eran también más frías.

CORRIENTES. -- Los ríos Uruguay y Paraná descargan sobre el Mar de Solís enorme caudal de agua, deslizado por sus vastas cuencas, y ese aporte de aguas dulces, variable con el régimen de lluvias, produce empujes, origina desniveles y engendra corrientes.

El movimiento general, sin trastornos ocasionados por vientos, se orienta hacia el mar libre descargando las aguas dulces menos densas por la superficie. No hay por tanto una frontera cortada verticalmente que señale límites precisos entre el Océano Atlántico y su dependiente Mar de Solís; bajo las aguas dulces o salobres pueden encontrarse aguas de más alta salinidad, llegadas mansamente y adelantadas por los vanes sumerjidos, remontando en ocasiones y acompañando inmediatamente por debajo a la corriente de salida.

Es indiscutible que la frontera señalada por salinidades diferentes no se corta verticalmente, la penetración profunda puede descubrirse en las estaciones de la campaña del R.O.U. "Aspirante". En la St. II, por ejemplo, las aguas superficiales tienen 8.68 a 17.83 de salinidad, y la capa profunda, a diez metros, 23.90 a 31.24.

No hay en pleno Mar de Solís frentes de agua típicamente continentales y atlánticas; por el contrario juegan las corrientes con aguas salobres mezcladas en proporciones diversas. Este fenómeno lo achacamos a corrientes de compensación o reacción.

Toda corriente producida por el descenso hacia el mar o al empuje de los vientos, puede tropezar con salientes o senos costeros, originando circuitos secundarios de corrientes, movimientos opuestos al régimen general, con amplitud y dirección variable, que contribuyen a la mezcla de las aguas, proporcionándolas el carácter salobre.

Más adelante añadiremos la aspiración de aguas salinas profun-

das, levantadas de su nivel por la fuerza de la corriente superficial, que encontró en su camino una pendiente del fondo en descenso.

En el Mar de Solís hemos de conceder mucha importancia a la dirección e intensidad de los vientos como agente productor de corrientes.

Disponemos de observaciones directas de corrientes medidas durante la campaña del 11.0.H. "Aspirante", empleando para ello el flotador Mitchell. Son datos no aprovechables por la necesidad de conocer los movimientos superficiales para calcular el desplazamiento profundo de las aguas. El flotador es impulsado por el movimiento de la superficie y el recipiente sumergido, al nivel señalado por la longitud del cordel que lo sostiene, bajo el empuje de las aguas profundas. En conjulito, el correntómetro camina según la resultante de los movimientos superficial y profundo, y de no conocer el primero no es posible calcular el segundo.

Aunque nos falten las mediciones directas de corrientes, no es difícil convencerse de su producción por vientos. Sin entrar de lleno en el detalle, patentaremos el fenómeno apoyados en algunos ejemplos.

En los primeros días del mes de febrero, del 1.º al 4, se anotaron en Montevideo vientos de dirección e intensidad variables, dominando los días 6 a 7 el viento Norte con fuerza 28 a 40. La salinidad mantenida entre 2.34 y 4.99 los primeros días, pasa a 7.38 el día 7 y a 15.94 y 19.50 los días 8 y 9.

Pudiéramos creer falsamente que con vientos de tierra aumenta la salinidad, ello no es cierto en todos los casos, puede acontecer lo contrario, pero siempre el viento fuerte y persistente produce corrientes, sensibles por la llegada de aguas de salinidad diferente.

Los movimientos originados por un desnivel en descenso del fondo, levantan las aguas profundas e influyen en las características de las capas superficiales. Parece ser el caso del area fría situada al Norte del Banco Inglés.

Solo disponemos para explorar ese desplazamiento debido a corrientes verticales de compensación de las limitadas observaciones realizadas durante la campaña del R.O.U. "Aspirante". Intentaremos con ellas descubrir cambios de salinidad de fuera a dentro e inversamente en la superficie, que nos señalarían la existencia de un circuito abierto de corrientes.

Las estaciones St. VI, VII, VIII, II y I seriadas de occidente a

oriente, señalan el necesario descenso de la profundidad y nos presentan el buceamiento preciso:

St VI	.....7.5 metros.
SC VII	.....8.5
St VIII	.....8.5
St II	....14.0
St I	.....16.0

Por el fondo las aguas pierden salinidad en su desplazamiento hacia occidente:

SC - I	....a 10 metros	S	32.18
SC II	...." 10 "	S	23.90--31.24
St VII	...."....7	S	20.58--23.35

Por la superficie es brusco el aumento de salinidad al llegar a la St. I, como si del fondo ascendieran las aguas cargadas de salos.

St VII y St VIII	....S.....	2.38--20.16
St II	....S.....	8.68--17.83
St I	....S.....	22.46--29.34

La temperatura nos señala el mismo camino que la salinidad. Por el fondo aumenta: St. I a diez metros 17°6, St. II a igual profundidad 17°5 a 17°7 y la St. VIII a siete metros 21°5 a 22°5. Por la superficie disminuye: St. VIII de 22°5 a 23°9, St. VII a 22°3, St. VI a 19°6 y St. I de 18 a 21°.

