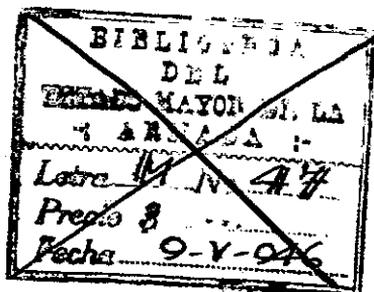


ANUARIO HIDROGRAFICO
DE
LA MARINA DE CHILE



ANUARIO HIDROGRAFICO

DE LA



MARINA DE CHILE

AÑO 17

SANTIAGO DE CHILE

IMPRESA NACIONAL, MONEDA 73

1894

OFICINA HIDROGRÁFICA
DE CHILE

INTRODUCCION

La publicacion del presente tomo del *Anuario* se resiente un poco de los varios cambios experimentados por la Oficina Hidrográfica durante i después de la desgraciada guerra civil de 1891, tanto en la época de su aparicion, que adolece de algun atraso, pues hace ya mas de un año que apareció el tomo anterior a éste, como en el material que constituye su contenido.

En efecto, las labores habituales de la Oficina se han visto contrariadas durante todo ese tiempo por repetidos e inopinados cambios de local, con los inevitables atrasos i confusiones consiguientes. Los cambios de personal, de efectos forzosamente sensibles en oficinas del carácter de ésta, tambien han contribuido a introducir alguna alteracion en su marcha.

Desde que el antiguo director don Francisco Vidal Gormaz tuvo que dejar ese puesto, después de terminado el período de agitacion interior de la República, dejando un vacío que todos no habrán podido menos que sentir, lo han reemplazado en ese cargo, primeramente el capitán de navío don Manuel Señoret, que al poco tiempo tuvo que salir para hacerse cargo de otro puesto confiado por el Supremo Gobierno, i después el contra-almirante don

Luis A. Castillo, que tampoco alcanzó a permanecer suficiente tiempo al frente de la Oficina. En los intervalos ésta quedaba a cargo, ya de alguno de los empleados permanentes, ya de alguno de los oficiales de marina agregados accidentalmente a ella, entre otros el teniente 1.º don Juan Bello Rozas, que nombramos por ser el que durante mayor tiempo estuvo en tales circunstancias a la cabeza de ella.

Las exploraciones hidrográficas encomendadas a la marina de guerra nacional tambien se han resentido de los inconvenientes ya mencionados que han afectado a esta Oficina, i su paralización o suspensión durante la guerra civil se ha prolongado algun tiempo después de ella. Pero el mal parece ya definitivamente subsanado i es de esperar que esa importante parte de las atribuciones de la escuadra seguirá desempeñándose en lo sucesivo sin tropiezo. A este buen resultado contribuirá no poco, estimulando el celo e iniciativa de los oficiales, la lei de febrero de 1892, que concede gratificaciones especiales por los trabajos hidrográficos aprobados por la Oficina.

En cuanto a la distribución del material del *Anuario*, hemos creído conveniente restablecer el antiguo sistema, cambiado hace algunos años sin motivo aparente. Se ha vuelto a dedicar la primera parte a las memorias sobre viajes i exploraciones hidrográficas, que están allí mas en su lugar, i con la innovación de incluir en esa parte trabajos o mas frecuentemente extractos de lo hecho en ese sentido por las marinas extranjeras en aguas territoriales o adyacentes, siempre que ofrezcan novedad o interés.

Para fomentar el incremento de esta parte del *Anuario*, de no menor utilidad que las demás para los navegantes i de mayor atractivo para las personas ajenas a la profesión, se recabará del Ministerio de Marina el cumpli-

miento de una disposicion que hace obligatoria la entrega a la Oficina de los documentos de esta especie, los cuales en estos últimos tiempos se han estado diseminando en diferentes publicaciones sin mas regla que la voluntad de cada cual.

Las demás partes de la presente publicacion no ofrecen novedad digna de mencion; las partes 2^a a 5^a, que son el resumen sistemáticamente ordenado de las *Noticias Hidrográficas* publicadas en el año, se revisan i corrijen con cuidado especial, en vista de la importancia que tienen para rectificar i poner al dia una carta de navegacion de una rejion dada, lo cual constituye su principal objeto.

En la parte de *Miscelánea* no se hace sino seguir la tendencia ya impresa al *Anuario* desde tiempo atrás de salirse lo menos posible de los temas de estudio habituales i peculiares a la índole de los trabajos encomendados a la Oficina, cosa fácil de realizar sin inconveniente ahora que abundan las revistas científicas especiales de todo jénero en el país, en su mayor parte de carácter oficial i que tratan de las materias que antes, por falta de ellas, tenían que incluirse en este *Anuario*.

En cuanto a la parte histórica, o sea la coleccion de documentos relativos a la historia de la náutica en Chile, que restituiremos a la parte final del *Anuario* si ha lugar, en atencion a que son en jeneral trabajos que necesitan una larga preparacion, mucho tememos que no sea dado continuar tan luego esa interesante exhibicion de relaciones históricas antiguas tan felizmente iniciada por el señor Vidal Gormaz i por el malogrado teniente Guerrero Vergara, que se hicieron brillantes especialidades en este jénero de literatura científica. En efecto, éste necesita aptitud i preparacion especiales, mas difíciles de en-

contrar o de adquirir que en otros ramos a que suelen dedicarse los sabios de pluma. Sería de desear, por tanto, que vengan a mediar circunstancias favorables que contribuyan a llenar este vacío, que junto con nosotros lamentan seguramente muchas personas.

J. FEDERICO CHAIGNEAU,

Cap. de fragata.

Santiago, 1894.



ADVERTENCIAS

- 1ª Los rumbos son verdaderos siempre que no se espere lo contrario.
 - 2ª Las longitudes se refieren todas al meridiano de Greenwich.
 - 3ª Las distancias se espresan en millas náuticas de 60 por grado o en quilómetros.
 - 4ª Las sondas i altitudes se dan en metros.
-

INDICE

PRIMERA PARTE

Exploraciones i viajes

	Pájs.		Pájs.
VIAJE DE LA BARCA ALEMANA KATHARINE, CAPITAN SPI- LLE, DESDE SIMONSTOWN (Africa) HASTA IQUIQUE.....	3	VIAJE DE LA CORBETA CHAGABU- CO A LA COSTA OCCIDENTAL DE SUD-AMERICA I OCEANO PACÍ- FICO ORIENTAL EN 1887-1888.	17
EXTRACTO DE LA RELACION DEL VIAJE DE LA BARCA ALEMANA IDA, CAPITAN FRESSELDT, EN LA COSTA OCCIDENTAL DE AMBAS AMÉRICAS.....	9	VIAJE DE LA CORBETA AUBAO EN EL OCEANO PACÍFICO DEL NOR- TE I MARES DE LA CHINA EN 1888.....	41

SEGUNDA PARTE

Bajos, islas o escollos nuevamente explorados o descubiertos

AMERICA MERIDIONAL		Costa continental	
Costas de Chile. Estrecho de Magallanes		Roca ahogada cerca del fondea- dero del puerto Herradura ..	66
Peligro por el NE del cabo Virjenes	65	Roca ahogada a la entrada del puerto de Carrizal Bajo.....	66
Roca ahogada frente a la punta Baja, en la primera angostu- ra del estrecho.....	65	Posicion del casco del «Blanco Encalada» en la rada de Cal- dera	67

	Pájs.		Pájs.
Venezuela		Existencia de rocas ahogadas en el puerto Essington, i de un bajo por el SE de la isla Kitson, en la entrada norte del paso Skeena.....	72
Bajo al oeste de la punta Uvero	67		
Guayana Francesa			
Sondas cerca de las islas Salut i roca entre las islas Royale i San José	68		
Brasil			
Existencia de un bajo por el SE de las rocas Abrolhos ...	69	Casco a pique en la bahía Cumberland.	73
AMERICA SETENTRIONAL			
Costa Rica			
Arrecife i corriente afuera de la punta Guionos.....	69	Islas Tuamotu	
Salvador		Bajo por el NE de las islas Mangareva o Gambier.....	73
Roca ahogada delante de la punta Remedios.....	69	Placer de rocas al sur de la isla Mangareva.....	74
Estados Unidos		Isla Penrhyn	
Descubrimiento de una roca en la bahía Twin Peak. Punta Lopez.....	69	Arrecife por el NE.....	74
Roca ahogada afuera de la punta Rocky. Cabo Orford.....	70	Islas Sandwich	
Colombia Inglesa		Inexistencia de un bajo señalado afuera de la punta Lae-loa o Barber. Isla Oahu.....	75
Rodal roqueño al oeste de la punta Croker, de la isla Saturna, en la bahía Plumper..	70	Islas Samoa	
Bajo al NO de la punta Brockton. Estuario Burrard.....	71	Posicion del arrecife Beveridge	76
Roca ahogada al norte de la roca Beaver. Punta Chatham. Estrecho Johnstone. Isla Vancouver	71	Posicion de una roca en la costa sur de la isla Tutuils.....	76
Roca ahogada por el norte de la isla Triangle, en el estuario Skidegate. Isla de la Reina Carlota.....	72	Rebusca infructuosa del arrecife Niss. Bajo al SE de él. Isla Upalu	76
		Islas Fénix	
		Existencia de rocas afuera de la punta NO de la isla Howland	77
		Islas Fiji	
		Arrecife al SO del paso Navula. Isla Viti-Levu.....	77

	Pájs.		Pájs.
Isla Norfolk		Costa oeste	
Existencia dudosa de una roca señalada en las cartas entre las islas Norfolk i Nepean...	77	Fondo en el banco Pandora, cerca del cabo María von Diemen	81
Islas Nuevas Hébridas		Isla del Medio. Costa oeste	
Bajo por el SE de la punta Baffling, en las cercanías de la bahía Havannah. Isla Efate o Sandwich	78	Roca ahogada al NE de la roca Brig. Inmediaciones del estuario Milford	81
Rocas ahogadas al oeste de la isla Mau	78	AUSTRALIA	
Existencia dudosa de un arrecife denunciado al norte de la punta oeste de la isla Ambryn	79	Costa NE.	
Islas Bismark		Bajos presuntos sobre los bancos Beresford, delante de la entrada oriental del canal Príncipe de Gales. Estrecho de Torres	81
Arrecife por el oeste de la isla del Norte	79	Fondos en el bajo Beresford. Canal Príncipe de Gales	82
Islas Marianas		Costa este	
Datos sobre el arrecife Parece Vela o Douglas	80	Bajo en el canal Pallard, Isla Raine	82
NUEVA ZELANDA		Bajo al norte de la isla Lizard, en la derrota interior	83
Isla del Norte. Costa sur		Existencia de un bajo por el oeste del cabo Bavaling Green	83
Roca ahogada al sur de la restinga occidental de las inmediaciones del puerto Nicholson	80	Existencia de una roca ahogada por el este de la isla Great Keppel o Wapparaburra	84
		Casco a pique en la entrada del rio Brisbane. Bahía Moreton	84

TERCERA PARTE

Boyas, valizas i marcas de tierra colocadas o removidas

AMÉRICA MERIDIONAL			Pájs
Chile. Estrecho de Magallanes	Pájs.	nas boyas entre los puertos Adams i Tongue.....	91
Desaparicion de la boya del bajo Narrow	87	Colombia Inglesa	
Valiza en la isleta Entry. Entrada del puerto Angosto ...	87	Boya sobre la roca mas SE de las situadas por el oeste de la parte NO de la isla Sydney. Canal Sydney. Isla Vancouver.....	91
Guayana Holandesa		Boya adicional en el puerto Nanaimo. Isla Nancouver...	91
Boyas en el bajo Surinam.....	87	Boya sobre la roca Rosenfelt, al NNE de la punta este de la isla Saturna. Estrecho de Jorjia	91
Uruguay		Posicion de pirámides i boyas en la primera angostura del estuario Burrard.....	92
Valizamiento del casco Corrientes, en la entrada del puerto de Montevideo.....	88	Valiza en la restinga Goose, del puerto Augusta. Estrecho de Jorjia.....	92
República Arjentina		Ereccion de una valiza en el grupo Sisters.....	93
Boya en una roca ahogada al oeste de las islas Hornos....	88	Boyas en el banco Nimjkish i arrecife de la punta Ledge. Isla Vancouver.....	93
AMERICA SETENTRIONAL		Boya en el bajo Dall. Canal Seaforth.....	93
Estados Unidos		Nuevas boyas en el seno Chatham	94
Cambio en la posicion de la boya de silbato situada afuera de la punta Buchon	89	OCEANO PACIFICO	
Remocion de la boya de la entrada de la bahía Kuos	89	Islas Tubuai	
Cambio en la posicion de la boya de silbato de la entrada del rio Columbia	89	Datos sobre el valizamiento de la entrada del puerto de Oparo o Ahurei. Isla Rapa	95
Cambio de boyas en la entrada del rio Columbia	89		
Cambio de posicion de algunas boyas en la entrada del rio Columbia	90		
Cambio en el número de algu-			

	Pájs.		Pájs.
Boyas en el fondeadero de Tubuai. Isla Tubuai.....	96	Posicion aproximada de una boya para señalar una roca por el NO del cabezo Takapuna. Cercanías de la bahía Auckland.....	99
Islas Tahiti			
Modificaciones en el valizaje del puerto de Papeeté.....	97	AUSTRALIA	
Boyas en la entrada de la bahía de Papeeté.....	97	Costa este	
Boyas sobre un bajo de 4 metros cerca de la punta norte de la isla Raiatea.....	97	Cambios en el valizamiento de los canales de entrada de la bahía Moreton.....	99
Nueva Caledonia. Costa NE.		Costa sur	
Boya en un bajo en la cercanía oeste de la bahía de Kuto. Isla Pinos.....	98	Retiro de boyas de amarra cerca de la punta Nepean.....	100
Boyas de campana para señalar los arrecifes de las cercanías de Neumea.....	98	Cambios en las boyas de la bahía Germain. Golfo de Spencer.....	100
Valiza sobre un banco en la bahía norte del cabo Baye.....	98	Boyas en la entrada del puerto Douglas. Bahía Coffin.....	101
NUEVA ZELANDA		OCEANO ATLANTICO	
Isla del Norte. Costa este		Islas Canarias	
Boya para señalar las rocas Hermione, Puerto Bussel. Bahía Islands.....	99	Alteracion en el valizamiento de los restos de un buque perdido en el puerto de la Luz. Isla Gran Canaria.....	101

CUARTA PARTE

Faros o luces recientemente encendidos o modificados

AMERICA MERIDIONAL			
Chile		Colombia	
Próxima iluminacion de una luz en la punta Curaumilla.....	105	Cambio proyectado del carácter de la luz de Galera de Zamba	106

	Pájs.		Pájs.
Venezuela		Estados Unidos	
Iluminacion de una luz en el rompeolas del puerto de La Guaira.....	106	Proyecto de establecimiento de una luz i señal de niebla en la isla Roe. Bahía Suisun....	111
Fondeo de un barco faro cerca de la punta Barima, en la Boca Grande. Río Orinoco...	106	Cambio de posicion de una luz en la entrada del rio Columbia.....	111
Guayana Francesa		Cambio en el color de la luz de la punta La Conner. Bahía Skagit. Seno Puget.....	111
Datos sobre la luz del molo de Cayena.....	107	Colombia Inglesa	
Brasil		Proyecto de faro i señal de niebla en Carmanah. Estrecho Juan de Fuca. Isla Vancouver.....	112
Iluminacion de una nuevo luz arrecife Rocas	107	Iluminacion de una luz i establecimiento de una señal de niebla en la punta Brockton. Estuario Burrard	112
Iluminacion de la luz permanente i supresion de luz provisional del cabo Santa Marta Grande.....	107	Iluminacion de una luz en la isla Yellow, en el seno Baynes. Estrecho de Jorjfa.....	112
Aviso rectificativo sobre el carácter de la luz del cabo Santa Marta Grande	108	Arco de visibilidad de la luz de la isla Yellow	113
República Argentina		OCEANO PACÍFICO	
Cambio del barco-faro de la punta Indio.....	108	Isla Tahití	
Posicion del barco faro Chico. Río de la Plata	109	Modificacion en la iluminacion del puerto de Papeetó. Isla Tahití.....	114
Iluminacion de una luz en la punta Mogotes.....	109	Nuevas Hébrides.	
AMERICA SETENTRIONAL		Luces de direccion para la entrada del puerto Vila. Isla Vate o Sandwich.....	114
Nicaragua		Nueva Caledonia	
Reiluminacion de la luz de Corinto	110	Datos complementarios sobre las luces del puerto de Noumea i sus cercanías.....	115
Guatemala		Datos complementarios sobre la	
Datos sobre la luz de San José	110		
Supresion de la luz de la aduana de San José.....	110		

	Pájs.		Pájs.
Iluminacion de la ensenada Sébert. Bahía Prony	116	Proyecto de faro en la punta Eagle Nest. Estrecho de Bass	122
Iluminacion de la luz del arrecife Tabu i modificacion del sistema de iluminacion del paso Bulari. Cercanías de Noumea	117	Cambios proyectados en el carácter del faro del cabo Otway. Estrecho de Bass ...	123
NUEVA ZELANDA		Iluminacion de la luz permanente del cabo Otway i supresion de la luz provisional.	123
Isla del Norte. Costa sur		Iluminacion de una luz en el muelle del puerto Kingscote. Bahía Nepean. Isla Kanguru	124
Supresion de la luz provisional i traslacion de la luz roja del muelle Wool, en el puerto Wellington	119	Alteracion en el color de la luz del molo Moonta en la bahía Tipara. Golfo Spencer	124
Isla del sur. Costa norte		Tasmania. Costa sur	
Luces de puerto en el puerto Motueka. Bahía Tasman o Blind	119	Luz de doble destello en el islote SO de las islas Maatsuyker	124
Proyecto de alteracion en las luces de puerto de Timaru...	120	Retardo en la iluminacion de la luz de doble destello en el islote SO de las islas Maatsuyker	124
AUSTRALIA		OCEANO ATLANTICO	
Costa este		Islas Canarias	
Iluminacion de una luz de destellos en el cabo Smoky.. ...	121	Visibilidad de la luz de la punta Isleta. Isla Gran Canaria..	125
Proyecto de valiza luminosa en el bajo de la isla Shark. Puerto Jackson.....	122	Proyecto de iluminacion de una luz en la punta Sardina. Isla Gran Canaria.....	125
Iluminacion de una luz de puerto en la isla Shark. Puerto Shark.....	122	Islas Azores	
Costa sur		Irregularidad en la iluminacion de la luz del rompeolas en construccion en la bahía Horta. Isla Fayal	125
Alcance de la luz blanca del cabo Everard.....	122		

QUINTA PARTE

Noticias hidrográficas, derrotas, derroteros

AMERICA MERIDIONAL		Colombia Inglesa	Pájs
	Perú		
	<u>Pájs.</u>	Comunicacion telefónica entre Victoria i ciertas estaciones en el estrecho Juan de Fuca	137
Datos sobre Mollendo	129	Estacion de señales en el faro de Carmanab. Estrecho Juan de Fuca.....	137
	Venezuela		
Rompeolas en la Guaira i su valizamiento.....	130		
	Brasil		
Señales en el fuerte Gamboa a los buques que se acercan. Puerto de Bahía	131		
Datos sobre los canales Parcelas Paredes. Río Caravellas.	131	OCEANO PACIFICO	
Datos sobre la señal horaria i la aduana de la isla Rat. Rada de Río Janeiro.....	131	Islas Sandwich	
	Uruguay	Nuevos muelles al lado norte del puerto de Honolulu. Isla Oahu	138
Datos sobre la punta Sauce....	132	Altura del agua en la barra del puerto interior de Honolulu.	138
	República Argentina		
Puerto de la Plata.....	132	Islas Jamos	
Datos sobre la rada San Blas...	133	Instrucciones para evitar las rocas Whale i Grampus. Bahía Pago-pago. Isla Tutuila.....	138
Golfo Nuevo.....	135	Datos sobre la bahía Apia. Isla Upolu.....	139
Puerto Madryn.....	135		
	AMERICA SETENTRIONAL	Isla Tonga	
	Nicaragua	Determinacion de la posicion jeográfica de Tongatabu	139
Profundidad, fondeadero i posicion del muelle en la bahía Amapala. Golfo de Fonseca.	136		
	San Salvador	Archipiélago Central	
Fondeadero prohibido en el puerto Libertad.....	136	Incorrecta situacion de la isla Howland en algunas cartas..	140
		Isla Auckland	
		Depósito de provisiones para náufragos.....	140

NUEVA ZELANDA		Pájs.
Isla del norte	Pájs.	
Restablecimiento de la señal horaria de Wellington. Puerto Nicholson	140	la navegacion del paso Lark. Cercanías de Cocktown..... 142
Datos sobre la bahía Auckland. Golfo Hauraki	141	Disminucion en las profundidades del canal norte de la entrada del puerto Curtis.... 142
NUEVA ZELANDA I AUSTRALIA		Modificaciones en los canales, boyas i luces de la barra del puerto de la bahía Wide.... 143
Determinacion de varias posiciones jeográficas en la costa.	141	OCEANO ATLANTICO
AUSTRALIA		Islas Malvinas
Costa este		Manchon de sargazo en la medianía del seno Falkland..... 143.
Instrucciones concernientes a		Manchon de sargazo al NO de las islas Jason

SESTA PARTE

Miscelánea

OCEANOGRAFIA (ESTÁTICA, CONTINUACION).—Física del mar	148	Introduccion	351
1. Calor.....	148	<i>Primera parte.</i> — Observaciones absolutas.....	355
Medida i representacion de las temperaturas	149	Capítulo 1. Medida de la declinacion	855
Calor específico i coeficiente de dilatacion del agua de mar...	161	Capítulo 2. Medida de la componente horizontal.....	362
Distribucion de las temperaturas	167	Capítulo 3. Medida de la inclinacion	380
2. Evaporacion	184	Capítulo 4. Resultados medios.	384
3. Peso específico	187	<i>Segunda parte.</i> — Variacion de los elementos del magnetismo terrestre	385
4. Presion	219	Capítulo 1. Observatorio e instrumentos	385
5. Propiedades ópticas	235	1. Instrumentos de lectura directa.....	386
6. Biología del mar	267	2. Instrumentos inscritesores....	404
Aparatos de pesca.....	269	Capítulo 2. Anotacion de las observaciones i su reduccion a valores absolutos.....	411
La fauna marina.....	277	Capítulo 3. Estudio de las variaciones.....	421
7. Los hielos.....	288		
Propiedades físicas del hielo	288		
El hielo en la naturaleza ...	302		
TRABAJOS DE LA COMISION CIENTIFICA FRANCESA DEL CABO DE HORNOS EN 1882-83.....	351		

Pájs.	Pájs.		
Declinacion	421	DIDADES EN LAS COSTAS DE CHILE I MARES ADYACENTES..	463
Componente horizontal	426	Sondajes entre Valparaiso i Callao, por el vapor <i>Relay</i> , de la Central and South American Telegraph Company, en 1890	463
Componente vertical	429	Sondajes en las costas del Perú i Ecuador, por el vapor fondeador de cables <i>Retriever</i> , 1889 i 1890	465
Inclinacion	432	Sondajes en el océano Pacifico ecuatorial, por el vapor <i>Relay</i> de la Central and South American Telegraph Company ...	466
Variacion de la fuerza total ...	436	Sondajes afuera de la costa oeste de la isla Tutuila, del grupo de Samoa, por el buque norte-americano <i>Adams</i> , 1889... 471	471
<i>Tercera parte.</i> —Perturbaciones	440	Sondajes en las islas Samoa, por el buque norte-americano <i>Mohican</i> , en busca de dos bajos dudosos.....	471
Perturbaciones de la declinacion	441	Sondajes en el Pacifico sur-occidental, por el buque hidrografo inglés <i>Egeria</i> , en 1888 i 1889	472
Perturbaciones de la componente horizontal	444		
Perturbaciones de la componente vertical	445		
Perturbaciones de la inclinacion	447		
Perturbaciones de la fuerza total.....	447		
Resúmen	447		
<i>Cuarta parte.</i> — Observaciones hechas en la Tierra del Fuego e islas Malvinas.	450		
Líneas isógonas.....	455		
Líneas esoclinas	457		
Líneas isodinámicas.....	458		
<i>Quinta parte.</i> — Influencias locales i valores corregidos ...	460		
SONDAJES A GRANDES PROFUN-			

INDICE

DE LAS LÁMINAS, CUADROS I PLANOS

	Páj.
Oceanografía (4 láminas).....	350

ERRATAS

<u>PÁJ.</u>	<u>LÍNEA</u>	<u>DICE</u>	<u>LÉASE</u>
17	4	occidental	oriental
27	9	Le Roy	Leroy
38	12	escotones	escotines
65	últ.	piés de agua	piés
68	22	Salut;	Salut:
69	20	roca	roca,
70	3	hahía	bahía
70	17	<i>Espiegle</i>	<i>Espigle</i>
74	13	baró	varó
76	19	0,5	0.5
76	21	<i>Tutulia</i>	<i>Tutula</i>
76	22	, <i>Iroquois</i> ,	<i>Iroquoi</i>
105	12	metros	millas
340	17	los	la
387	18	anteojo	espejo
390	10	ensancha	encuentra

PRIMERA PARTE

Exploraciones i viajes

V I A J E

DE LA BARCA ALEMANA KATHARINE,

CAPITAN SPILLE,

DESDE SIMONSTOWN (AFRICA) HASTA IQUIQUE¹

La *Katharine*, buque de fierro de tres palos i de 1630 toneladas de registro, matriculada en Bremen, tenía que hacer en el segundo semestre de 1889 un viaje en lastre desde Simonstown, puerto del Africa austral, situado en la costa occidental de ese continente, en las inmediaciones de la ciudad del Cabo i del cabo de Buena Esperanza, hasta Iquique. A pesar de ser un camino exactamente el doble del otro, el capitán Spille, tomando en consideración las circunstancias meteorológicas prevaletientes en esa época del año, eligió la derrota por el este, pasando al sur de Australia i Nueva Zelanda i por la parte austral de los océanos Indico i Pacífico. En gran parte de este trayecto prevalecen los vientos del oeste, i allí hizo el buque nombrado singladuras que jeneralmente solo alcanzan a hacer los vapores provistos de buenas máquinas, i como estas favorables circunstancias se repi-

1. Aunque hecho este viaje por un buque de comercio extranjero i a pesar de no contener esta corta narración datos jeográficos o hidrográficos dignos de mención, es muy notable por varias circunstancias, como ser su gran rapidez, las rejiones oceánicas recorridas i el excelente criterio científico que determinó la elección de la derrota.

En el extracto del diario de bordo, la fuerza del viento está calculada por la escala de Beaufort (0 a 12) i la fuerza del mar o altura de las olas probablemente por la escala de 0 a 10. En cuanto a la poca precisión de los términos meteorológicos empleados allí, ha sido imposible remediarla en la traducción (Tr.)

tieron durante la mayor parte del viaje, éste resultó de duración notablemente corta.

En efecto, la *Katharine* zarpó de Simonstown el 29 de agosto de 1889 a las 8 a. m. i llegó a Iquique el 30 de octubre siguiente a las 10.30 a. m., durando por consiguiente el viaje 63 días i 2 horas, incluyéndose en este plazo el día del paso del meridiano de 180°, que tuvo lugar el 2 de octubre i en que hubo que agregar un día al cómputo del tiempo, de tal manera que efectivamente se hizo el viaje en 62 días i 8 horas solamente. Durante gran parte de este tiempo navegó el buque en la rejion de los vientos que denomina Maury «vientos bravos occidentales» i pasando por latitudes mui elevadas. La mayor fué precisamente la que coincidió con el paso del meridiano de 180°: 52° 30' S.

Damos en seguida un extracto del libro de bitácora, con los datos meteorolójicos principales tomados durante el viaje. Las distancias i la direcccion del viento se refieren siempre a la singladura del día anterior a la fecha apuntada, siendo de advertir que las distancias no son las que ha dado la corredera sino los rumbos directos deducidos del cálculo del punto observado todos los días a medio día.

FECHA	PUNTO OBSERVADO		Singladura en millas	ESTADO DEL AIRE I DEL MAR
	Latitud	Lonjitud		
Agt. 30	35°58'S	19°14'E	113	Viento N i O 5, al principio flojo, vista de tierra confusa, mar luminoso.
31	38 49	23 9	254	V. OSO i ONO 6, marejada (Dünung) del S i NO, mar luminoso, chubascos de lluvia.
Set 1	40 14	27 23	214	Viento ONO i OSO 5, tiempo lluvioso, mar suave del ONO.
2	41 7	31 44	204	Viento OSO i NNO 5, tiempo en su mayor parte claro, mar suave del ONO.
3	40 57	35 45	182	Viento ONO 3, SSE i ESE 5, tiempo nublado, lluvioso, mar suave del ONO.
4	40 14	38 16	123	Viento SE 4, calma i NNE 3, tiempo lluvioso i después claro, marejada del ONO.
5	41 46	43 34	244	Viento N 5 i SSO 5, tiempo nublado, mar suave del NNO i marejada del ONO.
6	43 11	49 47	301	V. SO 6 i O 7, t. claro, después rachas con nieve i granizo, mar gruesa del SSO, sargazo.
7	44 36	55 53	277	Viento OSO 7, ONO 6, NNO 10, tiempo cubierto, mar del SSO 6 al NNO 8.

FECHA	PUNTO OBSERVADO		Singlatura en millas	ESTADO DEL AIRE I DEL MAR
	Latitud	Longitud		
Set 8	46° 5'S	62° 52'E	310	Viento ONO 10 i OSO 8, tiempo cubierto, rachas con granizo i nieve, mar del OS.
9	46 23	70 13	308	Viento OSO i SSO 8, tiempo cubierto, de mal aspecto, mar del O 7 a 4.
10	46 47	75 26	217	Viento OSO i O 5, tiempo cubierto, nevazones, marejada del O al ONO
11	47 6	82 24	286	Viento NNO 6, tiempo cubierto i de mal aspecto, marejada del ONO.
12	46 44	89 20	284	V. NNO 8 a SSE 8. A las 8 p. del 11 salto del v. al SSO, t. c., llv., mar del NNO 6 al SSE 4
13	46 52	93 57	176	Viento SSE 5 i NO 4, tiempo cubierto, marejada del S al O.
14	47 21	100 19	276	Viento ONO i NNO 7, tiempo cubierto, de mal aspecto, mar del NNO 4.
15	47 48	108 23	331	Viento N 7, tiempo cubierto, de mal aspecto, brumoso, mar del N 4.
16	48 27	116 4	308	Viento N 8, tiempo cubierto, brumoso, llovizna, mar del N 6.
17	46 00	120 49	244	Viento N 5 i SE 5, tiempo cubierto, llovizna, marejada del N.
18	44 35	122 29	111	Viento SE 4, tiempo cubierto i de mal aspecto, marejada del O i del S.
19	45 48	123 47	92	Viento E i N 3, tiempo mui cerrado, relámpagos, marejada del S.
20	47 31	129 50	272	Viento N 6, tiempo cubierto, marejada del S, mar del N i del NO 4.
21	47 52	136 1	252	Viento N i NO 5, tiempo cubierto, chubascos, mar del NNO 4.
22	48 27	142 11	250	Viento NO i N 5, tiempo cubierto, mar del NNO 3.
23	49 25	148 34	267	Viento NNE 6, tiempo cubierto, mar del NNE 3. En la noche gran aurora polar.
24	49 14	154 15	229	Viento N i ONO 6, tiempo cubierto, nebuloso, chubs. de ll., mar del NNE i ONO 4.
25	49 00	159 14	197	Viento NO i N 4, tiempo nebuloso, cerrado, aurora polar, marejada del NO.
26	49 11	162 36	133	Viento N i NE 3, tiempo nebuloso i claro, después brumoso, marejada del NO.
27	51 6	166 14	182	V. NE 6, t. nubl., mar del NE 3. A las 12 m pt. NO de I. Auckland al N56°O del comp.
28	52 00	168 57	115	Viento NE i N 4, tiempo cubierto i de mal aspecto, marejada del O.
29	51 41	171 5	81	Viento N, NO 4 i calma, tiempo cubierto, lluvia, marejada del NE.
30	50 43	172 56	91	Viento NO 2, O 3 i SE 5, tiempo nebuloso, después algo nublado, marejada del NO.
Oct 1	51 52	176 21	146	Viento ESE i ENE 5, tiempo cubierto, de mal aspecto, marej del O, mar del ENE 4.
2	52 12	177 42	54	Viento E 4 i NNE 2, tiempo cubierto, lluvia, niebla, marejada del ENE.
2	52 27	178 56O	125	Viento N 4 i SO 2, tiempo cubierto, niebla, lluvia, marejada del ONO.

FECHA	PUNTO OBSERVADO		Singlatura en millas	ESTADO DEL AIRE I DEL MAR
	Latitud	Lonjitud		
Oct 3	52° 4' S	175° 39' O	123	Viento O 2 i NO 5, tiempo cubierto, chubascoso, marejada del NO.
4	51 40	167 33	305	Viento O i NO 8, tiempo nublado, rachas con lluvia, marejada del NO.
5	51 36	160 13	274	Viento O 7, tiempo nublado, rachas, mar del O 6.
6	52 6	152 40	282	Viento NO 8, tiempo nublado, cubierto, de mal aspecto, mar del O 5.
7	52 12	142 39	369	Viento NO i N 8, tiempo cubierto, de mal aspecto, llovizna, mar del O 7.
8	52 10	136 21	232	Viento NO 6 i SO 5, tiempo cubierto i nublado, mar del O 5.
9	51 31	129 9	273	Viento SO i O 7, granizo i rachas con nieve, mar del O 5.
10	50 48	122 36	250	Viento O i NO 5, tiempo nublado, chubascoso, mar del O 4.
11	49 25	115 40	280	Viento NO 6, tiempo cubierto, llovizna, niebla, mar del O 4.
12	48 57	107 20	328	Viento NO i N 8, tiempo cubierto, de mal aspecto, mar del O i N 4.
13	48 34	101 35	279	Viento N 10, tiempo cubierto i llovizna, mar del N 7, marejada del O.
14	46 40	97 44	193	Viento NO i O 4, tiempo nublado, de mal aspecto, chubascos, marejada del O.
15	44 44	94 00	195	Viento NO 4, tiempo algo nublado, de mal aspecto, chubascos, marejada del O.
16	43 23	91 8	148	Viento NO i N 3, tiempo algo nublado, de mal aspecto, chubascos, mar del NO 3.
17	43 10	90 23	35	Viento N, NO 1 i calma, tiempo nublado, después claro, marejada del O.
18	41 56	89 12	91	Viento S i E 3, tiempo cubierto, lluvia, marejada del O.
19	38 34	88 57	204	Viento E 6, tiempo cubierto, de mal aspecto, mar del E 4.
20	36 52	89 11	115	Viento NE 5, tiempo algo nublado, de mal aspecto, mar del E 5.
21	37 33	86 16	145	Viento NNE 4, tiempo nublado, mar del E 3 al NNE 3.
22	36 42	82 55	169	Viento NNO 3, tiempo algo nublado, de mal aspecto, mar del NNE 2.
23	35 47	80 48	116	Viento N i NNO 2, tiempo alternativamente cubierto i nebuloso, mar del NE i NO 2.
24	33 08	78 4	210	Viento SE 5, tiempo primero nebuloso, después algo neb. i chubascoso, mar suave.
25	29 57	75 53	222	Viento SE a ESE 5, tiempo nebuloso, mar del SSE 3.
26	27 49	74 23	151	Viento SSE 4, tiempo algo nebuloso, de mal aspecto, mar del SSE 3.
27	25 35	73 18	146	Viento SSE a S 4, tiempo cubierto, de mal aspecto, mar del SSE i S 3.
28	23 24	72 23	140	Viento S 4, tiempo cubierto, de mal aspecto, mar del S 3.

FECHA	PUNTO OBSERVADO		Singladura en millas	ESTADO DEL AIRE I DEL MAR
	Latitud	Lonjitud		
Set 29	21°32'S	71°19'O	127	Viento S 4, tiempo alternat. nebuloso i algo nebuloso, mar del S 3.
30	en Iquique a las 10.30 a. m.		100	Viento SSE i SSO 4, tiempo nebuloso, mar del S 3.

La distancia recorrida durante los 62 días 8 horas es en totalidad de 12 701 millas, de lo cual resulta una velocidad media de 8.5 millas por hora, aun incluyendo los períodos de calma, de vientos flojos o escasos, como por ejemplo los días 18 i 19 de setiembre, 17 i 18 de octubre, i principalmente los días comprendidos entre el 27 de setiembre i el 3 de octubre. Pero si esta velocidad media, deducida de la manera dicha, debe ser tenida por muy buena tratándose de un buque de vela, llamará mas aun la atención el andar obtenido en algunos períodos de tiempo en que el buque fué favorecido por el viento. Tales fueron algunos días con ventarrones del norte i NO. como los siguientes:

Setiembre	4 a 12,	2227 millas en	8 días,	278 millas por singladura.
Id.	13 a 17,	1159	id. 4 id.	290 id. id.
Id.	19 a 24,	1270	id. 5 id.	254 id. id.
Octubre	3 a 13,	2822	id. 10 id.	282 id. id.

Durante estos 27 días, o mas exactamente $26\frac{1}{2}$ días, valor corregido del cambio de lonjitud, recorrió la *Katharine* 183 grados en direccion este-oeste, o sea en totalidad 7478 millas, lo que equivale a la tercera parte de la circunferencia del globo terrestre (7200 millas) en $25\frac{1}{2}$ días. Este andar total equivale a una singladura media de 277 millas i a un andar horario medio de $11\frac{1}{2}$ millas, tomando en consideracion la disminucion de la singladura a causa de la derrota hacia el este. La mayor singladura fué la del 6 al 7 de octubre, que alcanzó a 369 millas, o sea un andar de 15 millas por hora, siendo debida esta sostenida velocidad escepcional a vientos borrascosos del cuarto cuadrante.

Para apreciar debidamente las cantidades apuntadas anteriormente, conviene recordar con cuan distinto criterio hai que juzgar este asunto del buen andar en un buque de vela i en uno de vapor. En este último el factor velocidad es mas bien cuestion de construccion, sea del casco, sea de la máquina, dependiendo menos del capitan la rapidez de la travesia que de los constructores. Mientras tanto, si se exige de un buque de vela un viaje mui rápido, no solamente se necesita una nave fuerte i bien construida, sino tambien, i mui principalmente, ciertas cualidades personales en el capitan. En tal caso se requiere no solo un hombre de buenos conocimientos profesionales sino tambien de valor, enerjia i decision, que esté siempre dispuesto a sacar de cualquiera circunstancia que se presente el mejor partido posible en vista de la abreviacion del viaje, sea con vientos flojos o duros, con tiempo favorable o adverso. Apoyándose en sus conocimientos teóricos i en la esperiencia que le ha dado la práctica, debe proceder siempre en vista de la economía de tiempo, aunque sin esponer nunca su aparejo a ningun contraste, con el objeto de conservar al buque confiado a sus cuidados sus cualidades de buen andador.

(*Annalen der Hydr. und mar. Meteor.*, 1890, Berlin)



ESTRACTO

DE LA RELACION DEL VIAJE

DE LA BARCA ALEMANA IDA,

CAPITAN FESENFELDT,

EN LA COSTA OCCIDENTAL DE AMBAS AMERICAS

El 9 de octubre de 1889, en viaje de Burdeos al Callao, nos encontramos frente al estrecho de Lemaire; pero era difícil reconocer la costa a causa de lo brumoso del tiempo. La primera tierra que avistamos por la mañana creímos ser la Tierra del Fuego i unos cerros cubiertos de nieve la montaña de los Tres Hermanos, en consecuencia de lo cual enmendamos el rumbo mas al este; pero poco mas tarde, cuando hubo aclarado mas el día, vimos que ya habíamos pasado el estrecho nombrado. Entonces pusimos la proa sobre el cabo San Juan, al cual avistamos a las 6.30, favorecida nuestra marcha por la corriente. Allí notamos que nuestra posicion era segun el cronómetro 40' mas al oeste que la efectiva. Una barca inglesa de tres palos que divisamos se encontraba al parecer en las mismas circunstancias que nosotros, i siguió, después de haber notado tambien su error, el mismo rumbo que habíamos tomado, en demanda del cabo San Juan. La ereccion de un faro en el cabo San Diego sería de inmensa utilidad para la navegacion de estos parajes, pues permitiría reconocer mas prontamente el estrecho de Lemaire i comprobar i enmendar a tiempo el efecto perturbador de las corrientes.

Durante los dias 12 a 15 tuvimos que soportar una fuerte tempestad del cuarto cuadrante, que arrecio principalmente desde la

tarde del 14 hasta la mañana del día siguiente, en que calmó, habiendo soplado entonces con la fuerza de un huracán, acompañada por chubascos de granizo i mar descompuesta. Apesar de todo habíamos embarcado poca agua, hasta que a las 2 a. m. del 15 un enorme tumbo de mar barrió la cubierta llevándose gran parte de la amura de estribor, desde la serviola hasta la obencadura mayor. Este accidente me obligó a virar, lo que pudimos conseguir empleando aceite i petróleo para aquietar algo las olas; pero apenas hubimos navegado un poco cifiendo mas al viento cuando una nueva ola tan grande como la primera destrozó el bauprés i parte del aparejo del trinquete. No hubo mas remedio, en vista de esto, que botar al agua toda la carga que iba en cubierta, echar abajo la cabullería de proa que había quedado suelta i estorbando i enmendar el rumbo en demanda de puerto Stanley. Barrida continuamente la cubierta por los golpes de mar, debilitadas o abiertas las costuras, tanto de aquella como de los costados i obra viva, me ví nuevamente en la necesidad de botar una parte del cargamento al mar, i 9000 piedras canteadas fueron echadas al agua para aliviar el buque.

Mas tarde tuvimos que sufrir otra seria tempestad del OSO al ONO precedida de un viento norte durante el cual el barómetro bajó hasta 724 milímetros, no reducido a cero. Por fin el 23 de octubre llegamos al puerto Williams i el día subsiguiente al puerto Stanley. Tres días después de nosotros arribó tambien la barca inglesa *J. P. Smith*, cargada con minerales de manganeso i procedente de Coquimbo con destino a Europa; i a los pocos días mas arribó tambien la barca norte-americana *Charles Fobes*, en viaje de Nueva York al Callao, con 170 días de navegacion. Ambas llegaron de arribada por tener vias de aguas, i es probable habían sufrido la misma tempestad que nosotros, encontrándose en esos días la *J. P. Smith* mas al este i la *Charles Fobes* mas al oeste que nosotros, por los 54° S i 78° O. El primero de los buques nombrados fué declarado fuera de servicio i el segundo pudo ser reparado i zarpó de puerto Stanley tres semanas después que la *Ida*.

Cualquier trabajo de reparacion en un buque es mui costoso en puerto Stanley, tanto por lo caro de los materiales como por

lo crecido de los jornales. Por un palo para bauprés de repuesto, por ejemplo, tuve que pagar 90 pesos. Existen en el puerto dos astilleros que pueden hacerse cargo de esta clase de trabajos, el de la «Falkland Island Company», dirigido por el señor F. Cobb, que es cónsul alemán, i el de los señores Dean e hijos. Con el primero ajusté trato para reparar la *Ida*. Aunque los dos establecimientos se hacen una competencia mui activa i se afanan mucho por monopolizar las reparaciones de buques, conservan ambos los mismos subidos precios; el salario de un carpintero de mediana capacidad puede pasar de 4 pesos diarios. La prima sobre préstamos a gruesa ventura (*Bodmerciprämie*) suele ser de 35 por ciento; pero con una letra de crédito del dueño o armador se puede evitar tales empréstitos i cancelar cuentas por medio de letras sobre Londres pagando solo $7\frac{1}{2}$ por ciento del importe total. Per anticipos de dinero hai que pagar siempre 5 por ciento de comision i además 125 pesos de derecho.

El servicio postal deja que desear, pues los vapores de la compañía Kosmos tocan en puerto Stanley solo una vez al mes. El precio del carbon es de 15 pesos tonelada, el del agua dulce puesta a bordo de 2.50 pesos el metro cúbico, i la mitad siendo tomada en tierra. Las hortalizas escasean, aun las papas, que no son mui buenas i por las cuales piden 6 centavos el quilógramo.

Durante nuestra estadía en puerto Stanley casi no hubo dia en que no soplara el viento, con fuerza mui variable, alcanzando durante ese tiempo a recorrer solamente tres veces la rosa. Hubo un dia en que era tan recio del ONO que una embarcacion de un buque de guerra inglés tripulada por 12 bogadores no podia contrarrestarlo. Con vientos fuertes del oeste se ajita fuertemente el mar, dificultando mucho el tráfico de las embarcaciones menores i las comunicaciones con tierra; pero apenas calma el viento se aquieta el mar. Un buen bote de vela de mucha estabilidad podría prestar grandes servicios.

El sábado 18 de diciembre zarpamos de puerto Stanley para proseguir viaje al Callao, i a las 12 m. nos demoraba el cabo Pembroke al NO i la roca Wolf al SO ¹. En la tarde soplaron vientos

1. Los rumbos son probablemente los del compás (Tr.).

variables entre SO i SE i tuvimos que aguantar un temporal bastante fuerte acompañado de lluvia. Vientos flojos del SE i una fuerte marejada del sur vinieron a dificultar después el gobierno del buque, complicándose en seguida esta situación con la corriente de creciente que fué echándonos a tierra. En tales circunstancias, al caer la tarde, determiné largar el ancla en 54 metros de agua, fondo de fango de mui buen tenedero, a las 6.30 p. m., demorando la roca Wolf al NE i la isla oriental al OSO. La corriente tiraba al NNE con una velocidad de $\frac{3}{4}$ milla por hora. A las 9 empezó a soplar una brisa floja i favorable, por lo que hice levar el ancla i emprender nuevamente el viaje al puerto de destino.

El 30 de enero del año siguiente llegábamos al término de nuestro viaje, avistando a la 1.45 p. m. de ese día la isla Palominos. Mas tarde sobrevino calma i atmósfera neblinosa, cuando nos encontrábamos al NO de la isla San Lorenzo, i a las 4.30 p. m. la corriente nos había arrastrado a 5 millas al NNO de dicha isla, donde nos alcanzó una ventolina que nos permitió gobernar a tierra. Por fin, a las 8.30 de la noche largamos anclas en el puerto del Callao en 10.8 metros de agua.

Los derechos de puerto son actualmente para un buque fondeado en el Callao, en conjunto, de $37\frac{1}{4}$ centavos por tonelada de registro; además, el consignatario de la carga tiene que pagar, desde el mes de mayo de 1885, 25 centavos por tonelada de mercadería. La entrada a la dársena se hace por un remolcador i un práctico, i las espías i demás elementos para atracar i amarrarse los suministra la sociedad de la dársena, que acepta la responsabilidad por los daños que pudieran ocurrir, sin cobrar nada por gastos extraordinarios. El desembarque de mercaderías se hace con facilidad por medio de gruas a vapor, sin pagarse tampoco nada por ese servicio. En suma, las condiciones impuestas a los buques en el Callao son mui favorables.

El tiempo fué casi todos los días mas o menos neblinoso, cerrándose a veces la atmósfera hasta tal punto que era indispensable un compás para ir a tierra. Estas nieblas hacen bajar mucho la temperatura del aire, i hai noches que son verdaderamente frias.

El 28 de febrero zarpamos del Callao con rumbo a Guayaquil. En seis días una lijera brisa nos llevó a dicho puerto, i el 4 de

marzo, a las 8 p. m., nos hallábamos 3 millas al OSO de la punta Arenas. Seguimos ganando hacia a tierra algo ayudados por un viento flojo del oeste hasta las 12 30 a. m., hora en que la vaciante nos obligó a fondear en 12.6 metros de agua, buen fondo de fango, demorando el faro de la punta Española al SO c S i la punta Centinela al NNO. Al día siguiente a medio día llegó a bordo, encontrándonos a inmediaciones de la isla Puna, el práctico que debía guiarnos para ascender el río.

Las boyas del bajo Mala no estaban en su puesto, lo mismo que en 1884, tiempo en que visité estos lugares, siendo de observar tambien que el faro de la punta Arenas está situada segun Finlay 10' mas hacia el oeste de lo que indicaba la carta que tenía a la vista.

En mi opinion las condiciones comerciales de Guayaquil han empeorado, i las exigencias de muchos de los consignatarios de cargamento han subido mucho ¹. Segun las observaciones que me hizo el mio, los dueños de la mercadería hacen un verdadero estudio de la manera como pueden sacar el mayor provecho posible de aquella, aunque eso redunde en perjuicio del buque fletado. Jeneralmente un solo empleado de aduana atiende a la descarga de los fardos, sin otra intervencion, i resulta a veces que ese empleado sostiene haber recibido menos bultos que los que van en la guía. Otras veces, cuando el día está mui avanzado i uno quiere impedir que se lleven las mercaderías del muelle hasta el día siguiente, se le contesta con la observacion: «está bien, pero Ud. solo es responsable por lo que puede suceder», etc. Mas aun, cuando está despachado todo el cargamento i está uno convencido de haber entregado todos los bultos en buen estado, se cree ya libre de molestias, pero es un gran error: el día siguiente después del despacho llega una copia de la póliza, sacada con la prensa de copiar, con una serie de anotaciones difíciles de apreciar, como ser: llegaron bultos averiados, mojados, sonando a quebrado, entreabiertos, mal clavados, etc., etc., i es preciso poseer corrientemente el idioma español para aclarar todas estas cosas. Una revision

1. Talvez haya exajeracion en las quejas que el autor formula a continuacion, molestado por algunas incomodidades o contratiempos casuales (Tr.)

de los bultos, después de trasportados a la aduana, no tiene utilidad ninguna, pues los empleados están siempre listos para asegurar que tales como se encuentran se han despachado de a bordo. Yo solicité que, cada vez que al recibir los cajones o fardos se encontrara uno cuyo aspecto infundiera desconfianza, se diera inmediato aviso al patron de lancha, i sin embargo se esperaba el dia siguiente para enviarme reclamaciones sobre bultos dañados, de lo cual nadie a bordo tenía conocimiento alguno. En varias de esas ocasiones pude cerciorarme de que el empleado tenía menos bultos apuntados que los que habían sido desembarcados del buque. Como hai que pagar no solamente la mercadería que falta sino aun los derechos de aduana con que viene gravada, ocurren casos en que las reclamaciones por daños i perjuicios llegan a sumas considerables. De una averiguacion que emprendí me resultó que varios buques habían pagado cantidades cuya mitad apenas era justificada. Lo mejor es dejar hasta el último momento a bordo todo lo que tiene un aspecto que pueda prestarse a objeciones i en presencia del consignatario abrir los bultos i examinar su contenido. Por lo jeneral tratan los capitanes de salir cuanto antes de un puerto i pagar mas bien algunos pesos mas para ganar tiempo, i esta circunstancia la explotan muchas veces de un modo indigno los que tienen que recibir mercaderías. No recuerdo puerto alguno donde me haya costado tanto trabajo el pago del flete de mercaderías como Guayaquil; en esta ocasion pude conseguirlo cuando ya había concluido de hacer el lastre i demás preparativos de salida.

No es este el único inconveniente que encontrará el navegante en el puerto de Guayaquil, pues el estado sanitario de la ciudad es mui malo, lo cual no tiene nada de extraño al ver como se botan i permanecen las basuras en las calles.

El 28 de marzo abandonamos el último surjidero entre la punta Arenas i la isla Santa Clara, i seguimos viaje con rumbo a Corinto, en la América Central, a donde llegamos a los 15 dias de navegacion. En efecto, el 12 de abril, a las 8.30 p. m., largamos el ancla en la parte exterior de la rada en 9 metros de agua, demorándonos la isla Cardon al ESE. Por llegar con procedencia de Guayaquil tuvimos, como tambien el bergantin aleman *J H.*

Lübben, que permanecer en cuarentena; pero nos era permitido comunicar entre ambos buques.

De Corinto fué la *Ida* a Remolinos, lugar situado mas arriba que aquel puerto, a orillas del estero Real, i donde todavía hai suficiente agua para un buque. Allí recibimos a bordo un cargamento de palo de campeche, que parece ser de mejor calidad en la segunda de las localidades nombradas. La profundidad, como digo, es suficiente para un buque de mediano porte en Remolinos, pero hai que amarrarse bien al medio del rio para evitar que el borneo acerque el buque a la orilla.

Nuestra estadía en ese lugar, que duró hasta mediados del mes de junio, fué bastante desagradable, a causa de las continuadas lluvias i de la cantidad de mosquitos que nos acosaba.

(*Annalen der Hydr. und mar. Meteor.*, Berlin, 1889).



VIAJE
DE LA CORBETA CHACABUCO

A LA COSTA OCCIDENTAL DE SUD-AMERICA

I OCEANO PACIFICO OCCIDENTAL EN 1887-88

~~~~~

Señor Comandante jeneral de Marina:

Después de una estacion de cerca de 10 meses en el Callao al servicio de nuestra legacion en el Perú, fuí relevado por la corbeta *Abtao*, i pude dar cumplimiento a las nuevas instrucciones contenidas en el oficio de US. de 20 de julio pasado. Comprados algunos artículos agotados, rellenas las carboneras, embarcadas con sus familias las guarniciones que debían ir a relevar a las de las islas guaneras, i entregada la estacion al comandante del buque nombrado, di la vela el 4 de octubre a las 4.30 p. m.

Una brisa regular del SSE nos permitió gobernar a pasar a 10 millas del islote Pelado, del grupo Huaura, pasado el cual hicimos rumbo al amanecer del dia siguiente sobre las islas Lobos. Vientos galenos del segundo cuadrante nos acompañaron hasta avistar dichas islas el 7 a las 2 p. m., en que hice arriar la hélice i encender dos calderas para tomar el fondeadero de la parte norte a las 5.40 p. m. del mismo dia.

En este viaje, como en otro anterior, hecho durante nuestra estadía en el Callao, observé que la corriente tira hacia el NO con una velocidad de 10 a 15 millas por singladura.

El 10 en la tarde, terminada la comision que debía desempeñar

en Lobos (reconocimiento de las calderas del vapor *Lautaro*, al servicio del Inspector de guaneras, i relevo de la guarnicion), dejé el fondeadero usando la máquina hasta quedar franco de bajos, i rebasados, una lijera brisa del sur nos permitió orientar el aparejo para seguir a la vela.

Montada la punta Aguja a 30 millas de distancia, hice rumbo a pasar a 60 de la costa norte de Guayaquil. Hasta el 14 después de mediodía, en que cortamos la línea equinocial por  $81^{\circ} 40' O$  tuvimos constantes vientos del SSE al SSO i de fuerza variable que permitieron la maniobra de alas. Pasado el ecuador, el viento principió a aflojar rondando al oeste, la corriente a hacerse mas perceptible hacia la misma direccion, la temperatura mas pesada i menor la diferencia entre la máxima i la mínima diaria, que era de  $27^{\circ}$ . La altura barométrica oscilaba entre 755 i 760 milímetros.

En los dos dias que precedieron a nuestra recalada el estado atmosférico, cerrado i lluvioso, no nos permitió rectificar nuestro rumbo; pero el 20 en la mañana reconocimos la costa comprendida entre los cabos Puercos i Mala, i notamos que la derrota había sido abatida próximamente 50 millas al oeste, pues a pesar de haber puesto el rumbo sobre la isla Galera, al sur del archipiélago Perlas, como aconseja el derrotero, solo a nuestra recalada pudimos cerciorarnos de la gran influencia de la corriente, que alcanza a veces a 1.5 i aun 2 millas por hora, segun observamos en las 48 horas que precedieron a nuestra llegada al golfo. Habiendo calmado la brisa, hice arriar la hélice i encender dos calderas, para alcanzar oportunamente el fondeadero de Panamá; pero llegó la noche i me vi obligado a tomar provisionalmente el de Taboga a las 10.40 p. m. Al amanecer del dia siguiente 21 me enmendaba i fuí a largar el ancla en 11 metros, cerca de las islas Perico i Flamenco, donde tiene su asiento la compañía norte-americana de vapores que sirve el tráfico desde San Francisco.

Dentro del golfo es notable el escarceo producido por el encuentro de las corrientes, i varias veces hice parar la máquina para cerciorarme con el escandallo de que no teníamos delante algun bajo. Este fenómeno es sin duda producido por el encuentro de la corriente de Humboldt, a su salida del golfo, con una de las ramas de la que viene de la costa de Méjico.

El fondeadero de Flamenco queda a 3 millas del desembarcadero, i la tarea de hacer diariamente esta travesía a remo, ya bajo un sol abrasador, ya con las lluvias torrenciales propias de la estación, es por demás penosa, haciéndome lamentar la falta de una embarcación a vapor para cumplir mas facilmente mi principal comision aquí de visitar los trabajos del canal, estudio a que me dediqué durante los 10 dias que permaneció la *Chacabuco* en Panamá, en cuanto me lo permitieron el servicio de bordo i las frecuentes lluvias <sup>1</sup>.

Constituida a principios de 1880 la Compañía del canal, trascurrieron varios años en estudios i trabajos preliminares: roce del terreno, operaciones topográficas, instalacion de oficinas i edificios, etc. En la actualidad el trayecto del futuro canal es una sucesion casi no interrumpida de construcciones de todo jénero. Se ha calculado que en toda la línea hai alojamiento suficiente para 100 000 personas. De las 31 estaciones del ferrocarril interoceánico hai muchas que han sido establecidas por la empresa i que han tomado gran desarrollo, por ser centro de alguna faena (*chantier*) o cabecera de una de las cinco secciones en que está dividido el trazado. Las construcciones son casi en su totalidad de madera i edificadas sobre pilotes para evitar la humedad del terreno, i se ha consultado todas las comodidades i prácticas hijiénicas en las destinadas a oficinas i alojamientos, principalmente de los empleados superiores. En este solo ramo la Compañía ha invertido hasta la fecha la enorme suma de 15 000 000 de pesós, considerando el peso igual a 5 francos.

El material acumulado en cada faena es inmenso, i en la fecha de nuestra visita al puerto de Colon había dos vapores descargando únicamente maquinaria. El costo de todo esto pasó mucho de 20 000 000 de pesos.

Cada una de las secciones en que está dividido el trayecto del

---

1. Del prolijo estudio del canal de Panamá hecho por el señor comandante de la *Chacabuco* hemos eliminado gran parte de la descripcion técnica del proyecto i del estado de los trabajos, mui conocidos i en todo caso variados posteriormente. En cambio nos ha parecido curioso conservar las apreciaciones personales del autor sobre las dificultades i defectos de los trabajos i sobre el resultado posterior de la empresa, las cuales desgraciadamente han salido en gran parte confirmadas.

canal tiene su servicio médico i ambulancia especial, además de los grandes hospitales que hai en Panamá i en Colon. Fuera de esto, en la isla Taboga hai una estacion sanitaria para los convalecientes de los establecimientos anteriores, ya sean víctimas de la malignidad del clima o de accidentes de trabajo. El importe de este ramo del servicio alcanza a unos 15 000 000 de pesos.

De lo anterior se desprende que durante los tres años que precedieron al comienzo de los trabajos, es decir, antes de dar un azadonazo, se ha gastado una enorme suma en trabajos preparatorios i accesorios, sin contar la compra del ferrocarril, que como anexo indispensable de la obra i a la cual cruza varias veces, era necesario adquirir para evitar inconvenientes fáciles de prever, i que se tuvo que pagar el doble de su valor.

Si examinamos ahora lo efectuado en el canal propiamente dicho durante los cuatro años trascurridos desde la iniciacion de los trabajos, se ve desde luego que estos no se han ejecutado con el vigor necesario i que ni aun corresponden a las esperanzas que se tenían fundadas en la gran cantidad de material acumulado desde el principio en todo el trayecto de la linea. Es verdad que la empresa no calculó bastante los graves inconvenientes que ofrece el clima de la localidad, ni previó la falta de operarios, diezmados o ahuyentados por aquel; por este motivo la mayor parte de las faenas estaban desiertas. Hasta ahora los negros de Jamaica i Barbada son los que mejor han resistido, a pesar de lo cual su reclutamiento se ha hecho tan difícil que la empresa ensaya reemplazarlos con negros de Africa i trabajadores colombianos de la costa de Cartajena, habiéndose ya traido algunos. Tambien han venido a trabajar en el canal, hace poco, cuando la prohibicion de la inmigracion de chinos en Estados Unidos, como 600 de estos i ahora apenas se ve uno que otro en las estaciones intermedias i que se emplean en el comercio.

Para probar lo malsano del clima, no estará demás citar lo que me decía uno de los directores, el señor Nougues, a cuya amabilidad debo mucho, que de 70 empleados que tenía en su seccion había perdido 25 en un solo mes, i que en cuanto a los operarios i negros no se llevaba cuenta de su mortalidad, pues recién muertos eran por decirlo así arrojados a los escombros del canal.

La administracion jeneral de la obra, por otra parte, se ha resentido por los contínuos cambios en los jefes; en menos de siete años se han sucedido ocho o diez directores, i ha habido veces que han llegado personas de poca esperiencia para dirigir trabajos de la magnitud del que se trata. De allí nació tambien la falta de unidad impresa desde el principio a la obra, los gastos enormes que se hicieron en su comienzo i el cúmulo de cuestiones suscitadas a la compañía para sacarle dinero.

Segun los planos i datos publicados por la empresa, había que cavar, en el canal propiamente dicho, 142 000 000 de metros cúbicos, i 19 000 000 en las derivaciones de los rios. Ahora bien, hasta fines de agosto del año pasado, el total de lo estraído en toda la obra alcanzaba a 33 925 000 metros cúbicos, de los cuales casi un tercio corresponde a las derivaciones o escavaciones hechas para regularizar el curso de los rios que el canal debe atravesar. De estas cifras es fácil deducir que lo ejecutado hasta la fecha indicada estaba comprendido entre un cuarto i un quinto del trabajo total.

Desde el puerto de Colon se había abierto 19 quilómetros de canal con toda su anchura i profundidad, faltando solamente terminar el escarpe de las orillas i cavar unos pocos i pequeños trozos de 150 metros por todo que interrumpían la parte terminada.

El dragaje de esta parte es por demás sencillo, por ser el terreno blando, compuesto en su totalidad de greda, i no creo difícil queden listos los 20 quilómetros anunciados para la fecha mencionada. Las dragas empleadas en esta seccion de los trabajos estaban a la vista una de otra en el intervalo de 100 a 150 metros que las separaba; la primera, o sea la que trabajaba en Colon hacia arriba, es una draga francesa de *déversoir* casi igual a la que se trajo a Chile para los trabajos del muelle fiscal de Valparaiso i estraía 2000 metros cúbicos al día i 3000 trabajando de noche; la que venía de Gatun a su encuentro era una gran draga americana cuya principal diferencia con la anterior consiste en estar provista de un tubo suspendido a la altura donde se vacian los arcauces o canjilones i de una bomba centrifuga que suministra el agua necesaria para que el contenido de éstos pase fácilmente por el tubo de descarga. Este tiene un largo de 40 a 50 metros para

que los escombros, convertidos en barro por el agua, se depositen a suficiente distancia de los bordes del canal.

En esta primera de las cinco secciones en que está dividido el trazado del canal, contados de norte a sur, otras dragas completaban el trabajo hasta Bohío Soldado. Es talvez, como ya hemos dicho, la mas fácil i es precisamente la mas adelantada.

En la segunda seccion el rio Chagres cruza catorce veces el canal, i en los lugares llamados Tabernilla i Gorgona se concluían de armar i habían listas algunas dragas de descarga flotante (*à débarquement flottant*), las cuales debían comenzar en breve, aprovechando el curso del rio, el dragado en los diferentes puntos en que es cruzado por él. En la época de mi visita la gran corriente del rio producida por las frecuentes lluvias hacía mui difícil la operacion de dragar.

En esta seccion la parte mas dificultosa era indudablemente el corte, en una estension de un quilómetro, que se emprendía en Matachin, pues este cerro está compuesto de una piedra llamada esquisto, que impide por su dureza el empleo de las máquinas, i el trabajo se hacía a brazos i a fuerza de minas, es decir, lento i costoso.

En la tercera seccion tambien hai un corte en piedra en el cerro de la Corozita, donde, por ser la parte mas difícil de la seccion, están concentrados casi todos los trabajos.

En la cuarta seccion, llamada de la Culebra, los trabajos ejecutados hasta la fecha i en via de ejecucion son considerables, i sin disputa está aquí lo mas difícil de esta gigantesca empresa. El eje del canal pasa por el cuello del cerro de la Culebra, haciendo una curva de concavidad dirijida al este i de 2500 metros de radio, entre los quilómetros 55 i 57, i la escavacion se ha emprendido en la parte superior de él en escalones, contándose hasta siete de estos, en los cuales se emplean las escavadoras que no son otra cosa que pequeñas dragas montadas sobre carros especiales para cavar en seco la base i los flancos de estos escalones. Una parte de estos aparatos trabajan sacando la tierra en el costado del escalon superior, i otros, disminuyendo el espesor de la base del escalon mismo en que funcionan. Sin embargo, por la naturaleza del terreno de la parte superior del cerro (arcilla compacta), no produ-

cen los lisonjeros resultados que se esperaban de ellos. Además, las vías férreas en que se mueven, i tambien las destinadas a los carros que conducen los escombros, tienen que ser constantemente removidas a medida que avanza el trabajo, lo cual es causa de no poca pérdida de tiempo.

Para facilitar el acarreo se construye una galería que atraviesa el cerro de la Culebra de parte a parte i en la cual se establecerán vías férreas para trasportar las tierras de descarga a los vecinos valles de Lirio i Paraiso. Este acarreo de los escombros es una de las mayores dificultades con que tropiezan los empresarios, pues hai que buscar puntos distantes en que arrojarlos; muchas veces el acarreo i descarga cuesta casi tanto como la misma escavacion.

En el quilómetro 56, punto de encuentro del canal con el ferrocarril, la empresa construye una especie de represa para mantener las aguas del rio Grande i sus afluentes a la cota de 34 metros por el lado de Panamá, e igual operacion se hace con otro rio por el lado de Colon. Una vez concluidas estas represas, las escavadoras, montadas en embarcaciones que actualmente se están armando, harán las veces de drága, facilitándose el trabajo. Fuera de eso, para llegar a un nivel inferior en Culebra se ha proyectado efectuar el trabajo simultáneamente en seco i con dragas.

No lejos de las represas indicadas se establecerán los desembarques de los escombros, los cuales serán conducidos en lanchas planas o chalanas, que tambien se están armando con ese objeto.

Tal es el plan jeneral adoptado para el trabajo de esta parte hasta llegar a la cota 30. Lo que deberá hacerse después aun no está resuelto, i, como se comprende por esta sucinta relacion de lo hecho en la parte mas importante i difícil del canal, el trabajo tiene que ser necesariamente lento, por los muchos preparativos que hai que hacer antes de poder atacar este cerro por diferentes partes.

La quinta seccion es la menos adelantada, i aunque había seis dragas en trabajo i otras seis armándose en la boca, el resultado era mui pequeño comparado con lo del Atlántico, a causa de percances o descomposturas ocurridas en ellas el año anterior. La canalizacion de esta parte no presenta sin embargo mayores dificultades que en la primera seccion, por estar situada en la parte

plana de la vertiente del Pacífico, i se esperaba tener terminado el armamento de las dragas al principio de la estación seca para dar impulso al dragado de esta parte.

Existen muchos otros trabajos accesorios que apenas están principiados o que aun necesitan estudios previos. Tales son los desvíos de los ríos i de la línea férrea, la gran represa de Gamboa para contener las aguas del río Chagres, el estudio de la diferencia de las mareas para evitar la gran corriente que indudablemente deberá producirse en el canal, la construcción del puerto interior de Panamá, muelles, obras de consolidación, etc., trabajos todos que costarán sumas fabulosas a la compañía i un tiempo incalculable para verlos terminados.

Poniéndose ahora en las mejores condiciones i tomando en consideración que lo ejecutado en el canal no pasa de la quinta parte i que es la más sencilla, desde que las grandes dificultades principian en Bohío Soldado hacia el Pacífico, creo que aquel no estará terminado antes de 8 o 10 años, siendo ésta la opinión generalmente aceptada por las personas entendidas en el asunto.

Falta averiguar ahora si hasta la terminación de todas estas obras podrá la compañía soportar la carga enorme que pesa sobre los capitales invertidos hasta la fecha, i si una vez terminado el canal producirá lo suficiente para cubrir los intereses, gastos de administración i contribución al gobierno colombiano.

Sobre el estado financiero de la compañía me bastará reproducir una parte del último informe del agente del gobierno de Colombia ante la compañía, señor Nicolás Tanco Armero, que tuvo la bondad de obsequiarme un ejemplar de su informe antes de darlo a la circulación, documento, completamente de acuerdo con las publicaciones oficiales de la Compañía.

La parte del informe del señor Tanco Armero a que hago referencia dice así:

«Nada hai que indique mejor la situación de una empresa como el estado de sus finanzas, los recursos con que se cuenta para llevarla a cabo. Los franceses llaman al dinero el nervio de la guerra, los ingleses lo conceptúan sinónimo de poder, i en nada es tan exacta esta denominación como en la industria i tratándose de grandes

empresas. En este siglo, en efecto, no hai obras imposibles: todo lo vence el jenio ayudado por la poderosa palanca del dinero.

«Veamos cual es la situacion de la compañía.

«El último informe que acaba de presentar el señor de Lesseps a la asamblea de accionistas como de costumbre no contiene sino la situacion financiera con un año de atraso, es decir que presenta lo que llaman el ejercicio de 1885-1886, i eso de una manera tan concreta, tan en globo, que es difícil formarse cabal idea del estado de la compañía.

«Segun este documento las operaciones durante ese año se resúmen de este modo:

ENTRADAS (1 \$ = 5 fr.)

|                                                                                                                 |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Activo realizable en 30 de junio de 1885..... \$                                                                | 48 394 310.47 |
| Rebajando pasivo exigible en esa fecha.....                                                                     | 4 945 852.03  |
|                                                                                                                 | <hr/>         |
| Quedando reducidos a.....                                                                                       | 43 448 458.44 |
| Estos recursos se aumentaron con el producto de las obligaciones emitidas de 100 \$ 4% i varios beneficios..... | 4 198 851.88  |
|                                                                                                                 | <hr/>         |
| Total.....                                                                                                      | 47 647 310.32 |

GASTOS

|                                                                                                       |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Cargos sociales, gastos de administracion i trabajos en Panamá.....                                   | 23 562 587.17 |
| Compras de material.....                                                                              | 5 299 636.54  |
|                                                                                                       | <hr/>         |
| Total.....                                                                                            | 28 862 223.71 |
| Diferencia entre las entradas i los gastos, arrojando un saldo disponible en 30 de junio de 1886..... | 18 785 086.61 |

«Segun el balance jeneral formado en esa fecha el activo de la compañía ascendía a 154 509 082.59 francos.

«Creyendo que interesará a los lectores hemos formado un estado pormenorizado de dicho balance, valiéndonos de datos fidedignos que se nos han suministrado, de modo que podrá juzgarse perfectamente como i en que ha invertido la direccion mas del capital que se consideró suficiente para la obra.

«Vamos ahora a establecer la situacion hasta esta fecha (1 de setiembre), valiéndonos de datos oficiales que tenemos a la vista i de los que arroja el informe citado.

«En 1880 se constituyó en Paris la sociedad con un capital de 60 000 000 de pesos, divididos en 600 000 acciones de 100 pesos cada una.

«En 1882 la compañía contrató un empréstito i emitió 250 000 obligaciones al 5% que se colocaron a 87 pesos i que deberán pagarse a razon de 100.

«En 1883 volvió a emitir 600 000 obligaciones al 3%, recibiendo 85 pesos i debiendo reembolsar a 100.

«En 1884 se volvieron a emitir 500 000 acciones, de las cuales se colocaron 458 802 a 90 pesos reembolsables a razon de 200 en 42 años, al interés de 3%.

«Por último, en agosto de este año se hizo otro empréstito. Se emitieron 500 000 obligaciones i se colocaron 258 887 a 88 pesos, reembolsables a 200 en 48 años.

«Resulta pues, sumando todas estas partidas, que la compañía ha recibido en efectivo la enorme cantidad de 206 388 636 pesos; i como segun el Sr. de Lesseps todavía existían en caja unos 20 000 000 antes del último empréstito de agosto, tendrá hoi en todo 42 782 016 pesos, i rebajando esta suma de la anterior, se ve clara i evidentemente que la Compañía lleva ya gastados 163 606 580 pesos.

«I téngase en cuenta que solo los gastos de administracion, intereses, etc., ascienden anualmente a cerca de 20 000 000, que irán aumentando con los intereses de los nuevos empréstitos, i segun hemos demostrado anteriormente, todavía se necesitan para los gastos de escavacion, construccion, etc., mas de 600 000 000 pesos.

«Ahora bien, si se considera que la compañía cada año consigue menos fondos apesar de ofrecer mayor interés, es preciso convenir

en que le será mui difícil lograr tan fabulosa suma i que la situacion financiera de la empresa es sumamente grave, angustiosa i alarmante».

Como se ve, a las grandes dificultades naturales de la empresa se ha unido una mala reparticion del capital entre las acciones i las obligaciones a intereses compuestos, a un tipo demasiado subido para que ella pueda resistir por largo tiempo.

Si al punto fatal a que han llegado los administradores, accionistas i tenedores de obligaciones, como dice Le-Roy Beaulieu, autoridad que no puede tacharse de parcialidad, en un artículo publicado en el *Economiste* de julio último, no saben hacer los sacrificios necesarios, el año 1889 o el 90 verá el mas terrible desastre financiero del siglo i probablemente de toda la historia moderna.

El 2 de noviembre a las 5.30 a. m. dejé el fondeadero de Panamá haciendo uso de la máquina con dos calderos, hasta quedar franco del islote San José i gobernar en seguida a pasar a 3 millas de la isla Taboguilla. A las 6.30 se entabló una regular brisa del ONO; se largó todo el aparejo de cruz, i a las 8, estando las islas Bona i Otoque por la cuadra de estribor, hice apagar los fuegos e izar la hélice, quedando desde ese momento a la vela. El tiempo cerrado i lluvioso desde que zarpamos apenas nos permitió situarnos con demarcaciones a las islas Perlas, que a las 12 eran poco visibles por la cuadra de babor, en medio de la bruma i fuerte lluvia torrencial.

Antes de salir de Panamá hice reponer algunos víveres para completar los que por su mal estado i después de una permanencia a bordo de cerca de un año, se habían echado a perder, i completar la galleta, que a causa de la humedad se hubo de arrojar al agua. Igualmente había adquirido en plaza varios artículos de consumo para la conservacion i limpieza del buque, por haberse agotado los cuatro meses de pertrechos comprados en el Callao i que, segun decreto supremo de 14 de junio último, debían durar hasta fines de octubre.

Tarea mas que difícil es la de proveerse un buque en Panamá de artículos navales, no solamente por la gran dificultad de encon-

trarlos, sino también por los altos precios e inconvenientes que presenta su embarque para que no se echen a perder con la lluvia, teniendo que atravesar la gran distancia a que se fondean las naves en este puerto; sin embargo, nosotros con el concurso de nuestro cónsul que, conocedor de la plaza, nos guió, pudimos conseguir la mayor parte de los que necesitábamos para proseguir nuestro viaje.

En la noche la brisa principió a amainar i frecuentes chubascos de agua a sucederse con intermitencias de calmas i vientos variables del SSO al OSO, continuando así por dos dias consecutivos lo que nos hacía mantener una activa vijilancia en la noche para no ser arrastrados por la fuerte corriente del golfo. Al tercer dia pudimos hacer algun progreso al sur, cambiando constantemente de amuras a fin de librarnos de una rejion por demás fastidiosa i difícil. En cada guardia teníamos que virar dos i tres veces, lo que unido a la lluvia torrencial de la estacion producía el cansancio de la tripulacion.

Hasta el 13, en que pudimos zafarnos un tanto de la costa com, prendida entre los cabos San Francisco i San Lorenzo, i ya al sur del paralelo de 4° N, pudimos granjear camino hacia el oeste, por haberse establecido con alguna firmeza las brisas del SSE al SO

I debemos considerarnos felices de haber empleado tan pocos dias para alcanzar a esta latitud, pues ha habido buques que solo para salir del golfo de Panamá han puesto 15 i mas dias, donde los vientos calmosos i variables i la fuerte corriente impiden hacer todo progreso a barlovento para librarse de la costa comprendida entre aquellos dos cabos.

El 15, estando en latitud de 1° N, la brisa rondó un poco mas al sur, i pudimos desde ese dia enderezar nuestra derrota hacia las Galápagos. El 16, en latitud de 0° 25' N i longitud de 84° 38' O notamos una diferencia entre el punto observado i el estimado, que nos acusaba una corriente de 28 millas al SO, i poco mas o menos la misma diferencia observamos en los dias siguientes, lo cual favorecía nuestra navegacion.

El 19 a las 4.30 p. m. el tope anunciaba la isla Chatham por la serviola de babor, i una hora mas tarde se divisaba desde el puente en la forma de dos pequeñas islas. La distancia que nos separa-

ba de ella, segun nuestras observaciones, era de 50 millas, no viéndose sino los montes Pitt i San Jacinto, los mas elevados de la isla. Esta con tiempo claro es visible a tal distancia, demostrándose así la exactitud de nuestras observaciones.

Durante esta noche navegamos con poca vela para amanecer lo mas cerca de ella. Efectivamente, en la madrugada del 20 la avistamos como a 15 millas a sotavento. Se hizo vapor i arrió la hélice.

Tan luego como tuvimos vapor en tres calderas, principiamos a aproximarnos a la Chatham por su parte norte, pues la corriente durante la noche nos había asotaventado a razon de una milla por hora al ONO; mui luego distinguimos el cabo Finger i el islote Kicker. El primero, desde 15 millas de distancia, aparece como un islote por no divisarse la parte baja que lo une a la isla sino a mui corta distancia. Barajamos la costa occidental como a 3 millas de distancia, notando al paso que la carta es mui defectuosa en detalles, i que muchas de las enfilaciones no concuerdan con sus arrumbamientos; es verdad tambien que la escala de la que poseemos a bordo es demasiado reducida.

La costa oeste de Chatham, desde la punta norte, que despide varios bajos i a que es necesario dar un resguardo de 3 a 4 millas, es baja i sube gradualmente, no notándose vestijios de aquella vegetacion tropical que habíamos admirado en las islas del golfo de Panamá. El islote Kicker es una masa rocosa que se eleva casi a pique 135 metros, dando seguros indicios de la constitucion jeológica de la isla; su color vítreo, las grietas i las manchas en forma de lava que lo cubren, indican su oríjen volcánico, como tambien la parte alta i áspera de la isla i el cabo Finger, que dan evidente prueba de ello.

Pasada la bahía Stephens i teniendo por la cuadra la roca Kicker se divisó el arrecife Dalrymple, que el tope anunció como una embarcacion a la vela, cuya apariencia realmente tiene a la distancia. Su parte baja es de un color negruzco, i blanco en su parte alta, lo que hace que la ilusion sea perfecta a 4 o 5 millas de distancia. Su altura es de 20 metros próximamente. Gobernamos a pasar entre dicho arrecife i la isla, siguiendo las indicaciones de la relacion del viaje del buque italiano *Vettor Pisani*,

que hace poco visitó el archipiélago de las Galápagos, para buscar el puerto Chico, que comunica con la colonia de Chatham, porque los derroteros i cartas del archivo de bordo apenas hacen ligeras indicaciones de él.

Una vez que el arrecife Dalrymple nos demoró al NNO, gobernamos sobre un pequeño cerro que se ve en el fondo de la ensenada, avistando mui pronto el faro de que habla la *Noticia hidrográfica* del año 1887, que V. S. tuvo a bien acompañar a las instrucciones para el viaje.

A las 11.30 a. m. fondeamos en el referido puerto, i durante los seis dias que permanecemos en él, nos ocupamos en estudios sobre la flora de la isla, coleccionando un herbario de sus principales plantas; igualmente se recojieron muestras de las principales producciones de la isla i de algunas semillas, a pesar de que en la época de mi visita las había en mui poca cantidad. Comisioné además a los guardias marinas para levantar el plano del fondeadero, a fin de que practicasen en esta clase de trabajos, que al mismo tiempo servirán para dar a conocer la parte hidrográfica de esta seccion, tan incompleta como poco conocida.

Debo hacer constar aquí que al fondear nos faltó la cadena del ancla de babor en los 80 metros, i aunque se hizo todo lo posible por rastrear durante los seis dias que permanecemos en el fondeadero, fueron infructuosos todos los esfuerzos por conseguirlo, debido a la fuerte corriente i a lo disparejo del fondo de la ensenada. Al examinar el eslabon que faltó, notamos que se había roto precisamente en la soldadura, apareciendo en la parte interior puntos oxidados que indicaban un antiguo principio de ruptura.

Durante nuestra permanencia en Chatham, se pudo comprobar que la corriente se estiende hasta mui al interior del puerto Chico, tirando ésta 6 horas del NE al SO, i 6 horas en direccion opuesta, concordando el cambio de corriente con las horas de la pleamar i bajamar en el puerto. Al principio de ellas es poco sensible i aumenta progresivamente hasta llegar a su maximum, que es de 1.5 a 2 millas por hora. Un buque fondeado rara vez aproa al viento cuando la corriente alcanza a su mayor velocidad, i a pesar de tener brisas regulares del SE, que son las dominantes, las tuvimos constantemente de través.

El faro, que está establecido en el fondo de la ensenada, sobre la medianía de la playa blanca que allí existe, es de 6° orden, montado sobre un poste de madera sujeto por puntales inclinados que forman una especie de trípode. Su altura es de 9 metros sobre la playa i 12 metros sobre el nivel medio del mar. Su luz blanca i fija alcanza de 8 a 10 millas en tiempos claros. Mientras permanecemos en el fondeadero se encendía todas las noches, i segun se nos aseguró, se hace siempre aún en las noches de luna.

Un camino conduce desde la playa hacia la parte superior de la isla, donde está establecida la hacienda del Progreso, de propiedad del señor Manuel J. Cobos, el cual a la sazón hallábase en las otras islas con sus balandras recojiendo orchilla, especie de líquen que produce todo el archipiélago i que alcanza buenos precios en Europa para emplearlo en teñir los jéneros, constituyendo una de las principales entradas para el propietario.

Cerca de la playa hai un pequeño galpon que sirve de depósito para los artículos que se esportan de la isla para Guayaquil. Estos son: aceite de tortuga, aguardiente, bacalao, orchilla i cal de piedra, la cual se fabrica en regular cantidad. En las cercanías de la ribera existen piedras de un color blanquizco i el horno en que se calcina para extraerla.

Para tomar el puerto, de cualquiera parte que se venga, hai que gobernar en demanda del arrecife Dalrymple, pasar entre él i la isla, i una vez que demore al NNO magnético, dejarlo por la popa i dirigirse sobre un pequeño montículo que hai al fondo de la ensenada i que demora al SSE del referido islote. Hai que mantener esta enfilacion procurando no ser abatido por la corriente que, como se ha dicho, alcanza a 1.5 i 2 millas por hora. Tan luego como el islote Kicker demore al NE  $\frac{1}{4}$  N se gobernará sobre el faro o el galpon, que están mui próximos uno de otro, hasta encontrar el sondaje conveniente para el calado del buque. La ensenada es capaz de contener dos o tres buques con bastante holgura.

La mayor precaucion que hai que tomar es no ser arrastrado por la corriente hacia estribor, donde el bajo que existe en la medianía de la ensenada se estiende lo bastante para que cualquier desvío lo haga peligroso, pues tiene alguna agua sobre él i no es posible verlo.

La isla Chatham es susceptible de las mas variadas producciones, debido a las gradaciones que experimenta su clima; así, en la parte plana i baja su terreno es incultivable a causa de la gran cantidad de piedras sueltas i de gran tamaño de que se halla sembrado; esta parte es además relativamente calorosa i seca, porque rara vez llueve i solo produce un pequeño arbusto silvestre parecido al algodón, llamado por los habitantes algodoncillo, i unos cuantos cactus o quiscos; su demás vejetacion es raquítica i poco importante. En la parte elevada i a medida que se sube, la vejetacion toma mayor desarrollo i lozanía; a los 200 metros de altura, donde tiene su asiento la hacienda, llega aquella a su mayor fuerza; el suelo en esta parte se encuentra trasformado por la doble accion de las lluvias i del sol, las lluvias son frecuentes, i el terreno, de un color rojo, produce los frutos mas variados de la zona tropical, conjuntamente con muchos de la templada; así, al lado de la caña de azúcar, café, plátanos, piñas, camotes i yucas, se ve producirse las papas, frejoles i melones.

Rara es la semilla que no se ha producido de los muchos ensayos que se han hecho para saber de lo que es capaz el terreno productor de esta isla, siendo el cacao la única que no ha surtido buen efecto. La principal produccion agrícola es la caña de azúcar, de la cual se estrae el aguardiente por medio de un pequeño trapiche i de un alambique que sirve para la destilacion de la miel que aquella produce.

La isla cuenta con 140 habitantes, de los cuales 20 son mujeres. Hai una autoridad civil, que con el nombre de jefe territorial del archipiélago desempeña el teniente coronel del ejército ecuatoriano, señor Pedro Jaramillo.

En la isla Chatham, como en la isla Charles o Floreana, abundan los animales ariscos, como perros, burros i gran cantidad de la raza bovina; sin embargo, en la última de estas islas la gran cantidad de perros salvajes que hoi se encarnizan con los terneros impide que su aumento sea mui considerable. Existen tambien caballos i cabras. El ganado bovino sirve para la alimentacion de los colonos, empleándose en la hacienda diariamente uno de ellos como cazador.

El agua se obtiene de pequeñas vertientes o manantiales que

hai en las quebradas; pero en los años de pocas lluvias llega ésta a escasear, porque el ganado la consume; a pesar de las frecuentes lluvias i rocíos en la rejion elevada, los depósitos de agua son poco abundantes, oponiéndose a ello el subsuelo volcánico.

La orchilla es, no obstante, la principal fuente de entrada, porque siendo el terreno cultivable relativamente pequeño, todos los productos apenas bastan para la alimentacion de los mismos habitantes, compuestos en su mayor parte de relegados del Ecuador por diversos delitos, los cuales son empleados en la hacienda, mediante el pago de pequeños salarios i la alimentacion que les procura el señor Cobos.

De lo anterior se deduce que el archipiélago de las Galápagos, en razon de la pequeña porcion de terreno cultivable de sus islas i de la escasez de agua en ellas, no es susceptible de una colonia agrícola de alguna importancia; pero debido a su situacion jeográfica tan cercana al istmo de Panamá, sus islas, principalmente Chatham i Floreana, tomarán una gran importancia una vez que quede abierto el canal interoceánico, siempre que en ellas se establezca un depósito de carbon para surtir a los vapores que viniendo de Australia pasen por dicha via i aun para los que trafiquen a lo largo de la costa occidental de América, importancia que por ahora es imposible prever i de la que muchas naciones marítimas estarán dispuestas a aprovecharse para ejercer una vijilancia sobre la gran arteria que pondrá en contacto inmediato el antiguo con el nuevo continente.

El clima, por otra parte, es sano i la temperatura de las islas, a pesar de su proximidad al ecuador, es mucho mas agradable que la de Panamá.

El 26 al amanecer dejamos la isla Chatham barajando la punta Wreck a suficiente distancia para zafarnos de los bajos que despide su parte sur, gobernando a pasar entre las islas Hood i Charles o Floreana. Una lijera brisa SSE nos permitió orientar el aparejo para quedar de bolina; pero siendo la corriente demasiado fuerte entre estas islas i la brisa mui floja para contrarrestarla, me ví precisado a cargarlo, porque en solo tres horas habíamos abatido 8 millas, i el viento no nos permitía salvar el bajo Macgöwen hacia el cual éramos arrastrados. A las 10 a. m.

cargué, pues, el aparejo, i haciendo uso de la máquina, me acerqué a la Hood. Una hora después, demorándonos el bajo por la cuadra de babor, se apagaron los fuegos, se izó la hélice, i quedamos en disposicion de continuar nuestra navegacion a la vela. A las 6 p. m. la punta Saddle de la Floréana quedaba al  $NO\frac{1}{4}O$  i a 12 millas de distancia, i desde este instante se gobernó de bolina franca, pues la brisa adquiriría mas firmeza para ganar la rejion de los vientos alisios.

El 5 de diciembre, al sur del paralelo de  $10^{\circ}S$ , hallamos las brisas jenerales, las cuales nos acompañaron hasta mui cerca del archipiélago de las Tuamotú o Tomotú, al que cortamos por el paralelo de los  $20^{\circ} S$ .

En efecto, el 16 en la tarde avistamos la isla Pukarúa, a la cual debíamos recalar para rectificar nuestros cronómetros, antes de aventurarnos entre estas islas, que por su formacion coralina i poca altura son demasiado peligrosas. A medida que nos acercábamos a las Tuamotú, la brisa fué rondando mas al este, quedando a merced de los vientos variables que durante la travesía experimentamos, i antes de entrar en este archipiélago notamos una gruesa mar boba del SO de que hacen mencion algunos derroteros.

Nuestra recalada a Pukarúa nos manifestó una vez mas la bondad de los cronómetros que posee esta corbeta y la exactitud de los compases Thomson, con que se ha dotado a nuestros buques. Avistada la referida isla por el tope de velacho a las 5 p. m., solo se vino a ver desde el puente media hora después, como una pequeña interrupcion del horizonte. Esta isla es, como casi todas las de este archipiélago, una faja de coral con su laguna al centro i cubierta su parte sur de cocoteros, árboles que son los primeros en avistarse; la barajamos como a 3 o 4 millas de distancia, enmendando nuestro rumbo para cortar el paralelo de  $20^{\circ}$  en el meridiano de la Vairatea, i gobernamos en seguida sobre la Pinaki, que vimos en la tarde del 18 en la misma forma que la anterior, pero menos provista de vejetacion.

El 22 reconocimos la isla Maiatea, la mas oriental del archipiélago de la Sociedad, la cual afecta la forma de un cono de gran base, que visto del este presenta una de sus aristas mas inclinada que la otra. Pasamos por el norte de la citada isla.

El 24 al amanecer la brisa principió a amainar; ordené arriar la hélice i hacer vapor en tres calderas para continuar hasta fondear ese mismo dia en Papeeté, puerto principal i capital de las islas de Tahití.

En el acto de nuestro arribo i por el solo hecho de ser nuestra procedencia Panamá, se nos sometió a una cuarentena de observacion; la cual, por decision de la junta de sanidad reunida al siguiente dia, debía prolongarse por 48 horas; de manera que tuvimos que permanecer incomunicados tres dias con tierra, transcurridos los cuales se nos puso en libre plática, convencidas las autoridades del lugar de que en el estado sanitario de bordo no había ocurrido novedad, máxime cuando después de 51 dias transcurridos en el mar i recalada a las Galápagos, no había sobrevenido en el buque ningun caso de enfermedad contagiosa. A pesar de mis protestas, hubo que someterse al cumplimiento de los reglamentos vijentes en los éstablecimientos franceses de la Oceanía, que a este respecto son bastante severos.

El capitán de corbeta graduado, señor Policarpo Toro, que a la sazón se hallaba en Papeeté esperando la llegada del buque, dió igualmente los pasos necesarios ante las autoridades para hacer ver lo incalificable de este procedimiento con un buque de guerra, provisto de toda clase de recursos; pero sus jestionés fueron igualmente infructuosas.

Permanecimos al ancla en Papeeté hasta el 6 de enero, durante cuyo tiempo se hicieron pequeñas recorridas en el aparejo i algunas provisiones que eran indispensables para emprender nuestro regreso al departamento.

Durante nuestra corta residencia en la hermosa i segura bahía de Papeeté, la oficialidad del buque fué objeto de distinguidas manifestaciones de cariño por parte de las autoridades i vecinos del lugar, quienes recuerdan con placer a las naves chilenas que de tarde en tarde suelen visitar la isla.

El rei Pomaré V nos hizo una visita a la cual correspondí en union de nuestro cónsul. Este monarca, que había cedido a la Francia sus posesiones mediante ciertas reservas, entre las cuales se establecía que las leyes tahitianas debian imperar hasta su muerte, se ha desprendido de ellas últimamente, quedando de he-

cho su territorio bajo el imperio de las de Francia; así es que hoy puede decirse que esta isla ha entrado enteramente bajo el dominio esclusivo de esa nacion.

Toda la isla está rodeada por un arrecife con algunos pasos o aberturas que dan acceso a pequeñas ensenadas i al puerto principal de Papeeté. Este arrecife está a flor de agua, i la mar rompe constantemente sobre él, i así un buque al recalar a la isla lo vé fácilmente; pero hai muchos otros bajos que solo se distinguen por el descoloramiento del agua, la cual toma un tinte mas claro a medida que es menor la profundidad en que éstos yacen; así es que un buque siempre hará bien en mantener un tope al acercarse a tierra.

Las islas de Tahití i de Moorea, esta última distante solo 12 millas de la primera, constituyen tanto por su posicion jeográfica i su importancia territorial, como por la altura de sus montañas i la poderosa vejetacion que las cubre, una de las mas bellas posesiones de la Francia en esta parte de la Oceanía. La vista que ofrecen estas dos islas desde mar afuera es de lo mas pintoresco, i el viajero jamás olvida el hermoso panorama i la variedad de colores que ofrecen sus diversas alturas, muchas de las cuales son inaccesibles, surcadas por cascadas que se despeñan por las muchas quebradas que las rodean.

La isla está enteramente circundada por un cómodo i ancho camino de cintura que facilita la comunicacion entre los 18 distritos en que se halla dividida, cada uno de los cuales está rejido por un jefe tahitiano i un consejo municipal.

La poblacion de Tahití i Moorea alcanza a cerca de 12 000 almas. En este número el elemento blanco figura por 1606 personas, i en 400 el asiático, siendo los demás indíjenas. Estos profesan la religion protestante casi en su totalidad; el catolicismo, a pesar del apoyo de las autoridades i altos funcionarios del gobierno francés, hace mui pocos prosélitos. La iglesia católica está bajo la direccion de un obispo *in partibus*, con el título de vicario apostólico de Tahití.

El tahitiano es de carácter dulce i conciliador, poco inclinado al trabajo, siendo el clima i la feracidad del suelo la causa de ello, pues éste le suministra cuanto es necesario para su sustento i para

la construccion de sus casas, que son en gran parte hechas de bambúes i *pandanus*; sin embargo, desde algun tiempo atrás principian a adoptar el sistema europeo en sus construcciones. Tanto los hombres como las mujeres tienen una decidida predileccion por las flores, que usan en forma de coronas puestas sobre los sombreros, la fabricacion de los cuales constituye una de las principales ocupaciones de la mujer tahitiana.

La ciudad de Papeeté, capital i lugar principal de los establecimientos franceses de la Oceanía, cuenta con 3500 habitantes. Vista desde el mar esta pequeña ciudad presenta un aspecto particular. Apenas se distinguen las construcciones a través del espeso follaje que las oculta, i si no fuera por la torre de la catedral i el pabellon francés que se ve en el palacio del gobierno, se creería que no existian mas casas que las que rodean el malecon de la ribera.

La comunicacion de Tahití con San Francisco se hace mensualmente por medio de tres goletas subvencionadas por el gobierno para trasportar la correspondencia.

La agricultura en gran escala puede decirse que no existe en Tahití, siendo la caña de azúcar, el algodón i los cocos los productos agrícolas de mas importancia. Uno que otro industrial se dedica al cultivo de la vainilla.

El comercio que sostienen las demás islas de este vasto archipiélago i el de las Tuamotú con Papeeté es bastante activo, consistiendo principalmente en concha de perla o nácar i coprá (almendra de coco machacada i seca), que a su vez es esportada a Europa i Estados Unidos desde este último puerto, por las principales casas comerciales.

Segun la estadística comercial de 1884, la esportacion e importacion está representada por 1 900 000 pesos, con una diferencia de 100 000 pesos en favor de las importaciones.

El 6 de enero a las 430 p. m., terminada la mision del capitán de corbeta señor Toro, dejamos el fondeadero de Papeeté con buen tiempo i barómetro alto (761 milímetros), piloteados por un práctico del lugar, hasta quedar francos del arrecife exterior, desde cuyo punto hicimos rumbo a la medianía del canal que deja éste i la isla Moorea. Como fuera de la isla reinase calma completa,

continuamos a vapor hasta media noche, en que se estableció una lijera ventolina del ESE que nos permitió orientar el aparejo. Esta ventolina se mantuvo variable hasta el 12, en cuya fecha, hallándonos entre las islas Tubuai i Rorutu, del archipiélago Tubuai, rondó al NO soplando con alguna violencia. El barómetro en los dias precedentes fué descendiendo lentamente hasta fijarse en 752 milímetros al amanecer del citado dia. El aspecto del cielo presajaba lluvia, la que no dejó esperarse; repentinamente se descargó una serie de chubascos inaugurándose estos con uno de tal fuerza, que sin darnos tiempo para precavernos de él, nos causó varias averías en el aparejo, entre las cuales mencionaré la rifadura del trinquete, la falta de los escotones de barlovento de las gavias, cortándose las bozas de estas, i la rotura del zuncho del bauprés en que van firmes los mostachos i barbiquejos. Nos vimos precisados a quedarnos con la trinquetilla i mesana mientras se enmendaban todas estas faltas, i en seguida con un aparejo de capeo para seguir soportando la continuacion de estos chubascos, que en esta rejion soplan con una violencia inusitada, debido probablemente a la cercanía de las varias islas que constituyen los archipiélagos vecinos y particularmente el de las Tuamotú, cuyas islas, provistas de laguna interior, reciben el fuerte sol tropical, se caldean i causan constante desequilibrio en la atmósfera.

El tiempo continuó chubascoso i de mal cariz todo ese dia, para calmar por completo en la tarde. El 13, libre ya de las Tubuai i con tiempo revuelto i vientos variables i calmosos, seguimos granjeando al sur cuanto nos permitía la poca estabilidad de las brisas, alcanzando a los 30° de latitud sur solo el 20. Este dia tuvimos otro pequeño accidente en el aparejo, que nos puso de manifiesto el inconveniente de usar cadenas en la maniobra de labor i que pudo ser causa de la pérdida de un individuo de la tripulacion; se trataba de largar en la mañana de ese dia el rizo de caza que por precaucion se tomaba todas las tardes, cuando al izarse la gavia, faltó un eslabon de la ostaga, cayendo la verga sobre su tamborete, donde se hallaba el capitan de altos Eulojio Mercado amollando los amantes de rizo; éste, sin tiempo para librarse de ella, recibió un fuerte golpe en la cabeza, siendo arrojado felizmente al bolso de la misma vela sin otra lesion que la recibida en la cabeza i en

una mano. Reconocido este individuo por el cirujano, resultó no tener ninguna fractura en los huesos i ser sus heridas de poca gravedad.

En la noche del 21 experimentamos una fuerte tempestad eléctrica, fenómeno que fué acompañado con lluvia i saltos alternados de ascensos i descensos en el barómetro. Los relámpagos se sucedían con pequeñas intermitencias, alumbrando completamente el buque en un radió de cercá de media milla, muchos de los cuales estallaban a corta distancia de nuestro costado.

Al sur del paralelo de 30° experimentamos vientos calmosos i variables del primer cuadrante que nos permitían aproximarnos al rumbo ortodrómico, ganando, longitud a razón de uno a dos grados por dia.

El 27, estando por 135° de longitud i 37° de latitud, después de un dia de calma, el viento saltó directamente al este i continuó rondando en los dias siguientes hacia el norte, dando en el espacio de 24 horas una vuelta completa al compás para volver a soplar del primer cuadrante, acompañándonos con fuerza variable i aun algunos dias recio hasta el 7 de febrero en la tarde, en que se afirmó del 4° cuadrante, habiendo tenido que remontar hasta los 43° de latitud sur para buscar dicho viento, el cual sopló duro durante algunas noches, viéndonos a menudo en la necesidad de navegar con las gavias sobre dos rizos a causa de las fuertes rachas con que iba acompañado.

Desde el 12 el tiempo se hizo mas estable, i la brisa bonancible del NNO nos permitió ganar el meridiano de 79° 30' O i la latitud de 37° 30' S el dia 16, para rondar al oeste i calmar poco a poco desde la mañana del siguiente dia, en que hice arriar la hélice i navegar a vapor durante cuatro horas hasta encontrar las brisas de la costa que nos llevaron a 20 millas de la punta Rumena.

En la mañana del 18, encontrándonos a esa distancia, segun nuestros cálculos, de la punta Lavapié, i estando la costa completamente cerrada por una densa neblina, tomamos la vuelta de afuera, virando alternativamente cada hora hasta que a la 1 p. m. aclaró completamente i pudimos embocar la Boca Chica de Santa María para tomar el puerto de Lota a las 4.55 p. m., completando 43 dias cabales en la travesía de Tahiti a este último puerto.

Durante nuestra estadía en Lota se tomaron 60 toneladas de carbon i se recorrieron las pinturas del costado, i el 22, en posesion del telegrama de V. S. ordenándome regresar al departamento, zarpamos de Lota a la 1.30 p. m., haciendo la navegacion a vapor hasta esta rada, donde he fondeado hoi a las 5.15 p. m., sin que haya ocurrido el menor incidente que merezca la pena de consignarse en este parte.

En conclusion, señor comandante jeneral, debo manifestar a V. S. que durante toda nuestra campaña el estado sanitario de la tripulacion ha sido bastante satisfactorio.

Los guardias-marinas, únicos oficiales con que está dotada esta corbeta, han cumplido con los requisitos exijidos por los reglamentos de exámenes i han recorrido mayor número de millas que las necesarias, como lo demuestra el cuadro adjunto.

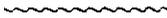
En las diversas circunstancias de tiempo i vientos que hemos encontrado durante nuestro viaje, han venido a ponerse una vez mas en relieve las buenas cualidades marineras de esta corbeta, cuyo aparejo, demasiado trabajado, es menester recorrer para que continúe prestando servicios en viajes de instruccion de los oficiales jóvenes como el que acabamos de emprender. Separadamente doi cuenta a V. S. de las principales reparaciones que requiere el buque. Adjunto encontrará igualmente V. S. el estado jeneral de entrada i los derroteros seguidos en los diversos viajes llevados a cabo por el buque de mi mando durante nuestra larga ausencia del departamento.

Dios guarde a V. S.

J. FEDERICO CHAIGNEAU,  
Capitan de fragata.

Valparaíso, febrero 23 de 1888.

(Estr. de la *Revista de Marina*, t. 6, 1888).



---

VIAJE  
DE LA CORBETA ABTAO  
EN EL OCEANO PACIFICO DEL NORTE  
I MARES DE LA CHINA EN 1888

---

Señor Comandante jeneral de Marina:

Para dar cumplimiento a las instrucciones de V. S., una vez provisto de carbon, pertrechos i refuerzos en jente, zarapé a la vela del puerto de Iquique el 7 de febrero, a las 10.30 a. m., con brisa suave del sur.

Estudiando el plan de la derrota en las cartas de vientos i derroteros del océano Pacífico, del mar de la China i del Japon, llegué a sentar las siguientes probabilidades: Para atravesar el Pacífico emplearía unos 80 dias i no debería demorar mas de 90; para la travesía del mar de la China, 5; de la China al Japon, 10; desde este pais a San Francisco de California, un término medio mínimo de 45 a 50; para el viaje de regreso, 70; en todo unos 225 dias de mar. En estadías en puerto solo me era permitido demorar 10 en cada uno de los de Hong-kong, Yokohama i San Francisco los que agregados a los dias de mar, suman 255, o lo que es lo mismo, 8 meses i medio. En consecuencia resolví pasar a Honolulu si los vientos al sur del ecuador me daban una media de 7 millas por hora, i en caso contrario seguir directamente al este, teniendo por objetivo Hong-kong i pudiendo modificar este plan con el paso

a una isla del trayecto si las circunstancias eran mui favorables en la rejion de los vientos alisios del NE.

Al siguiente dia de la partida se organizó el servicio de mar de los oficiales. Para el efecto dispuse que dos de los guardia-marinas montaran guardias, quedando distribuidos los cómandantes a cinco i los subalternos repartidos de un modo conveniente. La organizacion de la tripulacion se terminó poco después, i con el objeto de comenzar desde luego la instruccion militar i la marinera, se puso en vijencia el réjimen de ejercicios i clase de instruccion. A la escuela primaria se dedicó dos horas i media al dia i tres en semana a la clase de artillería.

Para la instruccion teórica de los oficiales se continuó con el réjimen de conferencias establecido desde la salida del departamento, teniendo éstas lugar dos veces a la semana, dos horas cada vez. Cumpliendo con las disposiciones vijentes, se distribuyó el tiempo en estudios de ordenanza i en temas científicos profesionales i de carácter militar i marinero, dándose preferencia a los puntos tratados en el programa de exámen de guardia-marinas i al reglamento de choques i abordajes.

Con brisas mui flojas, que nos daban un andar de 3 o 4 millas, recorrimos el trayecto hasta el paralelo de 4° S, en donde nos calmó completamente el alisio. Sorprendido con esta calma, que por las cartas de viento del almirantazgo debía encontrar en los 5° de latitud norte i conociendo por el aspecto i el estado del barómetro el *doldrums*, crucé a vapor esta rejion de turbonadas, calmas i constante precipitacion, navegando al NO para ganar en lonjitud. En el paralelo de 4° N el alisio de NE comenzó a soplarnos como brisa fresca; se izó la hélice i continuamos a la vela.

El 24 de marzo, estando en el paralelo de 10°, el barómetro cambió su movimiento de descenso comenzando a oscilar, i el 25 en la tarde subió fuera de sus movimientos normales; un retroceso del viento del ENE al NE i después al norte, chubascos con viento duro i mar gruesa fueron la consecuencia del fenómeno. Preparados, al notar esta irregularidad, con las gavias en dos rizos, no tuvimos que experimentar averías en el aparejo durante el cuarto de 12 a 4 a. m., en que el viento sopló con más fuerza. El descenso brusco de un milímetro nos anunció el cambio de tiempo, que

se presentó casi inmediatamente, volviendo el viento a soplar del ENE con menor fuerza. Brisas constantes del NE al este, con un andar de 5 a 6 millas, nos llevaron a la rejion sembrada de islas de posiciones dudosas comprendida entre los meridianos 154° O i 170° E.

Resueltos, por no haber tenido buenos vientos al sur del ecuador, a seguir hacia el este sin pasar a Honolulu, continuamos navegando por el paralelo de 12° N. Para seguridad de esta parte de la navegacion mantuve constantemente apostados vijías dia i noche i la mas estricta vijilancia. Al norte del archipiélago de Marshall el viento calmó; grandes masas de cúmulus rodeaban el horizonte levantándose como montañas cubiertas de nieve; el sol, cayendo a plomo sobre nuestras cabezas, mantenía una temperatura de 30 grados a la sombra. Acentuado el aspecto de calma, navegué a vapor con el andar mas económico durante 22 horas del dia 18, i 20 del 21. En la rejion al norte del archipiélago de las Carolinas hasta el de las Marianas o Ladroneas, experimentamos suaves brisas con regularidad perfecta en los movimientos del barómetro.

Para rectificar la longitud dispuse que los oficiales se ejercitasen en la observacion de series de distancias lunares. Estas observaciones, calculadas segun el procedimiento del teniente Félix, de la marina francesa, nos dieron longitudes aproximadas en menos de 8 millas.

El 27 de abril cruzamos el archipiélago de las Marianas por entre las islas Guajan i Rota. La rejion comprendida entre los archipiélagos de las Marianas i Filipinas es borrascosa en la estacion de la monzon del SO, i nuestra derrota nos obligaba a cruzarla cuando el alisio del NE sopla hasta el meridiano de las islas Palaos. A 250 millas al este de Guajan comenzamos a experimentar las consecuencias de un encuentro de corrientes atmosféricas: brisas variables en fuerza i direccion entre el NE i el este por el norte, i del SO con tiempo chubascoso i aturbonado, frecuentes descargas eléctricas i lluvias torrenciales, nos obligaban a maniobrar continuamente con el aparejo. El 5 de mayo a las 6 p. m. comenzamos a navegar a vapor por haber calmado completamente el viento. Distábamos del estrecho de San Bernardino 180 millas.

El 7 al amanecer avistamos la costa norte de la isla Batag. Con calmas o brisas flojas i variables que aprovechábamos con las cuchillas, entramos a medio día en el canal entre las islas Viri i San Bernardino, maniobrando para tomar uno de los pasos mas francos para la navegacion durante la noche. Cruzando por el norte de las islas Naranjas i bordeando por el sur de Matabas, tomamos el canal formado por las grandes islas Masbate i Ticao a las 8 p. m. i se arregló el andar para llegar al mar de la China en la tarde del siguiente día. Recorrimos estos pasos sin novedad, encontrándonos con algunos buques del servicio del archipiélago, i al ponerse el sol salimos del estrecho i continuamos contorneando la isla Luzon. Durante la noche una tempestad eléctrica nos precedía en el mismo camino, alumbrándonos con continuos relámpagos las cumbres, las islas, los desfiles de la costa i las puntas, lo que nos permitía situarnos por demarcaciones i seguir nuestro camino por los pasos mas francos. Felizmente no pasó mas allá de un despliegue de fuerzas eléctricas con un poco de viento flojo. Por la noche fué necesario una activa vijilancia para conservar nuestra ruta libre de las embarcaciones i vapores que frecuentan estos pasos. Al amanecer del miércoles 9 de mayo avistamos el faro de la entrada de la bahía de Manila i a las 10.30 a. m. largamos el ancla a 2 millas de la desembocadura del rio Passig, que cruza la ciudad.

La demora de 10 dias sobre nuestros cálculos me obligó a pasar a este puerto para reponer los víveres i carbon i dar, antes de entrar a los mares de la China, un descanso a la vida del mar i refrescar la tripulacion, que venia alimentándose durante 90 dias a víveres secos. El programa de V. S. para la duracion del viaje no permitía disponer de mas de 6 dias para estadía en este puerto; en consecuencia, se procedió con toda actividad a proveer el buque de lo necesario.

Visité a S. E. el capitan jeneral de la colonia i a S. E. el comandante jeneral del apostadero naval, los cuales devolvieron la visita por medio de sus edecanes, solicité una conferencia del director del observatorio meteorológico, el ilustre sabio R. P. Faura, de la Compañía de Jesus, quien con mucha amabilidad dispensó dos horas i media a mis preguntas, obteniendo de él los datos

que me eran precisos sobre la rejion que tenía que atravesar hasta llegar al Japon.

Orijinándose la máyor parte de los grandes tifones al este del archipiélago Filipino, en Manila, punto central de un sistema completo de ramificaciones telegráficas, se estudia i deduce, de los partes de las diversas estaciones, la direccion i desarrollo del meteoro, i el observatorio avisa a la costa del continente su trayectoria probable, i así se evitan pérdidas de buques i de vidas en el tempestuoso mar de la China.

Por los informes que recibí debía ir preparado para hacer la navegacion hasta el Japon a vapor, a causa de ser la estacion poco favorable a los buques de vela, por efectuarse en este tiempo el cambio de la monzon i predominar las calmas i brisas flojas en toda la costa. En vista de esto tomé 160 toneladas de carbon para el viaje a Hong-kong, en donde por mejor precio podía adquirir el que iba a necesitar para el resto de la navegacion. Los recursos del puerto permitieron además proveer al buque de varios artículos de la racion seca i algunas raciones frescas.

Resuelto a zarpar el lunes 13 por la mañana, tuve que demorar la partida porque el observatorio anunció que un tifon recorría la costa de la China, por Saigon i el Tonquin. Parte de ese tiempo fué dedicado al cumplimiento de deberes de etiquetas i visitas oficiales i particulares a bordo del buque hidrógrafo español *Argos* baile ofrecido por los oficiales de él i sociedad filipina, invitacion del señor capitan jeneral para asistir a la bendicion de banderas del rejimiento peninsular, banquete en el cuartel de éste, etc. Para corresponder, el martes 14 en la noche tuvimos el honor de recibir a bordo a lo mas distinguido de la sociedad de Manila, jefes militares i marinos. Se hizo los honores de una manera modesta i se agradeció a los marinos españoles las atenciones a los compañeros de profesion.

El 16 de mayo, a las 6.30 p. m., siendo favorables las circunstancias meteorológicas en el mar de la China, zarpé con direccion a Hong-kong. Durante la primera singladura tuvimos calmas, turbonadas i brisas flojas i variables del NE al SO, las primeras contrarias a la derrota; las segundas me permitieron navegar por algunas horas con ayuda del velámen.

Continuas lluvias i chubascos en las siguientes, alternadas con calma, i en los dias 19 i 20 el barómetro bastante debajo del nivel medio, me decidieron a seguir a vela i vapor en prevision de tener que experimentar un mal tiempo que amenazaba venir del NE, dada la direccion del viento i el aspecto del horizonte hacia ese punto.

Después de cuatro dias entramos al canal de Lema por el paso del NE para tomar después los que conducen entre las islas de la desembocadura del rio Chu-kiang al puerto de Hong-kong, donde fondeamos a las 5.15 p. m. del 20 de mayo. Allí se había experimentado todos los caracteres de la proximidad de un tifon, que fué anunciado dos dias despues de nuestra salida de Manila, i que recorrió el norte de la isla Luzon hacia el NO, habiendo recurvado talvez en la isla Bashee o poco al oeste para tomar la direccion del NE. En este puerto resolví quedar siete dias, dejando dos para esperar circunstancias favorables a la derrota del viaje al Japon.

El 21 de mayo avisé por cablegrama a V. S. la llegada del buque i conforme a las instrucciones envié mi nota fecha 22. En el puerto encontré una escuadra alemana compuesta de tres cruceiros, bajo las órdenes de un comodoro, i en los dias de nuestra estadía se reunieron cuatro buques de la escuadra inglesa.

A mi llegada recibí una atenta carta del capitán de la marina española don Emilio Moreu, ofreciéndome sus servicios i los del señor cónsul de España. Pasé a saludar a estos caballeros en sus casas para agradecer su cortesía. En compañía del señor Moreu visité a S. E. el gobernador jeneral de la colonia, visita que me fué devuelta por el secretario de la gobernacion. Por los buenos oficios del señor Moreu obtuve permiso para recorrer con los oficiales el principal astillero de este puerto. Este establecimiento, propiedad de una sociedad, tiene los elementos mas modernos para la construccion de buques de todos tamaños, un gran dique de piedra i dos medianos.

Los oficiales pudieron estudiar a la lijera las máquinas i disposiciones de las diferentes secciones en que está dividido. La Direccion, a cargo de ingenieros ingleses, cuenta con el auxilio poderoso de los hijos del Celeste Imperio, que por su número, bajo

precio de los jornales e inteligencia, permiten llevar a cabo todo jénero de trabajos.

El puerto de Hong-kong, el centro comercial mas importante del Asia en el mar de la China, con una poblacion europea que no llega a 3000 almas en medio de una masa de 250 000 chinos, ha eclipsado completamente a Macao, antigua ciudad portuguesa, que por su comercio fué el emporio de la esportacion de los puertos del sur de la China.

Previo informe sobre la seguridad de los europeos que visitan a Canton, concedí permiso a los oficiales para trasladarse a esa ciudad. Estas visitas no tuvieron otro carácter que simples paseos, dado el poco tiempo que podia concederles, 24 horas, i aunque no fueron molestados, la residencia en esas grandes ciudades es para los extranjeros una continúa amenaza, pues su presencia provoca los celos i desprecio de los chinos, con mas razon ahora que a los emigrantes coolies en las colonias inglesas se les espulsa como si fueran animales dañinos.

Fuí invitado i asistí con algunos oficiales a un baile en la gobernación el dia del natalicio de S. M. B. i en él recibí particulares muestras de aprecio hacia nuestro pais por S. E. el señor gobernador.

Durante la estadia en este puerto el tiempo no fué del todo agradable por las continuas lluvias i excesivo calor; sin embargo, se aprovechó en tesar las jarcias i recorrer el aparejo. En esta plaza se completaron los víveres que necesitábamos para el viaje i la provision de carbon con 120 toneladas.

Dotado el buque con buenas cartas de la costa i adquiridos todos los informes que creí necesarios, esperé que terminasen las brisas del NE, que no me eran favorables, para emprender el viaje. Por el boletín del 27 de mayo del Observatorio meteorolójico de Hong-kong podia contar con las probabilidades de tener unos cinco o seis dias de calma i buen tiempo. En consecuencia, zarapé a las 4 p. m. de ese dia, abandonando la rada por el canal del oeste, i siguiendo a la vista de la costa navegué claro de la punta Chelang i de la punta Breaker, i goberné a dejar por babor los bajos de las islas Lamock para tomar un rumbo limpio de los de las islas Pescadores en el canal de Formosa i dirigirme al estre-

cho de Van Diemen. Esta parte de la navegacion fué mui tranquila, con calmas casi completas, muchas lluvias, ventolinas de todas direcciones i cielo constantemente cubierto. Aproveché todas las brisas que nos podían aumentar el andar en una o dos millas para hacer esta travesía en diez dias a lo mas. La estacion es jeneralmente la mas propicia para las travesías a vapor; las a vela, para los viajes al norte, no se inician en esta época del cambio de la monzon, sino cuando está ya establecida del SO, a causa de muchas calmas. Con las brisas frescas del alisio del NE, o monzon del NE, como se le llama, los viajes del norte al sur, por las costas de China i Japon, son fáciles, i la estacion es tambien la mas segura. En el mes de mayo se experimentan con frecuencia vientos mui duros del norte i NE, en la parte norte del canal de Formosa, los que son presajio casi seguro de que un temporal viene en camino por el sur del mar de la China.

Del 31 de mayo al 1 de junio el tiempo fué mui incierto; brisas de los 3º i 4º cuadrantes que luego saltaron al rumbo opuesto para soplar de allí con mas fuerza, rondando, a medida que avanzábamos hacia el norte, por sus circuitos normales, al sur desde el este, i despues al SO i oeste. Marchábamos experimentando todas las influencias locales en nuestro camino hacia el norte. El barómetro, que se había conservado oscilando debajo de su línea media, empezó el 1 de junio un lento pero continuo descenso, con un cambio brusco de la direccion del viento del oeste al NE. Las constantes lluvias nos impedian hacer observaciones i poder apreciar la intensidad de las corrientes, que son inciertas i variables con las influencias de los vientos al sur de Formosa i con las corrientes frias que vienen del mar del Japon i de Corea. Las demarcaciones nos dieron a conocer los pocos efectos que experimentó el buque por la gran corriente ecuatorial. Desde el norte de Formosa, en la rejion de los archipiélagos de Liu-kiu i de Linschoten, experimentamos continuos chubascos, tempestades eléctricas con viento aturbonado i lluvias torrenciales que nos obligaban a maniobrar continuamente el aparejo para no perder camino hacia el norte. Viendo esas manifestaciones tan claras de un desequilibrio atmosférico i temiendo que las lluvias i tiempo cerrado no me permitieran cruzar el estrecho de Van Diemen con tiempo

claro, si se acentuaba el mal cariz, pasé el archipiélago de Linschoten por el canal entre las islas Cooper i Akuisi-sima. El 3 de junio al amanecer se entablaron ventolinas del este con lluvias constantes, el barómetro cambió sus movimientos i descendió a razon de un milímetro por hora. Preparado el buque con los masteleros calados, se arrizaron las gavias para el caso de experimentar averías en la máquina. Al ponerse el sol aparecieron en el horizonte hacia el SO los cirrus plumiformes que indican con su orientacion la direccion del temporal. En la rejion mas baja del cielo, grandes masas de nubes de color plomizo coloreaban el disco del sol con un rojo mui subido, aumentando su diámetro aparente en 5 o 6 veces el cenital. A la 1 p. m. el viento osciló i cambió del E al ESE i SE; el descenso del barómetro continuó brusco, las nubes marchaban hacia el SO, mientras en la superficie del mar seguian una direccion contraria. A las 7 p. m. se levanta del horizonte una faja de nubes mui oscuras con continuos movimientos en su masa. Arrizadas las cuchillas para aguantarnos, esperamos el primer jiro del viento, que antes de 5 minutos de aparecer aquella sobre el horizonte, descargó con fuerza del norte jirando 8 cuartas hacia la izquierda, lo que nos indicó que estábamos en el lado manejable del temporal; conservé la amura de babor i la máquina a poco andar para no experimentar averías en los grandes cabeceos. Fué necesario cargar las cuchillas, porque el buque trabajaba mucho i se mantenía sucio, i con el aparejo braceado en contra, la *Abtao* soportó perfectamente las fuertes fugadas del viento i se mantuvo limpia sobre las mares que azotaban la amura de babor.

La subida de un milímetro del barómetro nos indicó que el mal tiempo se alejaba de nuestro rumbo. Continuamos la capa dando algunas velas a medida que el viento iba amainando; hasta la 1 p. m. del 4, en que al resguardo de la costa de la isla Nipon, en la parte sur del cabo Oo-sima, el mar decayó mucho i pudimos seguir nuestra ruta. Por el diagrama que acompaño podrá ver V. S. que la pendiente barométrica fué de 20 milímetros, que en estas latitudes de 34° N es considerable. Continuamos la navegacion a vapor con mucha mar de popa, en demanda del faro de Omai-saki, que avistamos al amanecer del 5 i luego despues

a la luz de una aurora como las que hermocean las mañanas en los valles de Chile, divisamos por la proa el cono del Fusi-yama, el volcan mas famoso de este clásico pais de los terremotos. Al atravesar el golfo de Suruga experimentamos las frescas brisas de tierra, que nos permitieron ayudarnos con las velas. Gobernándonos por los faros de Mikomoto entramos al canal entre la isla Oosima i la península Idsu. A las 12 m. tomamos el canal Uraga i a las 7 p. m. del 6 de junio largamos el ancla en Yokohama, despues de 10 dias de navegacion.

La estadía en este puerto se ocupó en recorrer el velámen i alistarlo para la travesía que teníamos que emprender hasta la costa de California, teniendo en consideracion que habríamos de experimentar malos tiempos. Se completó la provision de carbon con 110 toneladas i se adquirieron los pertrechos de máquina suficientes para 8 días. Las condiciones de poblacion me permitieron dar permiso a la jente para bajar a tierra, i no tuve que lamentar retardos ni deserciones, i el comportamiento fué en jeneral bueno. Los oficiales pudieron visitar las ciudades de Yedo, Tokio i Yokohama i los principales monumentos de los alrededores.

El señor encargado de negocios de España en Yedo, don Pedro Carrere, por medio del secretario de la legacion i en carta particular, mandó ofrecernos sus servicios i los del consulado, considerándonos como a miembros de la gran familia española. Visité a los señores cónsules de España, Austria-Hungría i de Portugal, los cuales vinieron a bordo i fueron recibidos con los honores correspondientes. El señor cónsul de España tuvo la amabilidad de acompañarme al Kencho o gobernacion, para saludar al señor gobernador de la provincia de Kanagawa, quien devolvió la visita.

Por los buenos oficios de la legacion de España obtuve una audiencia de los señores ministros de relaciones exteriores i de marina, en Yedo. Se me espresó por estos altos dignatarios los sentimientos de amistad i agradecimiento de que estaba animado el gobierno de S. M. I. por las atenciones de que fueron objeto los marineros de la *Riugio-kan* durante su permanencia en nuestro pais, i con ocasion de la oportunidad solicité de S. E. el conde de Okuma, ministro de relaciones exteriores, las estadísticas i

datos que revelan el movimiento comercial, industrial i social del Japon, para informar a V. S. de fuentes oficiales, en prevision de que el desarrollo comercial de Chile necesite otros mercados para colocar sus productos. La gran importancia mercantil del Japon i su creciente progreso industrial me indujeron a sondar el ánimo de S. E. respecto de nuestro pais, que no se encuentra considerado entre los que pueden comerciar con él. Las respuestas fueron mui satisfactorias i favorables para el caso de querer entablar relaciones comerciales entre ambos paises. De S. E. el jeneral conde Saigo, ministro de marina, obtuve el permiso necesario para visitar el astillero imperial de Yokoska, i para el efecto puso a nuestra disposicion una embarcacion a vapor en la cual, en compañía del edecan de S. E., recorrimos el 14 de junio las 12 millas que separan este punto de la bahía de Yokohama. El subdirector del arsenal i otros altos jefes nos obsequiaron con un banquete antes de recorrer el establecimiento. Aunque el tiempo era mui lluvioso, vimos todos los departamentos, diques, gradas de construccion i talleres. En este arsenal se trabaja actualmente en dar fin a las últimas obras del casco de tres acorazados de tipo i tonelaje superior a nuestro *Huáscar*, i recién se ha puesto la quilla de un gran crucero de 6000 toneladas que estará terminado en año i medio. Cuenta, para realizar estos importantes trabajos, con las máquinas mas perfectas de los astilleros europeos, necesitando solo la materia prima, como el acero, i el armamento, para dejar los buques en estado de batirse. Todo el personal es japonés, i es notoria la competencia de esta raza para todo jénero de trabajos.

El señor cónsul de España i su digna esposa nos obsequiaron con un banquete, al cual asistió el cuerpo consular; igual manifestacion tuvimos de parte del señor cónsul de Portugal.

Creí de mi deber agradecer a S. S. el encargado de negocios de España, por una nota, los auxilios que prestó esa legacion al ciudadano chileno Antonio Torres, natural de Talcahuano, que se encontraba desvalido en Yokohama.

Cumplo con un deber de consignar en este parte, para conocimiento de V. S., las espresiones de agradecimiento que debo a los señores Pedro Carrere, encargado de negocios de España; Haut-

man von Kreitner, cónsul de Austria-Hungría i España; J. Perez Caballero, secretario de la legacion; Eduardo J. Pereira, cónsul de Portugal, que cumplieron con nosotros de la manera mas culta los deberes de hospitalidad.

En Yokohama, como en Hong-kong, el tiempo fué lluvioso durante nuestra permanencia, la que di por terminada después de 10 dias, levando ancla a la 1.30 p. m. del dia 16 de junio. Al anocheecer estábamos fuera del canal Uraga. Con ventolina del este i mar boba de la misma direccion nos alejamos de la costa del Japon, continuando a vapor para no ser arrastrados por la marejada, hasta las 12 m. del dia siguiente, en que comenzando a soplar brisa del SE, se izó la hélice i dió todo aparejo. El cielo estaba nublado, la mar venía del este, i el barómetro, que se había mantenido oscilando hasta las 4 p. m. del 17, dejó de subir; bajó la columna mercurial, i tres horas después el viento, que había rondado hasta el SSO, retrocedió al SE i empezó a soplar recio, con mucha lluvia i mal cariz, por lo cual se tomó todas las precauciones para un temporal. El descenso del barómetro continuó hasta las 11 a. m., manteniéndose constante la direccion del viento al SE. Aguantamos con la amura de estribor cifiendo un poco abiertos por no poder abrir el rumbo hacia la costa que teníamos a sotavento.

A las 12 m. el viento jira al este i el barómetro queda estacionario; se abre el rumbo hacia el norte. i poco después esperinentalamos todos los cambios que corresponden al lado manejable de un temporal de tipo rotatorio. El descenso total del barómetro fué de 16 milímetros, habiendo subido 3 antes de comenzar a bajar. El buque se mantuvo recorriendo una secante al círculo de máxima presion, habiendo quedado media hora dentro de la zona de los vientos ciclónicos o jiratorios. Durante las 16 horas que las circunstancias especiales obligaron a mantener la mar por la amura, el buque soportó el aparejo de gavia en dos rizos i las mayores en uno, i a pesar de haber tenido balances de 40° de amplitud, conservó limpia su proa sobre las olas.

A las 2 p. m. quedamos a la ronza con mar encontrada del SO i del este. A las 8 sopló ventolina del NO, viramos i seguimos alejándonos de la costa. Hasta el 21 navegamos a toda vela. El tiempo se mantuvo variable, en la superficie del mar soplabla la brisa

polár; mientras las masas de vapor que corrían hacia el NE nos indicaban la actividad del contra-alisio del SO, viniendo de esta dirección nubes que pronto cubrieron el cielo completamente. Sobreviene la calma i con ella el duro balancear que nos produce la mar del este. Convencido de que mientras permaneciéramos cerca de las costas del Japon estaríamos sometidos a la influencia que ejercen sobre la dirección del viento i no lo tendría favorable a la derrota, se arrió la hélice i navegué a vapor desde la mañana del 21 hasta el amanecer del 24, en que sopló brisa del norte. El 28 el viento se nos tornó contrario, obligándome a buscar las altas latitudes para acercarnos al círculo máximo. Nuevas calmas, lluvias i tiempo indeciso con barómetro... me decidieron a cruzar la zona a vapor para encontrar las brisas, que después de 10 horas de máquina se entablaron firmes del NE, i aunque contrarias, podía dar bordadas. El 29 viramos para bajar al sur después de experimentar los efectos del frío de estas latitudes, para el cual no estábamos bien preparados con la navegación por la zona tórrida. El 1 de julio sobrevinieron las calmas i quedamos sin gobierno hasta la mañana del 2, que se entablaron ventolinás del SSE.

A las 10 a. m. del 4, el viento, que había rondado en los días anteriores hasta el SSO, retrocede en sus circuitos, el barómetro cambia su movimiento normal i comienza a bajar rápidamente con pendiente de 2 i 3 milímetros por hora en el período de mayor descenso. Sin ninguna duda sobre el fenómeno que se presentaba, se preparó el buque para recibir un fuerte temporal, calando los masteleros, arizando las gaviás, reforzando las brazas i tomando con la artillería, escotillas i embarcaciones las precauciones de ordenanza. Se forzó de vela hasta las 5 p. m. para aprovechar cuanto fuera posible hacia el este, i desde esta hora se dejó el buque sobre el aparejo de capa, gavia con todos los rizos, mayor de cuchilla i trinqueta de capeo. Con este velámen el buque resistió perfectamente las gruesas marejadas i las rachas de viento duro. De 12 a 4 a. m. el barómetro quedó estacionario; se cargó la cuchilla para esperar las fugadas mas fuertes del viento, que en el cuarto siguiente desfogó toda su fuerza, comenzando a declinar con la subida del mercurio. El viento siguió en sus jiros los movimientos normales de estos temporales en el hemisferio norte, soplando con

fuerza del SO. El buque ha permanecido todo el tiempo al lado derecho de la trayectoria, i a juzgar por la rapidez de la pendiente barométrica de bajada como de subida, hemos recorrido una línea paralela a su direccion.

A las 12 m. la mar nos venía mui encontrada del oeste i del SO, indicio del paso del centro del temporal; se dió la popa a la mar, efectuándose esta maniobra con felicidad ayudados del trinquete redondo, de la cangreja de proa, del foque i de la trinquetilla: el foque se rifó a causa de sus largos i buenos servicios. Los balances que experimentamos fueron de 43° a banda i banda. En seguida continué en popa aumentando la superficie de velámen a medida que el viento iba amainando, i después de cuatro horas con proa al SE, perpendicular a la marcha del temporal, solo se experimentó la mar del SO, que continuó boba i pesada hasta el día siguiente. Este mal tiempo trajo por resultado que se entablaran fijos los vientos del oeste, con los que navegamos a buen rumbo hasta el 9, en que nos sobrevino la calma. Como el barómetro se mantuviera mui alto, esperé la brisa, que se estableció el 10 del SE i con la cual navegué hasta el 15.

De nuevo las calmas vienen a fastidiarnos i prolongar el viaje; el 17, después de veinte horas sin gobierno, se entabla brisa del sur; el 18 tenemos brisas de todos los rumbos i el 19 el SE nos obliga a perder camino hacia el norte hasta el 22, en que se fijó al sur i pudimos navegar a rumbo hasta el 25. El 26 decidí usar la máquina desde las 10 p. m. hasta las 6 p. m. del 27. Brisas polares nos acompañaron hasta la mañana del 31 de julio, i a vapor atravesé esta nueva zona hasta el 2 de agosto. Con brisa floja del SE i todo el aparejo seguimos hasta el 4, quedando sin gobierno 12 horas de este día i 12 del siguiente. El 5 tuvimos brisas mui flojas del norte, i con mas frescas los siguientes, recalamos, con densa neblina, el 7 al amanecer, al radio de sonoridad de la sirena del islote Farallon del Sur, frente a la entrada de San Francisco. Se arrió la hélice para tomar el puerto, i un escampavía nos guió al fondeadero, que tomamos a las 5.45 p. m. del 7 de agosto, después de 53 días de penosa navegacion. De Yokohama a San Francisco solo hemos tenido por todo 40 horas de sol, i si constantes lluvias densas neblinas, producidas por las aguas del Kuro-sivo, arras-

tradas por todos los vientos, así polares como ecuatoriales. El frío nos hizo experimentar sus efectos cerca de las costas del Japon; el aire constantemente húmedo causó en la salud del equipaje muchos casos de reumatismo, constipados agudos i en todos el deseo de llegar a tierra para descansar de las fatigas del viaje. Las espesas nieblas que en los meses de verano cubren las costas de California nos privaron de ver desde el mar la entrada al puerto.

En este lugar avisé el arribo del buque i las necesidades de él, recibiendo oportunamente la contestacion de V. S. Fué menester reparar las bombas de fuerza del buque i fabricar una tapa de bomba de aire de la máquina, por encontrarse en mal estado i ser urgente subsanar este inconveniente. Siendo indispensable continuar durante el viaje las reparaciones de los estayes del fondo de los calderos, trabajo que se ha venido ejecutando desde la salida del buque de las costas de Chile, ordené la adquisicion de los materiales necesarios. Se dió las órdenes convenientes para proveer de víveres frescos a la tripulacion i al buque de carbon i agua i completar tres meses de víveres secos para el viaje de regreso al departamento, siendo en esta operacion ayudado por el señor vicecónsul i personal del consulado.

Las condiciones de la ciudad me permitieron dejar ir a tierra de paseo a la tripulacion, esponiéndome a las asechanzas de las compañías de enganchadores que con toda suerte de argucias obligan a los marineros a desertar para cubrir las dotaciones de los numerosos buques mercantes que hai en el puerto. Tuve la mala suerte de dejar en sus manos tres marineros. El velero, de nacionalidad italiana, obtuvo permiso para ir a tierra i no volvió a bordo.

Con los guardia-marinas e ingenieros visité los grandes establecimientos de la Union-Work, en donde se construye para el gobierno de los Estados Unidos el crucero *Charleston*, i la esposicion e instituto mecánico del estado de California, por invitacion especial del director. En union del vicecónsul saludé al jeneral comandante en jefe de las tropas residentes en el estado.

Antes de continuar mas adelante debo poner en conocimiento de V. S. que los señores cónsul i vicecónsul de Chile en esta ciu-

dad han atendido a las necesidades del buque de un modo que compromete el público agradecimiento.

Los numerosos establecimientos que hai en San Francisco requieren mas tiempo para recorrerlos i estudiarlos. La industria i el comercio han encontrado en esta poblacion vastísimo campo para su desarrollo, siendo el centro mas importante del Pacifico por su situacion jeográfica i la rival mas poderosa del comercio europeo en las costas de China i Japon.

Fuera de sus hermosos edificios i grandes fábricas llama la atencion sus carros de cable, que atraviesan toda la ciudad i suben los cerros con una facilidad i seguridad admirables. En union del presidente de esta sociedad e inventor al mismo tiempo del sistema, visité las sencillas maquinarias que ponen en movimiento estos tranvías.

El 22 de agosto, después de catorce dias de descanso, zarpé en viaje directo al departamento para dar cumplimiento a las instrucciones de V. S. Claros de la barra, se largó todo aparejo, se izó la hélice, i con brisa del norte al NE navegamos hasta el 4 de setiembre, en que las calmas i ventolinas variables, el aspecto i la latitud de 13° N me dieron a conocer la calma ecuatorial. Atravesé en cuatro dias esta rejion i en el paralelo de 7° N encontramos las brisas del sur que limitan por este lado el *doldrums*. Con ellas se dió aparejo para hacer camino hacia el este, i después de seis dias la brisa del sur se tornó variable i alternó con calmas. Para encontrar el alisio del SE debía atravesar esta barrera de ventolinas o esperar que se entablaran las del SE, probabilidad que se presentaba mas difícil por acercarse el equinoccio de setiembre i con él el movimiento hacia el sur de la zona de calmas del ecuador; en consecuencia, crucé a vapor en dos singladuras esta angosta faja de ventolinas del sur. El 17 por la mañana se afirmaron al ESE; di todo el aparejo i paré la máquina. Las brisas del SE las experimentamos en jeneral mui flojas i chubascosas desde 6° a 12° S, i mas constantes entre 12° i 18°, en donde alcanzamos la calma de Capricornio, indicada por la elevacion de mercurio i la faja de nubes con chubascos de agua i ventolinas flojas de todos los rumbos. La vecindad de los archipiélagos de Tahití i de Tuvaluai influyen sobre la direccion del alisio; la calma del trópico

del sur, por la misma razon, sube mui al norte en el equinoccio de setiembre. Para entrar a la rejion de las variables i no prolongar por mas de nueve meses el tiempo que el buque iba a estar fuera del departamento, atravesé a vapor esta faja de calmas. Al sur del paralelo de 20° se entablaron los ESE, los que a medida que avanzábamos al sur rondaban al este i NE. El NE sopló fresco i chubascoso con mar boba del sur i aspecto de mal tiempo. Talvez un temporal recorría los paralelos mas altos i el NE converjía hacia su centro de depresion, que se manifestó el dia 8 de octubre. El barómetro, despues de sufrir un ascenso moderado de 11 milímetros sobre la media en cinco dias, sin que el termómetro anunciara la llegada del viento polar, nos presajió la calma. Del 14 al 18 solo hicimos singladuras de 30 a 40 millas. La pendiente de ascenso nos dió la medida del descenso, i en cuatro dias el mercurio bajó lenta i continuamente hasta dejarnos en condiciones atmosféricas para recibir brisas del cuarto cuadrante; el centro de alta presion quedó al NO. Con brisas del norte i el barómetro con pendiente de descenso de 1 milímetro por 30 millas, navegamos haciendo buenas singladuras los dias 19 i 20. En la tarde del 20 calmó por 5 minutos i luego sobrevino un cambio en la direccion del viento, del ONO al SSE. La mar larga i gruesa del oeste el 20 i en la mañana del 21 del sur, los cirrus que el 19 aparecieron apuntando sus agujas al SO i el descenso de 8 milímetros del barómetro, continuado i contrario a los movimientos normales, me dieron a conocer que el viento fresco que nos dió una singladura de 180 millas pertenecía a un temporal que pasaba algo distante al sur de nuestra derrota. Después de una corta calma se entablaron los vientos frescos del oeste, con barómetro oscilante, los que nos han dado el mayor andar del viaje, 200 millas entre los dias 23 i 24. El tiempo continuó variable con brisas frescas del ONO al SSO, i el barómetro oscilando 7 milímetros con la normal; la mar gruesa i larga produjo baláncés de 40° a cada banda; sin embargo, forzamos de vela con alas i rastreras. Desde el 28 hasta la recalada nos han acompañado brisas bonancibles del sur con el hermoso cielo que caracteriza a nuestras costas, i hoy he fondeado a las 9 p. m. sin haber experimentado ninguna novedad en tan larga navegacion por el grande océano, el cual ha recorrido la

*Abtao* de una a otra costa sin resentirse de la jornada, a pesar de ser el decano de nuestros buques por sus 27 años de servicios.

Acompaño a V. S. los estados de entrada i el plano del derrotero, en el cual van trazadas las curvas medias barométricas de cada viaje. Es de notar en ellas la regularidad de los movimientos en la zona ecuatorial i las alteraciones en la de las variables, los descensos que han traído por causa malos tiempos, las elevaciones que han seguido o procedido de estos fenómenos orijinando calmas o perturbaciones atmosféricas.

El estado sanitario ha sido bueno; fuera de ocho casos graves de diversas enfermedades, que fueron atendidos con todo esmero por el cirujano don Mamerto del Campo, los demás han sido dolencias fáciles de curar. Proviene esto de estar compuesto el personal de la tripulación de jente jóven, sana, fuerte i resistente a toda clase de fatigas, desde el trabajo en los salones de los fuegos de las calderas a 50° de temperatura por la zona equinoccial i mar de la China, hasta el frío de 2° en las maniobras por alto, cerca de las costas de Kamchatka. Otra causa del escelente estado sanitario es la buena calidad de la alimentación. Se ha empleado en vez de charqui carne conservada, que la jente ha consumido con jeneral gusto. Con el suministro de este artículo se ha evitado las pérdidas que orijinan al Fisco las frecuentes descomposiciones de los víveres, que tan amenudo se ven en nuestros buques en los largos viajes.

La jóven tripulación, toda compuesta de chilenos, menos tres plazas, ha dado durante el viaje pruebas de disciplina, buena conducta, moralidad, i, lo que es mas satisfactorio, de subordinacion a sus superiores. El sistema implantado de suprimir las guarniciones de los buques ha tenido por resultado, como es una prueba este viaje, enseñarnos que la disciplina del hombre de mar, puede estar a la altura de la de los soldados veteranos, siempre que a las clases se les haga respetar de sus subalternos i en el cumplimiento de sus deberes militares encuentren el apoyo del cuerpo de oficiales i la justicia en sus jefes. Con el entusiasmo mas recomendable han tomado estos hombres el carácter i la seriedad de las obligaciones impuestas por los nuevos cargos i manifiestan las

mejores disposiciones para cumplir todas las exigencias de la mas estricta disciplina militar.

Por las condiciones del buque i las necesidades de la navegacion; la instruccion práctica de las armas no ha tenido mas desarrollo que la del manejo de las menores i los ejercicios doctrinales de artillería, esperando circunstancias mas favorables para los prácticos de tiro i para las maniobras de las embarcaciones armadas, las de infantería i artillería de desembarco i los ejercicios de tiro en tierra.

El departamento de la máquina ha merecido mi particula atencion, habiéndose destinado el personal a su esclusivo cuidado; los ingenieros que la dirijen han correspondido a todas las exigencias del servicio cuando ha sido menester hacer uso del vapor para cumplir con el programa trazado por las instrucciones de V. S. El jefe de este departamento ha realizado una notable economía en el consumo de combustible, comparado con los datos que arrojan los estados de los jefes anteriores. En las calderas se ha trabajado constantemente para remediar los defectos de construccion, renovándose los estayes de sus fondos por otros con tuercas. La operacion ha sido difícil i pesada.

Los jóvenes guardia-marinas, para quienes fué destinado en particular este viaje, han manifestado aplicacion en las operaciones marineras, en los estudios prácticos profesionales, i su conducta ha sido en jeneral buena i subordinada. Con el objeto de atender a la instruccion práctica de ellos se estableció que en las maniobras jenerales tomaran el mando, i en las horas de noche, durante todo el viaje, se han ejercitado en el mando de maniobras particulares, en la distribucion de los puestos i organizacion de la jente para atender a todas las exigencias que podian orijinarse durante el cuarto de sus guardias. Estos ejercicios, que en la primera parte del viaje no fueron del agrado de los jóvenes, en la última la costumbre les dió la facilidad para manejarse durante las guardias que como comandantes tenían que montar para satisfacer un requisito del programa de exámen de guardia-marinas.

En los estudios meteorolójicos a que V. S. me recomendó dedicara mi atencion, se ha seguido un sistema de observaciones uniforme, i para que la práctica fuera continuada, al fin de cada

cuartó el comandante saliente de guardia, además de avisar al entrante, como lo manda la ordenanza, el estado del tiempo i las probabilidades de variacion, estampaba en una casilla del libro de bitácora el pronóstico meteorolóxico deducido de la comparacion juiciosa del estado del barómetro, termómetro i sicrómetro. Los niveles medios de estos instrumentos, para cada singladura, se han anotado diariamente en el bitácora para que se hicieran las comparaciones. Con el fin de hacer práctico i provechoso el estudio del barómetro, se colocó en la cubierta una pizarra en la que está marcada la curva del movimiento del mercurio en las condiciones de perfecto equilibrio atmosférico, i los guardia-marinas han trazado hora por hora en la misma pizarra el movimiento del barómetro, de manera que la menor alteracion les era conocida.

Antes de terminar, debo recomendar a la consideracion de V. S. los buenos servicios de un viejo servidor de la nacion, que durante la última campaña, con modesto rol, sostuvo el honor de nuestra marina en un combate con el *Huáscar*, i durante la paz, mejorado i rejuvenecido por los cuidados i recomendaciones de varios de nuestros distinguidos jefes, ha venido prestando servicios tan valiosos para la formacion de los equipajes i oficiales que mandarán mas tarde nuestros buques de combate. La *Abtao* merece, por sus escelentes servicios, magníficas cualidades i perfectas condiciones en que se encuentra, que se le hagan en sus calderos reparaciones que le permitan mantener una presión de 20 a 25 libras, i se le cambie su hélice de manera que el buque obtenga un andar no menor de 10 millas. El gasto consiguiente sería economizado en dos o tres futuros viajes de instruccion. Fuera de estos trabajos, habrá que cambiarle la cubierta del castillo i regala de esta parte que están en mal estado; en la arboladura, afirmar el palo mesana sobre nueva carlinga, por haber cedido la en que descansa actualmente. Habrá tambien que dar mejor ventilacion al entrepuente i cámara de tenientes.

Un deber de justicia me obliga recomendar a V. S. al oficial de detall, capitán de corbeta graduado don Lindor Perez G., el cual ha secundado al comandante con sus conocimientos i carácter militar en la delicada mision de instruir a los jóvenes oficiales, i en cuya tarea ha revelado aptitud, constancia i celo para el servicio;

sus consejos sirvieron en ocasiones al comandante para la feliz realizacion de la comision que V. S. tuvo a bien confiarle.

La estadística del viaje es la siguiente:

|                                      |        |
|--------------------------------------|--------|
| Millas navegadas à vela .....        | 20 497 |
| Millas navegadas a vapor .....       | 3 790  |
| Millas navegadas a vela i vapor..... | 1 779  |

|             |        |
|-------------|--------|
| Total ..... | 26 066 |
|-------------|--------|

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| Dias de navegacion ..... | 227 |
| Dias en puerto .....     | 40  |

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| Duracion total del viaje..... | 267 dias. |
|-------------------------------|-----------|

Para terminar, señor, felicito a V. S. por el éxito de este viaje, debido únicamente a las instrucciones de V. S. i a los elementos con que fué dotado el buque por la mayoría jeneral del departamento.

Dios guarde a V. S.

A. FERNANDEZ V.,  
Capitan de fragata.

Valparaíso, febrero 23 de 1888.

(Arreglo de la *Revista de Marina*, t. 7, 1888).



SEGUNDA PARTE

—

Bajos, islas o escollos nuevamente explorados o descubiertos

~~~~~

AMERICA MERIDIONAL.

COSTAS DE CHILE

ESTRECHO DE MAGALLANES

Peligro por el NE del cabo Virjenes

Los acontecimientos que se han desarrollado en Chile hasta hace poco, no han permitido fijar con exactitud la posición de la roca que el 30 de junio de 1890 causó la pérdida del vapor *Cleopatra*, de la Compañía alemana de vapores (Hamburg-Pacific Dampfschiffs-Linie) i en la cual han tocado también el vapor francés *Ville de Strasbourg* i el vapor inglés *Magellan*.

Según los datos suministrados por los capitanes del *Cleopatra* i del *Ville de Strasbourg*, que concuerdan con cortas diferencias, el peligro se encuentra como a 6 millas por el NE del cabo Virjenes, sondándose en sus proximidades 29 i 32 metros de agua.

Posición aproximada: 52° 16' 30" S i 68° 12' O.

Roca ahogada frente a la punta Baja, en la primera angostura del estrecho de Magallanes

El piloto primero de la Armada, don José Manuel Campbell, hace saber que el vapor inglés *Gulf of San Vicente*, en viaje del Pacífico a Inglaterra, chocó el 19 de abril de 1891, a las 11 a. m., en una roca no marcada en las cartas modernas de navegación, frente a la punta Baja, primera angostura del estrecho de Magallanes.

El *Gulf of San Vicente* chocó con el costado de estribor, i en el momento del accidente calaba 18 pies de agua (5.5 metros) i na-

vegaba con rumbo al norte. Pudo continuar viaje a su destino; pero reconocidos sus fondos, fué necesario cambiarle tres planchas. En el momento del choque, se halló mucha profundidad por el costado de babor.

La roca del *Gulf of San Vicente* se encuentra precisamente al N 36° 30' O de la punta Baja i a 1.33 milla de distancia, entre las sondas 8 i 32 brazas que marca la carta del Almirantazgo británico, núm. 1336. Esta roca se encuentra, pues, según estos antecedentes, por fuera del veril de 10 brazas que marca la citada carta.

COSTA CONTINENTAL

Roca ahogada cerca del fondeadero del puerto Herradura

El comandante Lambton, del buque de guerra inglés *Warspite*, comunica que el capitán del vapor alemán *Abydos* ha denunciado la existencia de una roca ahogada, de cerca de 12 metros de estension, con 4.5 metros de agua encima en bajamar i con profundidades de 8.2 metros en sus alrededores, i situada en las inmediaciones del fondeadero del puerto Herradura, demorando la chimenea del oeste del establecimiento de fundicion al N 30° 50' E, distante 3.5 cables, i el islote que está fuera de la punta Miedo al N 50° O.

NOTA.—La posición de la roca antes indicada debe considerarse como aproximada, por cuya razón hai que tener cuidado al acercarse al fondeadero.

Roca ahogada en la entrada del puerto de Carrizal Bajo

El comandante Hadley, del buque de guerra inglés *Pheasant*, comunica los datos siguientes sobre la roca denunciada por el capitán del vapor *Arequipa*, de la Compañía de Navegación por vapor en el Pacífico (Pacific Steam Navigation Company), en la entrada del puerto de Carrizal Bajo (*Anuario hidrográfico*, t. 16, páj. 160).

Esta roca (roca Arequipa) tiene aproximadamente 25 metros de estension i está cubierta con 6 metros de agua en bajamar; en su alrededor i hasta una distancia de 0.5 cable, la profundidad varía entre 13 i 18 metros, fondo de arena.

Está situada a 2.25 cables al N 4° O de la estremidad norte de la isla situada al lado oeste de la entrada del puerto, en el punto donde las cartas actuales señalan fondos de 11 metros.

Posicion aproximada 28° 4' S i 73° 31' 45" O.

NOTA. — El enfilamiento de la puerta inferior del cementerio con un picacho mui visible situado al S 49° E conduce a la roca Arequipa, i el enfilamiento de cualquiera de los ángulos del cementerio con ese mismo picacho hace pasar libre del peligro.

Los buques deben evitar el acercarse a la costa oriental de la bahía mas allá de los fondos de 9 metros. El carácter del fondo en el puerto es bueno, pero se encuentran manchones roqueños que conviene evitar.

Posicion del casco del «Blanco Encalada» en la rada de Caldera

El comandante Huguet, del crucero francés *Volta*, comunica que el casco del *Blanco Encalada* constituye un verdadero peligro en medio de la rada de Caldera. Este buque está tumbado sobre estribor con la proa en direccion N 15° E, i completamente debajo del agua. En bajamar la estremidad de babor del puente de combate aflora; actualmente está indicado por sus vergas de trinquete i gavia, que sobresalen casi verticalmente como 4 metros. Está unido a la boya de fierro pintada de rojo a la cual estaba amarrado.

Desde la verga de trinquete se arrumba: el semáforo al S 89° O; la iglesia al S 26° E; la punta situada al ESE del escollo Chango al N 13° E.

V E N E Z U E L A

Bajo al norte de la punta del Uvero

Segun una comunicacion del teniente Laurent, comandante del

paquebot *Washington*, de la Compañía jeneral trasatlántica, este buque después de haber pasado a 4 millas de la punta Zamuro i navegando de manera de dejar a la misma distancia la punta del Uvero sintió dos lijeras sacudidas sin que espermentara modificación sensible la marcha del buque, i una rastra de fango oscuro se vió en la estela del buque; el calado del buque era de 6.15 metros.

Dos arrumbamientos se tomaron en ese momento segun los cuales la punta del Uvero quedaba al S 6° E i la punta Zamuro al N 80° O.

El bajo señalado con 9 metros de agua en la carta francesa número 2186 i sobre el cual segun las instrucciones debía haber 5.5 metros de agua solamente, se estiende mas' al norte, o bien está seguido en esta direccion hasta 5 millas de la punta por otros bajos cubiertos con 6 metros de agua próximamente.

Posicion aproximada: 11° 24' N i 68° 44' 45" O.

GUAYANA FRANCESA

Sondas en las cercanías de las islas Salut. Roca entre las islas Royale i San José

Las siguientes sondas han sido obtenidas a bordo del buque de guerra francés *Orne*, comandado por M. Colin, en las cercanías de las islas Salut; 92 metros por los 5° 31' N i 51° 19' 45" O, fondo de arena gris mui fina; 80 metros por los 5° 13' N i 51° 34' 45" O, fondo de arena gris un poco fangoso.

Sondajes practicados por este mismo buque en el paso situado entre la isla Royale i la isla San José han hecho descubrir la existencia de un fondo roqueño cubierto con 4 metros de agua en bajamar i situado próximamente a 120 metros al S 60° E de la punta SE de la isla Royale.

Este fondo roqueño está separado de la isla Royale por profundidades de 6.4 i 5 metros.

B R A S I L

Existencia de un bajo por el SE de las rocas Abrolhos

El capitán del buque inglés *California* comunica que su buque ha tocado en un bajo cubierto con 7.3 metros de agua i situado a $11\frac{3}{4}$ millas al S 38° E del faro de las rocas Abrolhos.

Posicion aproximada: 18° 7' S i 38° 33' 45" O.

A M E R I C A S E T E N T R I O N A L

C O S T A - R I C A

Arrecife i corriente afuera de la punta Guionos

El teniente Downs, del buque de guerra de los Estados Unidos *Thetis*, comunica que las rocas que existen afuera de la punta Guionos, costa occidental de Costa Rica, forman un arrecife continuo que cubre casi la misma estension que la indicada en las cartas.

La corriente que hai afuera de la misma punta tira a veces con gran velocidad, directamente hacia tierra al norte de la punta.

S A N S A L V A D O R

Roca ahogada delante de la punta Remedios

El capitán del paquebot *San Blas* señala la existencia de una roca ahogada situada afuera de la punta Remedios; esta roca en la cual se ha perdido recientemente un vapor alemán i en que revienta el mar algunas veces en bajamar, queda a $2\frac{1}{4}$ millas al S 39° E de la roca Este.

E S T A D O S - U N I D O S

Descubrimiento de una roca en la bahía Twin Peak. Punta Lopez

El teniente Delehanty, de la marina de los Estados Unidos, co-

mandante del buque *Hassler* de la U. S. C. i G. S., señala la existencia de una roca con 3 metros de agua encima en las bajamares medias, en la bahía Twiñ Peak, en una posición desde la cual se arrumba la estremidad sur del edificio de la aduana del desembarcadero Hanley al N 83° E i la roca Lopez al N 66° 6' O.

La roca está próximamente a 0.5 milla distante de la playa, i el mar rompe sobre ella solamente con tiempos duros.

Arrumbamientos magnéticos.

Roca ahogada afuera de la punta Rocky. Cabo Orford

Una roca ahogada sobre la cual el mar rompe algunas veces ha sido descubierta al norte de la punta Rocky.

Desde la roca citada se arrumba el faro del cabo Orford al S 13° O, distante 4 millas.

COLOMBIA INGLESA

Rodal roqueño al oeste de la punta Croker de la isla Saturna, en la bahía Plumper

El comandante Clarke, del buque de guerra inglés *Espliegle*, señala la existencia de un rodal roqueño con una profundidad de 4.9 metros de agua en las bajamares de sizijias i situado al lado este de la bahía Plumper, a 2½ cables al N 56° O de la punta Croker de la isla Saturna.

Este rodal, de pequeña estension, es acantilado, excepto en su veril norte, en cuya dirección la profundidad aumenta gradualmente hasta 14 metros; entre este rodal i la isla hai fondos de 14 a 37 metros.

Posición: 48° 46' 35" N i 123° 12' 50" O.

NOTA. — El enfilamiento de la estremidad occidental de la isla Fane con la estremidad NE de la isla Pender conduce al SO del rodal, i la isla Lizard vista abierta del desembarcadero Elliot conduce al oeste.

Bajo al NO de la punta Brockton. Estuario Burrard

El capitán Hulton, del buque de guerra inglés *Amphion*, señala la existencia de un bajo situado a medio canal, al NO de la punta Brockton, en el extremo oriental de la primera angostura del estuario Burrard.

Este bajo, en el cual se cree que haya tocado el vapor *Parthia* en junio de 1890, fué reconocido por el teniente Barrett, del *Amphion*. Su estension es poco mas o menos de un cable de NO a SE i dos tercios de cable de NE a SO; la menor profundidad encontrada fué de 7.5 metros cerca del extremo SE del bajo, arrumbándose la estremidad oriental de la punta Brockton al S 50° E, distante 2.5 cables; i la fábrica aserradora de Moodyville al N 63° 17' E.

Posicion aproximada: 49° 18' 10" N i 123° 7' O.

NOTA.—Mientras este bajo no sea avalizado los buques de gran calado deben navegar con precaucion en esa localidad.

Roca ahogada al norte de la roca Beaver. Punta Chatham. Estrecho Johnstone. Isla Vancouver

El capitán del buque de la Compañía de navegacion del Pacifico canadense (Canadian Pacific Navigation Company) *Danube*, da cuenta de la existencia de una roca ahogada situada a 2 cables al S 63° 23' O de la roca Beaver i al S 16° 25' O de la estremidad oriental de la punta Chatham; o sea al SE de la sonda de 33 metros señalada en las cartas inglesas. La roca es visible por la claridad del agua en ese lugar, i el capitán del buque citado, al pasar cerca de ella, estimó su profundidad en 4.5 metros.

Posicion aproximada: 50° 20' 40" N i 125° 28' 25" O.

A causa de este descubrimiento la linea peligrosa afuera de la punta Chatham debe situarse a 4 cables de distancia i en direccion NE.

Arrumbamientos magnéticos. Variación: 24° NE en 1891.

Roca ahogada por el norte de la isla Triangle en el estuario Skidegate. Islas de la Reina Carlota

El gobierno del Canadá ha dado aviso de que el capitán del vapor *Danube*, de la Canadian Pacific Navigation Company, ha señalado la existencia de una roca ahogada situada en la medianía de la parte exterior del estuario Skidegate, en la isla de la Reina Victoria (Queen Charlotte).

Esta roca tiene aproximadamente 1.2 metro de agua sobre ella en las bajamares de sizijas i está situada como a 4 cables al S21°E de la punta norte de la isla Triangle.

Posicion aproximada: 55° 13' 20" N i 132° 11' 35" O.

Arrumbamiento magnético. Variacion: 26° NE en 1891.

Existencia de rocas ahogadas en el puerto Essington i de un bajo por el SE de la isla Kitson, en la entrada norte del paso Skeena

El capitán del vapor *Danube*, de la Compañía de Navegacion del Pacífico Canadense (Canadian Pacific Navigation Company) señala la existencia de las tres rocas ahogadas que a continuacion se espresan, situadas en las cercanías de la ruta para tomar el puerto de Essington, por ser peligrosas, de formas puntiagudas i dentadas.

1. La roca ahogada del norte del puerto Essington, que vela 0.6 metro en las bajamares ordinarias, demora con la punta Veitch al S 61° O, distante 2.4 millas i la estremidad norte de una isla pequeña (isla Village) situada a la entrada del rio Esctall al S 26° E.

2. La roca ahogada del centro del puerto Essington, que es la mas peligrosa, como que rara vez descubre, vela 0.3 metro en las bajamares de sizijas i demora con la punta Veitch al S 68° O, distante 2.6 millas i la estremidad norte de la isla Village al S 10° O.

3. La roca ahogada del sur del puerto Essington, descubre en las bajamares ordinarias i demora con la punta Veitch al S 72° O, dis-

tante 2.4 millas, i la ostremidad norte de la isla Village al S 26° E, distante 45 metros.

El bajo, con una profundidad de 1.8 a 2.4 metros en bajamares ordinarias, se estiende como 5 cables en direccion SE desde el extremo sur de la isla Kitson a la entrada norte del paso Skeena. Cerca del veril exterior de este bajo la profundidad aumenta hasta 5.5 metros.

Posicion aprximada: 54° 10' 30" N i 130° 18' O.

NOTA.—El paso entre la isla Kitson i la punta Leer es solo navegable para botes.

OCEANO PACIFICO

ISLA JUAN FERNANDEZ

Casco a pique en la bahía Cumberland

El comandante del escampavía de la Armada nacional *Huemul*, comunica que el casco de la fragata norte-americana *Rappahannock*, ida a pique en la isla de Juan Fernandez, se encuentra en la mejor posicion del fondeadero de la bahía Cumberland, a 86 metros de la playa. En la proa, que se encuentra al NNE, hai 12 metros de agua en bajamar i 6 en la parte de popa.

Desde proa se tomaron los siguientes arrumbamientos: la punta Lobería al N 80° E; la punta San Carlos al N 45° O; el desembarcadero al S 70° O.

El costado de babor se encuentra claro i se puede atracar con embarcaciones menores; el costado de estribor está impedido por toda la arboladura caida. El casco se encuentra quemado hasta el cobre, pero siempre están a la vista los extremos i varias otras partes.

ISLAS TUAMOTU

Bajo por el NE de las islas Mangareva o Gambier

El teniente Tyler, del buque de los Estados Unidos *Mohican*,

A. H.

10

comunica que ha recibido aviso del capitán Chapman, en Papeeté, de que la barca alemana *Erato* ha pasado recientemente sobre un bajo situado por los $22^{\circ} 44' S$ i $133^{\circ} 35' O$.

Si se tomaron algunas sondas, no son conocidas, pero en resumen el capitán de la barca tuvo mucho miedo de encallar.

Como el *Erato* fondeó 24 horas después, la posición asignada no debe ser muy errónea.

NOTA. — La posición dada para este bajo está cerca de una de las indicadas para el arrecife Minerva o Ebrilles, borrado hace poco tiempo de las cartas.

Placer de rocas al sur de la isla Mangareva

El comandante Gourdon, del buque de guerra francés *Champlain*, comunica que este barco se baró en un banco cubierto con 5 metros de agua como a 0.5 milla al sur de la isla Mangareva. El *Champlain* seguía exactamente la enfilación indicada para el canal: el pabellón de la isla Aukena con la valiza de la misma isla. En el momento de vararse este buque demarcaba el monte Duff al $N 16^{\circ} O$, lo que sitúa este peligro por los $23^{\circ} 3' 34'' S$ i $137^{\circ} 20' 37'' O$ en la carta francesa núm. 1063, cuyas longitudes deben ser disminuidas en $2' 34''$.

La enfilación del pabellón con la valiza de Aukena, que es al $N 82^{\circ} E$, próximamente, pasa también por el bajo de 5 metros situado como a un tercio de milla al $S 80^{\circ} O$ de la posición que se ha indicado antes.

El banco marcado en la carta al SE de este último bajo de 5 metros avanza hacia el norte i su veril queda muy próximo a la línea de enfilación.

Por último, el bajo de 6 metros que la carta indica a 0.5 milla al ENE de la punta NE de la isla Taravai, debe estar situado, según el práctico, a $\frac{1}{4}$ de milla al $N 52^{\circ} E$ de la misma punta.

ISLA PENRHYN

Arrecife por el NE

El gobierno de Nueva Zelanda comunica que el capitán de la

barea *Vivid* ha dado los siguientes detalles relativos al arrecife peligroso que despide la punta noreste de la isla Penrhyn (Ton-gàreva o Mangorongoro).

El arrecife se estiende como 5 millas mar afuera. En las primeras 2 millas de la punta, el mar rompe con fuerza sobre él, existiendo en seguida un canal como de 1.5 milla de ancho en el cual la sonda no acusa fondo a 47 metros de profundidad; al lado de altamar de este canal hai un manchon roqueño, como de 2 a 3 cables de estension en donde el mar rompe con fuerza en partes.

La posicion exacta de este arrecife con relacion a la isla es todavía dudosa.

Este arrecife peligroso, en el cual se perdió el buque inglés *Flying Venus* en setiembre de 1889, ha sido señalado en las cartas del Almirantazgo inglés bajo el nombre de *Flying Venus Reef*, con 3.5 metros de agua encima i como de P. D.

Posicion aproximada: 8° 54' S i 157° 55' O.

ISLAS SANDWICH

Inexistencia de un bajo señalado afuera de la punta Laeloa o Barber en la isla Oahu

El comandante Turner, del buque de guerra inglés *Nymphe*, ha explorado las cercanías de la punta Laeloa o Barber que se suponía, segun el *Anuario hidrográfico*, t. 16, pág. 168, prolongada hacia el sur por un bajo de gran estension.

El 29 de noviembre de 1890 el *Nymphe*, después de haberse colocado a 4 millas al sur de esta punta, se dirigió hacia el faro haciendo vijilar el rumbo desde el puente i la arboladura. El tiempo estaba claro i había entónces un lijero oleaje del sur, de modo que toda rompiente podía percibirse. La sonda no acusó fondo a 145 i 125 metros de profundidad hasta que el buque llegó a 3 millas al sur del faro, posicion donde se obtuvo una sonda de 153 metros, fondo de arena i coral.

A la distancia de 1.5 milla al sur del faro el fondo disminuyó rápidamente a 25 metros, después a 9 i 5.5 metros, a las distancias respectivas de 1 milla i 7 cables. Sondas semejantes se obtu-

vieron dentro de una distancia de 1.25 milla tanto al norte como al este de la punta.

El 2 de diciembre se efectuó por el *Nymphe*, acompañado de un bote a vapor, otro reconocimiento; aunque no había viento i el oleaje era mui débil, el mar rompía con 5 metros de agua. Es probable que a causa de la rápida disminucion de profundidad el mar rompa con mayor profundidad con viento sur. El veril del banco a 1.75 milla al sur de la punta Barber, en la línea de fondos de 35 metros, está indicado por el cambio de color del agua. La punta misma es mui baja.

A causa de este exámen, el peligro situado afuera de la punta Barber ha sido borrado de las cartas del Almirantazgo inglés.

ISLAS SAMOA

Posicion del arrecife Beveridge

El comandante Gallard, del buque de guerra francés *Champlain*, da como posicion de la punta SO del arrecife Beveridge la siguiente: 20° 5' S i 167° 58' O.

El buque nombrado ha bojeado el arrecife con un resguardo de 0,5 milla i se ha podido divisar el canalizo occidental, que era mui aparente.

Posicion de una roca en la costa sur de Tutulia

El buque de guerra de los Estados Unidos, *Iroquois*, ha descubierto, entre el Round Bluff i el banco Nafuana, una roca que no figuraba hasta el presente en ninguna carta.

Esta roca se encuentra próximamente a $\frac{1}{3}$ de milla al sur del Round Bluff, por 14° 18' 54" S i 170° 36' 36" O.

Rebusca infructuosa del arrecife Niss. Bajo al SE de él. Isla Upolu

El comandante Foss, del buque de guerra alemán *Sperber*, comunica que el arrecife Niss, en la costa norte de la isla Upolu, no se encuentra en la posicion señalada por las cartas; pero que a 1.5 milla al SE de esta posicion existe un bajo.

Posicion aproximada del arrecife Niss (P. D.): 13° 43' 45" S i 171° 47' 45" O.

NOTA.—Se practicará un reconocimiento de esa localidad.

Arrumbamiento magnético. Variacion: 9° NE en 1891.

ISLAS FENIX

Existencia de rocas afuera de la punta NO de la isla Howland

El comandante en jefe de la division naval inglesa de Australia comunica que el capitan de la barca británica *Notero* ha denunciado la existencia de un bajo de rocas en que chocó dicho buque.

Este bajo se estiende cerca de una milla al oeste de la punta NO de la isla Howland.

ISLAS FIJI

Arrecife al SO del paso Navula. Isla Viti Levu

El gobierno de las islas Fiji da cuenta de la existencia de un arrecife de coral de pequeña estension i de forma circular situado próximamente a 2.5 millas al SO del paso Navula. Tiene 3.6 metros de agua encima i el mar rompe sobre él algunas veces.

Posicion aproximada. 17° 57' 15" S i 177° 10' 30" E.

ISLA NORFOLK

Existencia dudosa de una roca señalada en las cartas entre las islas Norfolk i Nepean

Segun el «Australia Directory» del Almirantazgo inglés (1889), la roca sobre la cual se suponía que el buque *Mary Hamilton* se había perdido en 1878, en el canal entre las islas Norfolk i Philip, no existe i ha sido borrada de las cartas del Almirantazgo inglés.

Esta roca es la que figura con la sonda de 3.7 metros en la carta francesa núm. 3699, próximamente a 0.75 milla al S 10° O de la

estremidad oeste de la isla Nepean i que está indicada como «Reported» (existente), 1878, en la carta inglesa núm. 1110 (edición de 1879).

ISLAS NUEVAS HÉBRIDAS

Bajo por el SE de la punta Baffling, en las cercanías de la bahía Hayaunah. Isla Efate o Sandwich

El comandante Frederick, del buque hidrógrafo inglés *Dart*, da cuenta de la existencia de un bajo situado por el SO de la punta Baffling, i como a 4 cables de distancia de la playa mas cercana, en las inmediaciones de la bahía Havannah por el sur.

El bajo es un manchón de coral de 45 metros de diámetro, con una profundidad mínima de 1.2 metro en las bajamars de sizijias i rodeado de aguas profundas. Está situado bajo los siguientes arrumbamientos: la punta Baffling, enfilada con la colina Milner, isla Leauson o Protection al N 18° E, distante 1.25 milla; la entrada o eminencia de la isla Hat, al N 55° O.

Posición aproximada: 17° 40' S i 168° 10' 30" E.

NOTA.—El bajo mencionado puede verse con luz favorable. La línea punteada de la carta, al sur de la punta Baffling no representa la dirección correcta de la costa.

Arrumbamientos magnéticos. Variación: 9° NE en 1891.

Rocas ahogadas al oeste de la isla Mau

El mismo comandante da cuenta de la existencia de dos rocas ahogadas situadas como a 3 millas al este de la isla Mau o Hinchinbroock, en la costa NE de la isla Efate.

Estas rocas son puntiagudas, estando a 45 metros de distancia una de otra i con una profundidad de 27 metros entre ambas; la roca oriental tiene una profundidad mínima de 6.6 metros i la occidental de 7.2 metros en las bajamars de sizijias; son acantiladas en todas direcciones, pues el escandallo no dió ninguna señal de peligro, i a causa de su tamaño pequeño el mar no debe romper sobre

ellas sino con mui mal tiempo. Están situadas bajo los siguientes arrumbamientos: punta este de la isla Efate al S 20° E; estremidad norte de la isla Mau, al oeste.

Posicion aproximada: 17° 29' 15" S i 168° 31' E.

NOTA.—En las cercanías la corriente corre amenudo con mucha fuerza hacia el oeste, pero es irregular.

Arrumbamientos magnéticos. Variacion: 9° NE en 1891.

Existencia dudosa de un arrecife denunciado al norte de la punta oeste de la isla Ambryn

El comandante Bigant, del aviso-transporte francés *Sabne*, comunica que el arrecife denunciado en el *Anuario hidrográfico*, t. 15, pájs. 91 i 92, al norte de la punta oeste de la isla Ambryn (punta Dip) no es conocido. Este buque pasó exactamente sobre la posicion señalada, con tiempo malo, i no se observó que rompiera el mar en ningun arrecife. En el plano de una parte de las Nuevas Hébridas, levantado por los oficiales del *Sabne*, no se ha señalado ningun arrecife al norte de la punta oeste de la isla Ambryn.

El comandante Gadand, jefe posterior del mismo transporte, dice que ha pasado, con andar moderado, sobre la posicion de un arrecife dado como de posicion dudosa i que se dice destacarse hasta 1.5 milla hacia el norte de la punta situada inmediatamente por el NE de la punta Dip, sin percibir indicio alguno de fondo peligroso, i el escandallo no ha denunciado menos de 35 metros de profundidad a 500 metros de tierra.

ISLAS BISMARCK

Arrecife por el oeste de la isla del Norte

El capitan Schneider, del vapor alemán *Isabel*, señala la existencia de un arrecife rodeado de un banco de arena, próximamente a 28 millas por el oeste de la isla del Norte del archipiélago Bismarck.

Este arrecife (arrecife Ottilien) tiene un diámetro aproximado

de 3.25 cables, i la parte de arena que lo rodea, la cual probablemente está cubierta en pleamar, tiene una estension como de 27 metros de norte a sur.

Desde este arrecife se arrumba: la isla del Norte, al N 88° E; la estremidad occidental de la isla Mérite, al S 62° 40' E.

Posición aproximada: 4° 33' S i 148° 36' E.

ISLAS MARIANAS

Datos sobre el arrecife Parece Vela o Douglass

El comandante Hulton, del buque de guerra inglés *Amphion*, comunica los datos siguientes sobre el arrecife Parece Vela o Douglass, que son el resultado de un exámen de la localidad hecho en diciembre de 1890.

El arrecife Parece Vela o Douglass, compuesto de coral con tres cabezos rocosos sobre la superficie del agua, tiene una estension como de 2.25 millas de este a oeste, con un ancho aproximado de 4 cables: el cabezo del oeste tiene 3 metros de altura sobre el agua; el cabezo del medio, semejando una callampa, 2.4 metros, i el cabezo oriental (picacho cubierto probablemente algunas veces) 0.6 metro; existen entradas para botes en los lados NE i SO hacia una laguna que hai en el centro del arrecife.

Posición aproximada: 20° 27' 50" N i 136° 13' 15" E, o sea como 7 millas al este de la posición asignada hasta ahora.

NOTA. — El mar parece romper a la distancia de una milla al NO de la estremidad oeste del arrecife; pero el estado del tiempo no ha permitido examinar esta parte.

NUEVA ZELANDA

ISLA DEL NORTE. COSTA SUR

Roca ahogada al sur de la restinga occidental, inmediaciones del puerto Nicholson

El gobierno de Nueva Zelanda comunica la existencia de una

roca ahogada, situada a 2 cables al S 15° O de la estremidad sur de la restinga occidental, costa occidental de la entrada del puerto Nicholson.

Posicion aproximada: 41° 21' 30" S i 174° 49' 45" E.

COSTA OESTE

Fondo en el banco Pandora, cerca del cabo Maria Van Diemen

Recientes trabajos de sondaje ejecutados por el vapor *Hinemoa*, del gobierno neo-zelandés, en el banco Pandora, al SO del cabo Maria Van Diemen, han dado a conocer la existencia de fondos de 6.5 metros en las bajamares de sizijias.

ISLA DEL MEDIO. COSTA OESTE

Roca ahogada al NE de la roca Brig. Inmediaciones del estuario Milford

El gobierno de Nueva Zelanda comunica que existe una roca ahogada, con 1.8 metro de agua sobre ella en bajamar i que rompe con tiempos duros, en las inmediaciones del estuario Milford, bajo los arrumbamientos siguientes:

La punta Yates al N 5° E; la roca Brig al SO $\frac{1}{4}$ S, distante 1.1 milla.

Posicion aproximada: 44° 30' 50" S i 167° 48' 40" E.

NOTA.—Los buques no deben pasar por dentro de la roca Brig porque se dice existen otros fondos sucios en la localidad.

A U S T R A L I A

COSTA NE.

Bajos presuntos sobre los bancos Beresford, delante de la entrada oriental del canal Príncipe de Gales. Estrecho de Torres

Segun el informe emitido por la comision investigadora del naufragio del vapor inglés *Volga*, ocurrido el 6 de agosto de 1890,

parece probable que existen en los bancos Beresford, situados en la parte norte de la entrada oriental del canal Príncipe de Gales, fondos menores que los que indican las cartas i que han sido obtenidos en 1881.

Aunque el punto en que ha tocado el *Volga*, con 6.6 metros de calado, está mui mal determinado, la gran dificultad que ofrece la operacion de sondar en las inmediaciones de los bancos citados, a consecuencia de los fuertes vientos i corrientes que allí se encuentran, hacen posible esta suposicion.

Despues de encallar i ponerse un rató a flote, el *Volga* se fué a pique a corta distancia, sobre la estremidad occidental del arrecife del NO, por los $10^{\circ} 31' 10''$ S i $142^{\circ} 9' 5''$ E.

Fondos en el bajo Beresford. Canal Príncipe de Gales

En una reciente esploracion del bajo Beresford, ejecutada por el buque hidrógrafo inglés *Paluma*, comandante Pirie, con motivo del naufragio del *Volga* (noticia anterior), se ha cojido una sonda de 7 metros, reducida al nivel de las bajamares de sizijias, bajo los arrumbamientos siguientes:

La cumbre de la isla East Strait al $S 70^{\circ} E$; el promontorio de la punta Ince, de la isla Wednesday, al $S 31^{\circ} O$; la valiza negra del arrecife del NO al $S 76^{\circ} O$.

Posicion: $10^{\circ} 27' 20''$ S i $142^{\circ} 20' 55''$ E.

COSTA ESTE

Bajo en el canal Pollard. Isla Raine

Segun noticia comunicada por el capitán Ohnsorg, del vapor alemán *Erlangen*, este buque ha tocado en un bajo de arena situado en el paso de la isla Raine, llamado canal Pollard, i sobre él se ha cojido una sonda de 4.6 metros.

Desde el mencionado bajo se ha demarcado: la mayor de las islas Cockburn al $N 23^{\circ} O$; el islote Sunday al $S 87^{\circ} O$, lo cual lo sitúa en:

Posicion aproximada: $11^{\circ} 55' 30''$ S i $143^{\circ} 21' 30''$ E.

La posición del arrecife Pollard i la del banco de arena marcado en las cartas inglesas (*sand bank*) parecieron estar equivocadas próximamente en una milla: el primero queda al N 55° 40' E i el segundo al S 42° 50' E del nuevo peligro.

Bajo al norte de la isla Lizard en la derrota interior

El gobierno de Queensland comunica que un empleado de la pescadería «Bêche de mer» señala la existencia de un bajo cubierto como con 3 metros de agua en bajamar, desde el cual se arrumba la estremidad noroeste de la isla Lizard al sur, a 5½ millas de distancia próximamente.

Posición aproximada: 14° 33' S i 145° 29' 45" E.

NOTA. — Esta posición no debe mirarse como exacta; pero está fuera de duda que la enfilación de las puntas occidentales de las islas Dirección del Norte i del Sur (north and south Direction islands) pasa al oriente del peligro,

Los buques que usen el paso «One and a half mile» (una i media milla) deben mantenerse al oriente de esta enfilación cuando se encuentren en las cercanías de este peligro.

El arrecife que forma el veril oriental del canal de milla i media ha recibido el nombre de arrecife Hicks.

El Almirantazgo inglés publicará próximamente una carta de las islas Hope i grupo Turtle en que este arrecife estará señalado. Arrumbamiento magnético. Variación: 6° NE en 1891.

Existencia de un bajo por el oeste del cabo Bowling Green

El comandante Pirie, del buque hidrógrafo inglés *Paluma*, señala la existencia de un bajo con 4.5 metros de agua en las bajamares de sizijias, situado a 2.8 millas al S 71° O del faro del cabo Bowling Green.

Posición aproximada: 19° 19' 10" S i 147° 28' 50" E.

NOTA.— Como es posible que en este bajo haya menor profun-

didad que la señalada, los buques deben pasar dejando espacio suficiente para gobernar.

Arrumbamiento magnético. Variacion: 7° NE en 1891.

Existencia de una roca ahogada por el este de la isla Great Keppel o Wapparaburra

El gobierno de Queensland ha dado aviso de que un piloto costanero señala la existencia de una rompiente que indica una roca ahogada o rodal pequeño, en el cual la profundidad que se calculó es de 4 metros, situada al oriente de la isla Great Keppel o Wapparaburra, i bajo los siguientes arrumbamientos aproximados: la estremidad SE de la isla Humpy al S 58° O, distante 2.5 millas, i la estremidad oriental de la roca Bald al N 38° O.

Posicion aproximada: 23° 12' S i 151° 2' E.

Casco a pique en la entrada del rio Brisbane. Bahía Moreton

Segun la «Notice to Mariners» de Brisbane, el casco a pique del vapor *Kate* se encuentra en la barra del rio Brisbane a 0.25 milla al N 89° E del faro sobre pilotes.

La posicion del buque está señalada de dia por dos bolas negras colocadas horizontalmente como a un metro de distancia una de otra en uno de los palos del casco, los que son tan visibles como una parte de su chimenea.

De noche dos luces *blancas* se encienden en la misma posicion que ocupan las bolas durante el dia.

TERCERA PARTE

Boyas, valizas i marcas de tierra colocadas o removidas

AMERICA MERIDIONAL

COSTAS DE CHILE

ESTRECHO DE MAGALLANES

Desaparicion de la boya del bajo Narrow

El gobernador marítimo de Punta Arenas hace saber que, según noticias comunicadas por el capitán del vapor francés *Tropique*, la boya que señalaba el bajo Narrow (*Anuario hidrográfico*, t. 15, páj. 103) ha desaparecido del lugar donde estaba fondeada.

Valiza en la isleta Entry. Entrada del puerto Angosto

El capitán de corbeta don Adolfo Rodríguez, comandante que fué del crucero *Angamos*, hace saber que en octubre de 1889 hizo construir sobre la isleta Entry una valiza prismática triangular de piedra, de 2.5 metros de altura, coronada con un círculo pintado de rojo mirando al canal. El objeto de esta valiza es precisar la entrada del puerto Angosto.

NOTA. — Hace saber también que en los meses de invierno se hiela la superficie del saco interior del puerto hasta el punto de imposibilitarlo para el libre manejo de los buques.

GUAYANA HOLANDESA

Boyas en el río Surinam

La boya cónica blanca i las dos boyas planas blancas fondea-

das en el Put (el pozo, en la entrada del río) han sido cambiadas por boyas negras de la misma forma.

Al frente de la finca Susannadal se ha fondeado una boya plana, pintada de negro, destinada a indicar una chata a pique, cargada de piedras i de piezas de máquina. Aunque se puede pasar a ambos lados de esta boya, es preferible hacerlo por su lado oeste.

U R U G U A I

Valizamiento del casco «Corrientes», en la entrada del puerto de Montevideo

Segun comunicacion del cónsul de Alemania en Montevideo, la capitania del puerto ha hecho fondear una boya de campana pintada de negro cerca de la roca Tagus, en 7 metros de agua, para señalar el lugar en que se ha ido a pique el vapor alemán *Corrientes*.

Desde dicha boya demoran: el faro del cerro al N 8° O; la catedral de Montevideo al N 68° E; una boya fondeada en el lado este del casco al S 60° O, distante 300 metros.

REPUBLICA ARGENTINA

Boya en una roca ahogada al oeste de las islas Hornos

La roca ahogada situada al oeste de las islas Hornos en que tocó el vapor *Bellauro* en octubre de 1888 (*Anuario hidrográfico*, t. 15, pájs. 80 i 81), de pequeña estension, tiene 4.5 metros de agua sobre ella i desde ella se arrumban: las islas Hornos (casi enfiladas) al N 75° 45' E; el faro de Farallon al S 40° E, distante 3.6 millas.

Posicion: 34° 25' 30" S i 57° 57' 50" O.

NOTA. — El canal Martín García, en la costa sur del río de la Plata, es poco usado. Los prácticos aseguran que no es navegable para buques que calen mas de 2.4 méetros.

Arrumbamientos magnéticos. Variacion: 8° NE en 1890.

AMERICA SETENTRIONAL

ESTADOS UNIDOS

Cambio en la posicion de la boya de silbato situada afuera de la punta Buchon

La boya de silbato situada afuera de la punta Buchon (*Anuario hidrográfico*, t. 15, páj. 192) ha sido cambiada de su posicion i fondeada a 3.5 millas al N 41° O de la roca Lion.

Remocion de la boya de la entrada de la Bahía Koos

La boya cilíndrica de la barra de la bahía Koos ha sido trasladada a una posicion desde la cual el faro del cabo Gregorio demora al SO $\frac{1}{4}$ S, distante 1.6 milla.

Arrumbamiento magnético.

Cambio en la posicion de la boya de silbato de la entrada del rio Columbia

La boya de silbato situada en la entrada del rio Columbia ha sido fondeada como 2 millas al NO de su primera posicion, en 28 metros de agua en bajamar i bajo los siguientes arrumbamientos: el faro de la punta Adams al N 89° E; el faro del cabo Disappointment al N 32° E.

Cambio de boyas en la entrada del rio Columbia

La boya cilíndrica que estaba fondeada en una posicion desde la cual el faro de la punta Disappointment demora al N 5° O, distante 2 $\frac{1}{4}$ millas, ha sido cambiada a un lugar desde el cual el mismo faro se arrumba al N 2° 30' E, distante 2.5 millas.

La boya chata pintada de rojo, núm. 2, se ha colocado de modo que desde ella se arrumba el mismo faro al N $\frac{1}{4}$ O, distante 2.3 millas.

La boya núm. 2 $\frac{1}{2}$, de la misma clase i color que la anterior, ha sido fondeada en una posicion desde la cual el mismo faro demora al N 52° O, distante 1 $\frac{1}{2}$ milla.

Las siguientes boyas han sido retiradas:

La boya plana que estaba fondeada en una posicion desde la cual el faro de la punta Adams demora al N 75° 15' E, distante 4.3 millas i la boya plana que estaba situada en una posicion desde la cual se arrumba el mismo faro al N 64° E, distante 4.4 millas.

Arrumbamientos magnéticos.

Cambio de posicion de algunas boyas en la entrada del rio Columbia

Segun el «Lighthouse Inspector» de Estados Unidos se han hecho los siguientes cambios en la posicion de algunas boyas en la entrada del rio Columbia:

La boya cónica situada en la medianía, pintada a listas verticales negras i blancas, ha sido fondeada en 9 metros de agua a 0.5 milla por el NO de su primera posicion, bajo los siguientes arrumbamientos:

El faro del cabo Disappointment al N 25° E; el faro de la punta Adams al S 58° E.

La boya de barril pintada de rojo (núm. 2) que estaba afuera de la restinga Clatsop ha sido fondeada en 7.5 metros de agua a $\frac{1}{4}$ de milla por el SO de su primera posicion, bajo los siguientes arrumbamientos:

El faro del cabo Disappointment al N 10° 30' E; el faro de la punta Adams al S 54° E.

La boya de barril pintada de rojo (núm. 2 $\frac{1}{2}$) que estaba afuera de la restinga Clatsop ha sido fondeada en 11.7 metros de agua a $\frac{3}{8}$ de milla por el oeste de su primera posicion, bajo los siguientes arrumbamientos:

El faro del cabo Disappointment al N 15° O; la punta Ellice al S 88° E.

NOTA. — La restinga Clatsop se está estendiendo con regularidad hacia el occidente.

Cambio en el número de algunas boyas entre las puntas Adams i Tongue. Rio Columbia

Los siguientes cambios se han hecho en la numeracion de las boyas del rio Columbia entre las puntas Adams i Tongue:

La núm. 5 (cilíndrica, negra), situada afuera de la punta Adams, al núm. 1.

La núm. 7 (de igual clase i color), situada afuera de los bancos Desdemona, al núm. 3.

La núm. 9 (de percha, negra), situada afuera de los bancos del Medio, al núm. 5.

Las núms. 11 i 13 (iguales en clase i color a la anterior), situadas afuera de los bancos Superiores, a los núms. 7 i 9 respectivamente.

COLOMBIA INGLESA

Boya sobre la roca que está mas al SE de las rocas situadas por el oeste de la parte NO de la isla Sydney. Canal Sydney. Isla Vancouver

Segun la «Notice to Mariners» de Ottawa, una boya de berlinga, pintada a fajas horizontales rojas i negras, ha sido fondeada en 5.5 metros de agua sobre la roca que está mas al SE de los dos manchones de rocas que se encuentran por el oeste de la parte NO de la isla Sydney, en el canal de este nombre.

Posicion: 48° 37' 40" N i 123° 20' 50" O.

Boya adicional en el puerto Nanaimo. Isla Vancouver

Una boya de berlinga, pintada de rojo, ha sido colocada para indicar el veril interior del banco del Medio, en el puerto Nanaimo.

Boya sobre la roca Rosenfelt, al NNE de la punta este de la isla Saturna. Estrecho de Jorjía

La «Notice to Mariners» de Ottawa hace saber que a conse-

cuencia de la desaparición del casco del buque *John Rosenfelt* del arrecife situado al este de la isla Tumbo, en el estrecho de Jorjía, la estremidad exterior del veril de este arrecife ha sido señalado con una gran boya cónica, de fierro, pintada de negro, fondeada en 22 metros de agua en esta estremidad del arrecife i situada a $1\frac{1}{8}$ milla al N 24° E de la punta este de la isla Saturna.

Posicion: 48° 48' 5" N i 123° 2' 18" O.

Un rodal de pequeña estension, cubierto con 3.5 metros de agua, ha sido encontrado a 30 metros de la boya, hacia tierra, i parece ser el resto del casco.

Posicion de pirámides i boyas en la primera angostura del estuario Burrard

El teniente Barrett ha determinado las posiciones de las valizas que marcan el veril del banco, que queda en seco en bajamar en la orilla norte de la primera angostura del estuario Burrard, i de la boya que señala el veril NE del banco Burnaby, como sigue:

1. La valiza occidental está situada demorando la roca North Pin al S 18° 45' O, distante 7.25 cables, i el extremo norte de la punta Brockton al S 71° 15' E.

2. La valiza del medio está situada a 4.5 cables al S 83° E de la valiza occidental.

3. La valiza oriental está situada demorando la estremidad este de la punta Brockton al S 50° E, distante 5.25 cables, i la fábrica aserradora de Moodyville al ENE.

4. La boya que marca el veril NE del banco Burnaby está fondeada demorando el extremo oriental de la punta Brockton al S 82° 30' O, distante 3 cables, i la punta Buckland al sur.

Una pequeña cabaña blanca ha sido construida cerca del extremo oriental de la punta Brockton.

Arrumbamientos magnéticos. Variacion: 23° NE en 1890.

Valiza en la restinga Goose, del puerto Augusta, Estrecho de Jorjía

El gobierno del Canadá ha dado aviso de que una valiza de madera, en forma de pirámide, de 10 metros de altura i pintada

de negro, ha sido levantada en la estremidad de la restinga Goose, en la orilla oriental de la entrada al puerto Augusta, en la isla Vancouver.

Posicion aproximada $49^{\circ} 39' 45''$ N i $124^{\circ} 56' 30''$ O.

Ereccion de una valiza en el grupo Sisters

El mismo gobierno comunica que una valiza de la misma forma i color que la colocada en la restinga Goose, pero de 12.6 metros de altura, ha sido levantada en la mas oriental i grande de las tres isletas que forman el grupo Sisters, en la orilla occidental del paso Stevens, estrecho de Jorjía.

Posicion aproximada: $49^{\circ} 29' N$ i $124^{\circ} 27' 35'' O$.

Esta valiza levantada en la cima de la isleta, a 3.6 metros sobre la pleamar, tiene por objeto hacer mas notable el peligro durante la noche.

Boyas en el banco Nimpkish i arrecife de la punta Ledge. Isla Vancouver

El mismo gobierno ha dado aviso de que en mayo de 1891 se colocaron las siguientes boyas en el banco Nimpkish i arrecife de la punta Ledge, en la costa norte de la isla Vancouver.

1. BANCO NIMPKISH.—Una boya cilíndrica pintada de rojo, de 10.8 metros de largo, fondeada en 5.5 metros de agua en la estremidad norte del banco Nimpkish, opuesta a la bahía Alert, orilla sur del estrecho Broughton.

Posicion aproximada: $50^{\circ} 34' 25'' N$ i $126^{\circ} 56' 55'' O$.

2. ARRECIFE DE LA PUNTA LEDGE. — Una boya de la misma clase, color i tamaño que la anterior, en 9 metros de agua, afuera de la estremidad oriental del arrecife de la punta Ledge, en el estrecho Broughton.

Posicion aproximada: $50^{\circ} 36' 5'' N$ i $127^{\circ} 3' 15'' O$.

Boya en el bajo Dall, Canal Seaforth

El mismo gobierno ha dado aviso de que en el mismo mes i año

se ha fondaado una boya cilíndrica, de 10 metros de largo, pintada de negro i rojo a fajas horizontales, en 2.7 metros de agua cerca de la parte occidental mas somera del bajo Dall en el canal Seaforth.

Posicion aproximada: $52^{\circ}13'N$ i $128^{\circ}11'O$.

Nuevas boyas en el seno Chatham

El mismo gobierno ha dado aviso de que en igual fecha se han colocado las siguientes boyas en las cercanías del seno Chatham:

1. ESTUARIO ECSTALL.—Una boya de berlinga de ocho caras, de 6 metros de largo i pintada de negro, está fondeada sobre una roca que vela solo en las bajamares de sizijias mas grandes, en la entrada del estuario Ecstall, puerto Essington, rio Skeena.

Posicion aproximada: $54^{\circ}10'N$ i $129^{\circ}55'30''O$.

NOTA. — Esta boya descansa en el fondo en las bajamares, i es posible que garree cuando la marea tira con fuerza.

2. ARRECIFE DE LA ISLA TUGWELL — Una boya de berlinga pintada de negro, de 10.8 metros de largo, en 6.4 metros de agua en la estremidad SE del arrecife que se estiende al sur de la isla Tugwell, en la bahía Metlah Catlah, arrumbándose desde ella la punta Dawes al $N 40^{\circ}30'O$, distante 6 cables.

Posicion aproximada: $54^{\circ}18'45''N$ i $130^{\circ}30'15''O$.

3. Las tres boyas de berlinga que siguen han sido fondeadas en la bahía Metlah Catlah:

a. Una boya de berlinga de forma octógona mui visible, de 5 metros de largo i pintada de rojo, en el arrecife occidental de los dos que hai en el veril sur del canal, en el norte del islote Shrub. La roca vela en bajamar i entonces la boya descansa en el fondo.

b. Una boya de la misma clase que la anterior, de 7 metros de largo i pintada de negro, en 3 metros de agua, en la estremidad del arrecife que existe en el veril norte del canal, a 2 cables al $N 58^{\circ}3'E$ de la boya últimamente mencionada.

c. Una boya de la misma clase, color i tamaño que la anterior,

en 1.8 metro de agua, en el veril norte del canal, entre el islote Isabel i la Mission, 4 cables al N 69° 12' E de la boya mencionada en el número que precede. Esta boya descansa en el fondo en bajar; el canal está junto a ella.

4. ARRECIFES HODGSON.—Una boya roja de la misma clase que las anteriores, de 11 metros de largo en 9 metros de agua, en la estremidad SO de los arrecifes Hodgson, arrumbándose la punta Ryan al S 68° 37' E, distante 1.6 milla.

Posicion aproximada: 54° 22' 20" N i 130° 32' O.

5. ROCA SPARROWHAWK.—Una boya de la misma clase i tamaño que la anterior i pintada de negro i rojo a fajas horizontales en 3.6 metros de agua en la roca Sparrowhawk, al sur de la isla Finlayson.

Posicion aproximada: 54° 30' 45" N i 130° 28' 15" O.

6. ESTUARIO SKIDEGATE.—Una boya de la misma clase i tamaño que las dos anteriores i pintada de rojo, en 6 metros de agua, en el veril norte del canal Dead Tree Point, estuario Skidegate, arrumbándose la roca de la barra interior al N 38° 15' E, distante 7 cables.

Posicion aproximada: 53° 21' 55" N i 131° 51' 40" O.

OCÉANO PACIFICO

ISLAS TUBUAI

Datos sobre el valizamiento de la entrada del puerto de Oparo o Ahurei. Isla Rapa

El comandante Gourdon, del buque de guerra francés *Champlain*, comunica que la enfilacion de la entrada del puerto de Ahurei u Oparo, de la isla, Rapa, está formada por una pirámide construida sobre la punta Mamo i una valiza coronada por un triángulo de palastro, situada mas al oeste (no se indica la posicion). Esta enfilacion es al N 78° O.

La boya que indicaba el bajo de 2.5 metros situado un poco al norte del punto de cruzamiento de la enfilacion precedente con la enfilacion (al N 47° O) de las dos pirámides de la punta norte de la entrada a la bahía, ha sido reemplazada por una valiza roja (*Anuario hidrográfico*, t. 13, páj. 324).

Una boya negra continúa señalando la estremidad oriental del banco que avanza 1.5 milla al este de la punta sur de la entrada.

Una estaca blanca está colocada en la interseccion de la segunda i la tercera enfilacion (la valiza con la punta Kutuni al N 87° 30' O).

Boyas en el fondeadero de Tubuai. Isla Tubuai

Segun un aviso de la administracion de las colonias, se ha colocado una valiza de 3 metros de altura sobre el arrecife exterior del fondeadero de Tubuai, i el *Volage* ha fondeado cinco boyas para señalar los bajos situados en las cercanías de este fondeadero.

Segun croquis enviado por el comandante Gourdon, del buque de guerra francés *Champlain*, estas boyas se encuentran colocadas de la manera siguiente:

Una boya de barril, pintada de negro, cerca del bajo de 2 metros que se encuentra próximamente a 400 metros por el norte del arrecife en seco, en que está colocada la valiza.

Una boya de la misma clase de la anterior, pintada de rojo, señala un bajo de un metro que se encuentra como a 300 metros por el SSO de la valiza del arrecife.

Una boya de la misma clase i color de la anterior, señala un bajo de 4 metros, situado como a 170 metros al S 12° E de la valiza del arrecife.

Una boya de la misma clase, pintada de negro, fondeada en 6 metros de agua, se encuentra como a 525 metros por el este de la valiza del arrecife.

Una boya cónica, pintada de blanco, fondeada en 5 metros de agua, se encuentra como a 700 metros al este de la precedente i a 650 metros al oeste del ponton.

La derrota indicada para alcanzar el fondeadero pasa a una

centena de metros al oeste de la boya negra exterior, a la misma distancia al este de la valiza, i entre el arrecife que lleva esta valiza i la boya roja del NE. El fondeadero está a 200 metros próximamente al sur del punto medio de la línea que une la boya negra mas oriental con la boya cónica, blanca.

ISLAS TAHITI

Modificaciones en el valizaje del puerto de Papeeté

Una boya pintada de blanco ha sido fondeada sobre el rodal de 8 metros situado al oeste del arrecife del Este.

La valiza B, de la punta Te Avae, ha sido llevada a 5 metros al este, de manera que enfilándola con la valiza A corta el enfilamiento de las pirámides hacia afuera del rodal de 8 metros mencionado mas arriba.

Un cuerpo muerto está fondeado en la prolongacion de la calle Des Ecoles en el enfilamiento del consulado americano con la cúpide del palacio real.

Boyas en la entrada de la bahía de Papeete

El teniente Tyler, del buque de los Estados Unidos *Mohican*, comunica que la boya roja que señalaba el lado occidental de la entrada a la bahía i la boya roja que señalaba el bajo de 8 metros, cerca del centro de la bahía, se fueron al garete durante el huracan de marzo de 1889 i no hai intencion de fondearlas de nuevo.

La boya blanca de direccion está coronada por una asta i puede distinguirse con facilidad.

Boya sobre un bajo de 4 metros cerca de la punta norte de la isla Raiatea

El comandante Gourdon, del buque de guerra francés *Champlain*, comunica que se ha fondeado una boya en 5.2 metros de agua sobre el bajo de 4 metros que se encuentra próximamente a 1000 metros al N 33° O de la punta Regent; esta boya está próximamente a 600 metros al N 60° O de la boya roja fondeada so-

bre el bajo de 2 metros que se encuentra a 500 metros al norte de la punta Regent.

NOTA.—El comandante Gourdon hace notar que la isla Raiatea está mal situada en la carta francesa número 4349. Toda la isla debe estar situada 4 millas mas al norte de la posición que ocupa en la carta citada.

Desde el fondadero de Fare, en la isla Huahine, se arrumba la cima de Borabora al N 73° O, i el monte Tapioi, cima norte de Raiatea, al S 87° O.

NUEVA CALEDONIA

Boya en un bajo en la cercanía oeste de la bahía de Kuto. Isla de los Pinos

Una valiza, pintada de negro, está colocada sobre el bajo de 4.5 metros situado entre los arrecifes Kue i Taperi; esta boya está situada en el enfilamiento del pico N'ga con la punta norte de la bahía de Kuto.

Posición aproximada: 22° 39' 41" S i 167° 21' 44" E.

Boyas de campana para señalar los arrecifes de las cercanías de Noumea

Se ha colocado una boya de campana, pintada de negro, a 125 metros al oeste de la valiza blanca del bajo Thisbe, dentro del paso Bulari, i otra del mismo sistema i color a 60 metros por el sur (i un poco al oeste) de la valiza roja del paso Prévoyance, situado al sur de la bahía Bulari.

Valiza sobre un banco en la bahía norte del cabo Baye

Segun el «Journal officiel de la Nouvelle Calédonie» se ha establecido una boya-valiza pintada de rojo para señalar el bajo de 3 metros que se encuentra próximamente a 3.5 millas al N 28° O de la isla Ti-Diauot situada al norte del cabo Baye.

Posición aproximada: 20° 52' 5" S i 165° 21' 15" E.

NUEVA ZELANDA

ISLA DEL NORTE. COSTA ESTE

**Boya para señalar las rocas Hermione. Puerto Russel.
Bahía Islands**

El teniente Tyler, del buque de Estados Unidos *Mohican*, comunica que se ha fondeado una boya de barril pintada de rojo para señalar las rocas Hermione. La boya se encuentra fondeada en 7 metros de agua, arrumbándose próximamente al N 77° E desde la mas setentrional de las rocas Hermione.

La luz del puerto Russel se enciende en la estremidad del muelle i no en la orilla como lo indican las cartas.

**Posicion aproximada de una boya para señalar una roca por el
NO del cabezo Takapuna. Cercanías de la bahía Auckland**

El gobierno de Nueva Zelanda ha dado aviso de que se ha fondeado una boya para señalar una roca con 30 centímetros de agua encima i situada media milla al NO½N del cabezo Takapuna, en la orilla occidental del canal Rangitoto, cercanías de la bahía Auckland. La boya está fondeada en el veril NE de la roca.

Posicion aproximada de la boya: 36° 48' 30" S i 174° 48' 10" E.
Arrumbamiento magnético. Variacion: 14° NE en 1891.

AUSTRALIA

COSTA ESTE

**Cambios en el valizamiento de los cauales de entrada de
la bahía Moreton**

Se ha colocado una boya negra para marcar el extremo norte de los bancos del NO de la bahía Moreton. La boya está fondeada en 14,6 metros de agua en bajamar de sizijas, con la Glasshouse

del SE un poco abierta al sur de la valiza de la isla Bribie i bajo los siguientes arribamientos:

El promontorio Coloundra al N 10° O; la valiza de la isla Bribie al S 69° O.

La mejor derrota para tomar el canal del NO viniendo de afuera será manteniendo la valiza de isla Bribie enfilada con el extremo sur de la Glasshouse del SE, i al entrar al canal, dicha enfilacion hará pasar al norte de la boya.

La boya-valiza de campana ha sido repuesta en la entrada del canal del norte u Howe, en la posicion de la boya de recalada, que recientemente marcaba su entrada, i dicha boya de recalada, con asta i bandera, ha sido trasladada a la posicion de la que marcaba el extremo oeste del banco oriental, la cual ha sido suprimida (*Anuario hidrográfico*, t. 13, pájs. 327 i 328).

COSTA SUR

Retiro de boyas de amarra cerca de la punta Nepean

La boya de amarra, pintada de rojo, que se encontraba fondeada en 13 metros de agua, a 100 metros de la estremidad del muelle de Quarantine Cattle ha sido retirada i no será fondeada de nuevo. Sucede lo mismo con la boya de amarra del oeste de la punta Nepean.

Cambios en las boyas de la bahía Germein. Golfo de Spencer

La boya ajedrezada (*checkered buoy*) que señalaba el rodal de 7 metros i conocida con la denominacion de «Four-fathom patch buoy» en la bahía Germein, ha sido retirada.

Para avalizar el canal de entrada al puerto Pirie se ha fondeado en la misma bahía las dos boyas siguientes:

Una boya ajedrezada, con percha i globo, en el bajo de 2 metros que hai al S 3° E del faro flotante de la bahía Germein i al S 79° E de la valiza del bajo del este.

Una boya negra, con percha i globo, en el veril sur de la restinga Cockle, en 4 metros de agua en bajamar; se halla al S 11° O de la valiza que hai en la restinga nombrada i al S 68° E del faro flotante de la bahía Germein.

Boyas en la entrada del puerto Douglas. Bahía Coffin

Segun la «Notice to Mariners» de Adelaida se han fondeado dos boyas, una roja i otra negra, en la entrada del puerto Douglas; la boya roja, que señala la estremidad norte de la restinga del oeste, se encuentra fondeada en 2.7 metros de agua a 2 millas próximamente al S 83° O del monte Dutton.

La boya negra, que señala la estremidad norte del lanco del este, se encuentra fondeada en 1.8 metro de agua, a 2 millas al S 71° O del monte Dutton.

OCEANO ATLANTICO**ISLAS CANARIAS****Alteracion en el valizamiento de los restos de un buque perdido en el puerto de la Luz. Isla Gran Canaria**

El comandante de marina de la provincia de Gran Canaria comunica que el 1.º de diciembre de 1890 se debe haber retirado la embarcacion fondeada sobre los restos del vapor *Sud América* i suprimido las dos luces verdes que en ella se encendian (*Anuario hidrográfico*, t. 15, pájs. 97 i 98), porque habiendo avanzado las obras del dique del puerto mas de 100 metros hacia el sur del lugar del buque perdido, impide que sobre él vaya a fondear ninguno que entre en este puerto; pero para que siempre quede valizado este sitio, se ha reemplazado la embarcacion i luces verdes por una boya formada por un tonel pintado de negro.



CUARTA PARTE

Faros o luces recientemente encendidos o modificados

AMERICA MERIDIONAL

COSTAS DE CHILE

Próxima iluminacion de una luz en la punta CuranMilla

El director de la Oficina de Faros i Capitanías de Puerto de Valparaiso, con fecha 20 de junio de 1891, hace saber que se ha construido una torre de ladrillo, poligonal, al SSO de punta Curanmilla, sobre el morrito La Gloria. Está pintada de blanco, la balaustrada de negro i la cúpula de la linterna i ventilador de verde.

La altura que tendrá el plano focal sobre el nivel del mar, será de 100 metros i de 15 sobre el suelo. El alcance medio de la luz, con tiempo claro, deberá ser de 28 metros.

El aparato de iluminacion es catadióptrico (?), de primer orden, i la luz será blanca, variada por destellos de minuto en minuto.

La posicion de la torre se halla, segun el plano del Almirantazgo británico, núm. 1282, correjido hasta 1880, como sigue:

Latitud sur $33^{\circ} 6' 0''$. Lonjitud oeste de G. $71^{\circ} 44' 30''$.

Desde lo alto de la torre se tienen los arrumbamientos siguientes:

Cabez de Horcon i punta Liles al	N 11° E
Punta Anjeles al	N 30 E
Punta Quebrada Verde al	N 56 E
Punta Loros al	S 22 E

Punta Blanca del Algarrobo al.....	S 20 E
Punta Roca Blanca (White Rock) al.....	S 18 E

Oportunamente se anunciará el día en que debe comenzar a funcionar que en todo caso será antes del 1° de octubre próximo.

Arrumbamientos magnéticos. Variacion: 15° 15' NE en 1890.

COLOMBIA

Cambio proyectado del carácter de la luz de Galera de Zamba

Segun una comunicacion del ajente de la Compañía Jeneral Trasatlántica francesa en Colon, la luz de Galera de Zamba debe haber estado suprimida entre el 20 de mayo i el 4 de junio de junio de 1891, a causa de las modificaciones que debían efectuarse en el aparato de iluminacion. Desde la fecha de su reiluminacion 4 de junio, la luz es de destellos blancos de minuto en minuto (en lugar de destellos blancos i verdes) i el foco luminoso está a mayor elevacion.

VENEZUELA

Iluminacion de una luz en el rompeolas del puerto de La Guaira

En noviembre de 1890 se encendió una luz fija roja en la estremidad del rompeolas del puerto de La Guaira.

Segun aviso dado por el capitán Rupé, del vapor francés *Labrador*, de la Compañía Jeneral Trasatlántica, dicha luz se ve roja por el lado del mar i blanca dentro del puerto. Se enciende en una construccion de fierro de 10 metros de altura sobre el rompeolas i 14 sobre el mar próximamente. La luz se distingue a una distancia de 8 millas i antes que la luz de la ciudadela que domina a la ciudad, amenudo oculta por las nubes.

Fondeo de un barco-faro cerca de la punta Barima, en la Boca Grande. Rio Orinoco

Segun aviso del Gobierno de Venezuela el barco-faro de la en-

trada del río Orinoco que había sido retirado, ha sido reemplazado por uno nuevo fondeado por los $8^{\circ} 43' N$ i $60^{\circ} 20' 45'' O$.

GUAYANA FRANCESA

Datos sobre la luz del molo de Cayena

El comandante Bertaud, del buque de guerra francés *Oyapock*, comunica que la luz que se enciende 15 metros hacia adentro de la estremidad de la prolongacion del molo de Cayena es una luz provisoria de mui poco alcance, visible en un sector de 90° entre sus arrumbamientos al sur i al este.

La luz permanente no debe encenderse todavía, i será visible de 3 a 4 millas de distancia.

La luz antigua de la estremidad del molo primitivo ha sido suprimida.

BRASIL

Iluminacion de una nueva luz en el arrecife Rocas

El capitan Berry, del vapor norte-americano *Mohican*, comunica que se enciende una luz en el nuevo faro construido en el arrecife Rocas, afuera de la costa del Brasil.

El capitan Guerrish, del buque norte-americano *Grandee*, comunica que la nueva luz del arrecife Rocas es fija blanca. Es una luz excelente, pues el capitan del *Grandee* la distinguió a una distancia no menor de 15 millas.

Iluminacion de la luz permanente i supresion de la luz provisional del cabo San Marta Grande

El 11 de julio de 1891 debe haberse encendido la luz permanente i suprimido la luz provisional del cabo Santa Marta Grande (*Anuario hidrográfico*, t. 16, páj. 214).

La luz permanente es blanca, de destellos, mostrando dos destellos en sucesion rápida cada treinta segundos; en la direccion

N 48° E los destellos serán rojos, para marcar la roca Campo Bon (situada aproximadamente a 13 millas al S 48° O del faro).

Está elevada 75 metros sobre el mar i su luz será visible, con tiempo claro, a una distancia de 23 millas.

El aparato iluminatorio es dióptrico de primer orden.

El faro tiene 28.2 metros de elevacion i consiste en una torre de piedra de forma cuadrangular, pintada de blanco, construida sobre un edificio de la misma forma, que sirve de habitacion a los guardianes, i pintado tambien de blanco.

Posicion aproximada: 28° 38' S i 48° 49' 45" E.

Arrumbamiento magnético. Variacion: 1° NE en 1891.

Aviso rectificativo sobre el caracter de la luz del cabo Santa Marta Grande

Segun el «Aviso aos Navegantes» de Rio Janeiro la luz del cabo Santa Marta Grande, que ha debido encenderse el 11 de junio de 1891, segun las indicaciones contenidas en la noticia anterior, es una luz continua variada por destellos dobles de 30 en 30 segundos.

Se ve blanca con dobles destellos blancos en todo el horizonte marítimo, i hacia tierra del arrumbamiento N 40° E se ve roja con dobles destellos rojos.

NOTA.—Se ha creido que las indicaciones del aviso brasilero debían interpretarse así; pero, segun este aviso, la luz no se vería roja con dobles destellos rojos sino en su arrumbamiento al N 40° E, en cuya direccion se encuentra la zona peligrosa del escollo denominado «Pedra di Campo Bona» situado, segun ese aviso, a 13 millas del faro sobre este mismo rumbo.

Segun las cartas existentes, este arrecife está en el arrumbamiento al N 53° E del faro colocado en la posicion indicada en la noticia anterior.

REPUBLICA ARGENTINA

Cambio del barco-faro de la punta Indio

Segun una comunicacion del teniente Cogswell, del buque de

guerra de los Estados Unidos *Tullapoosa*, el barco-faro de la punta Indio, que había sido arrastrado por un fuerte viento del lugar en que estaba fondeado, ha sido reemplazado por un nuevo barco-faro, fondeado en el mismo lugar que ocupaba el antiguo. El casco del nuevo barco, pintado de negro, lleva la palabra SINGAPORE escrita con pequeños caracteres blancos en la popa. Tiene dos palos i la luz, fija blanca, se enciende en el pico de mesana.

Posición del barco-faro Chico. Rio de la Plata

El comandante Snow, del buque de guerra de Estados Unidos *Essex*, comunicó, en noviembre de 1889, que el barco-faro del banco Chico, en el rio de la Plata, está situado 2 millas al sur de la posición que le señala la carta norte americana número 930, i que los buques deben pasar por el norte de este barco faro.

Tambien comunica que para pasar franco del banco Cuirassier, los buques deben pasar por el sur del barco-faro de la punta Indio.

Illuminacion de una luz en la punta Mogotes

El 15 de agosto de 1891 debe haberse encendido una luz en un nuevo faro construido sobre la punta Mogotes.

La luz es blanca, jiratoria, con destellos de minuto en minuto, de 32 segundos de duracion, seguidos de eclipses de 28 segundos de duracion. Es visible a 22 millas i el sector iluminado, que es de 225°, abarca todo el horizonte del mar.

El aparato iluminatorio es dióptrico de primer órden.

La torre del faro es de acero pintada de color plomo, de 35 metros de altura sobre el terreno. El plano focal queda a 55 metros sobre el nivel de las pleamares.

Posicion: 38° 5' 40" S i 57° 31' 17" O.

AMERICA SETENTRIONAL

NICARAGUA

Reiluminacion de la luz de Corinto

El comandante Stockton, del buque de guerra de los Estados Unidos *Thetis*, hace saber que la luz permanente del puerto de Corinto ha vuelto a encenderse en el mismo sitio i con los mismos caracteres que la luz antigua, destruida en 1835 (*Anuario hidrográfico*, t. 11, páj. 428).

GUATEMALA

Datos sobre la luz de San José

Segun aviso del comandante Reiter, del buque de guerra de los Estados Unidos *Ranger*, la luz de San José (*Anuario hidrográfico*, t. 16, páj. 217) es fija blanca, elevada 19.5 metros sobre el mar i visible a 18 millas de distancia, con tiempo claro.

El aparato iluminatorio es dióptrico; se enciende en la cúpula del nuevo edificio del gobierno, edificio de dos pisos construido a 135 metros al oeste del muelle.

La luz es eléctrica i tiene un poder de 100 bujías. No se debe tener confianza en ella, sobre todo durante la estacion de las lluvias.

San José está iluminado por la electricidad i hai sobre la playa una fila de doce luces que se estienden al oeste del faro i al este del muelle, lo que forma un espacio intermedio oscuro. Estas luces pueden ser vistas a una distancia de varias millas.

Supresion de la luz de la aduana de San José

El cónsul inglés en Guatemala comunica que la luz de la aduana de San José ha dejado de encenderse.

Posicion aproximada: 13° 55' 15" N i 90° 49' 45" O

ESTADOS UNIDOS

**Proyecto de establecimiento de una luz i señal de niebla en la isla
Roe, Bahía Suisun**

El 16 de febrero de 1891 debe haberse encendido una luz fija blanca de quinto orden en un faro recientemente construido en una marisma situada en la punta sur de la isla Roe, bahía Suisun.

La luz está a una altura de 13 metros sobre el nivel de la bajamar, ilumina todo el horizonte i es visible, con tiempo claro, a una distancia de 12 millas.

Al lado del faro está la casa del guardian, pintada de blanco con techo color plomizo. El piso de la casa está elevado 4 metros sobre el nivel del pantano i está edificado sobre pilotes.

Frente a la casa del guardian i como a 15 metros de distancia hai un edificio cuadrado que contiene el aparato de la señal de niebla, que consiste en una campana con maquinaria.

Durante los tiempos cerrados, i neblinosos la campana despedirá un sonido cada 10 segundos.

Posicion aproximada: $38^{\circ} 4' 0''$ N i $123^{\circ} 3' 7''$ O.

Cambio de posicion de una luz en la entrada del rio Columbia

Segun el «Lighthouse Inspector» de Estados Unidos, la luz sobre poste núm. 1, que estaba situada por el NE de la punta Tongue, ha sido colocada en 1.5 metro de agua a $\frac{1}{8}$ de milla por el oeste de su antigua posicion, bajo los siguientes arreglos:

La luz de la punta Jim Crow al N 75° E; la punta Settlers al S 28° E; la luz de la punta Tongue al S 46° O.

**Cambio en el color de la luz de La Conner. Bahía Skagit.
Seno Puget**

El color de la luz de La Conner ha sido cambiado de blanco a rojo. La luz está situada en la punta del lado este del canal, al SO de La Conner, i a 2.25 millas al S 62° E de la estremidad SO de la isla Hope.

COLOMBIA INGLESA

Proyecto de faro i señal de niebla en Carmanah. Estrecho Juan de Fuca. Isla Vancouver

Se ha recibido aviso de que actualmente se construye un faro en Carmanah, orilla occidental de la entrada del estrecho de Juan de Fuca.

Posicion aproximada: $48^{\circ} 36' 30''$ N i $124^{\circ} 46' 30''$ O.

Tambien se establecerá una señal de niebla cerca de este faro.

Iluminacion de una luz i establecimiento de una señal de niebla en la punta Brockton. Estuario Burrard

El gobierno del Canadá comunica que desde el mes de setiembre de 1890 se enciende una luz en un poste en la punta Brockton, en la orilla norte de la bahía Vancouver.

La luz es fija blanca, con un sector de luz roja sobre el banco Burnaby, abrazando un arco de 29° , o lo que es lo mismo, desde el S 83° O al ONO. Su elevacion es de 14 metros sobre la pleamar i es visible con tiempo claro a una distancia de 8 millas.

El poste tiene 9 metros de altura i está pintado de rojo oscuro; está colocado inmediatamente detrás de la estacion de la señal de niebla.

Posicion aproximada: $49^{\circ} 17' 55''$ N i $123^{\circ} 6' 15''$ O.

Con la misma fecha se estableció una señal de niebla en la punta Brockton.

La señal, dando frente al norte, está en un edificio de madera de forma rectangular, de 13 metros de altura sobre la pleamar, pintado de blanco, i se compone de una campana que funciona por medio de una maquinaria, i que durante los tiempos cerrados o neblinosos despide sonidos con intervalos de 20 segundos.

Arrumbamientos magnéticos. Variacion: 23° NE en 1890.

Iluminacion de la luz de la isla Yellow en el seno Baynes. Estrecho de Jorjía

Segun la «Notice to Mariners» de Otawa el 1° de enero de

1891 se encendió una luz en la isla Yellow, en la entrada SE del seno Baynes, estrecho de Jorjía.

La luz está situada en la cumbre de la isla Yellow. Es blanca, de destellos, despidiendo tres destellos sucesivos con intervalo de 15 segundos entré los momentos de mayor brillo, seguido de un intervalo de 30 segundos, durante el cual la luz permanece eclipsada, completando de este modo una vuelta de un minuto.

La luz está a 36 metros de altura sobre la pleamar i es visible con tiempo claro desde una distancia de 17 millas en un arco de 217°, comprendido entre los arrumbamientos S 65° O i S 78° E.

El faro, de 17 metros de altura, es un edificio cuadrangular, construido de madera, teniendo junto la casa, todo pintado de blanco. La linterna de fierro que corona la torre está pintada de rojo.

Posicion: 49° 28' 16" N i 124° 42' 10" O.

Esta luz indica la entrada del seno Baynes i es mui útil para la navegacion jeneral del estrecho de Jorjía.

INSTRUCCIONES.—Para pasar franco del banco Maple, yendo al seno Baynes, la luz no debe arrumbarse mas al este del S 84° E.; pasando la isla Hornby la luz estará a la vista iluminando los arrecifes Kelp situados al sur de ella; mientras que si la luz está oscurecida, indicará que el buque se encuentra en una posicion peligrosa.

Arco de visibilidad de la luz de la isla Yellow

El gobierno del Canadá ha dado aviso de que la luz de la isla Yellow es visible en todas direcciones desde el mar, con escepcion de aquellas partes en que está interceptada por los árboles i tierras altas de las islas Denman i Hornby, i no entre los arrumbamientos S 65° O i S 78° E, como se dice en la noticia anterior.

Posicion aproximada: 49° 28' 15" N i 124° 42' 10" O.

NOTA.—Para pasar franco del banco Maple, situado en la entrada sur del seno Baynes, la luz de la isla Yellow no debe llevarse mas al norte del N 43° E; i pasando la isla Hornby, i mante-

niendo la luz al S 68° O se pasa libre de los peligros situados al sur al este de esta isla.

OCEANO PACIFICO

ISLAS TAHITI

Modificacion en la iluminacion del puerto de Papeete. Isla Tahiti

Una luz fija blanca se enciende en una pirámide colocada sobre la muralla de la cárcel de Papeete, costeano el arroyo de Tipareui. Esta luz determina con la luz roja posterior un enfilamiento que debe seguirse para pasar franco del bajo de 8 metros situado cerca del arrecife del Este.

NOTA. — Se supone que la iluminacion de esta luz blanca ha traído como consecuencia la estincion de la antigua luz roja anterior de enfilamiento.

NUEVAS HÉBRIDAS

Luces de direcciu para la entrada del puerto Vila. Isla Vate o Sandwich

Segun el comandante Gadaud, del trasporte francés *Saône*, la Compañía comercial francesa de las Nuevas Hébridas mantiene en el puerto Vila dos luces fijas blancas, las cuales, enfiladas al N 79° E, conducen al surjidero, guiando por la medianía del canal entre la isla Vila i la punta Malapoa.

Estas luces están colocadas como sigue: la luz anterior se encuentra a 18 metros de la orilla del mar, cerca del almacén de la compañía, i está izada a 114 metros encima del nivel del mar en un palo que consta de un poste afianzado en un bloque de mampostería i que remata en un mastelero. La luz posterior está izada a 31 metros encima del nivel del mar, en el tope de un mastelero colocado en la falda de un cerro, a una distancia de 174 metros al N 79° O de la primera luz.

De día se iza en el tope de ambos masteleros, en lugar de las luces, miras cuadradas de 8 décímetros por lado con un cuadro central negro. Se ha omitido espresar el color de las miras, pero es de presumir que están pintadas de blanco.

Posicion aproximada de la luz anterior: $17^{\circ} 44' 18''$ S i $168^{\circ} 18' 50''$ E.

NUEVA CALEDONIA

Datos complementarios sobre las luces del puerto de Noumea i sus cercanías

El teniente Ducrot, comandante del aviso francés *Loyalty*, comunica los datos siguientes sobre la iluminacion del puerto de Noumea i sus cercanías. Vienen a completar los datos publicados en el *Anuario hidrográfico*, t. 16, pájs. 222 i 223:

LUZ DEL ARRECIFE TABU.—Una luz con diversos sectores debe ser encendida próximamente en el lado oriental del arrecife Tabu, demorando al oeste de la isla Amédée, dentro del paso Bulari.

Posicion aproximada: $22^{\circ} 28' 56''$ S i $166^{\circ} 27' 50''$ E.

LUZ DE LA ISLA NOU.—La luz fija blanca encendida sobre una de las eminencias de la isla Nou está elevada 72 metros sobre el mar i su alcance es de 15 millas. Es visible hacia el sur en un sector de 8° comprendidos entre los arrumbamientos del faro al $N 8^{\circ} O$ i al $N 16^{\circ} O$. Proyecta un foco de luz roja hacia el reten militar situado al este i es así vijilada a la vez por los guardianes i por el centinela del reten. La construccion es de albañilería.

Posicion aproximada: $22^{\circ} 16' 22''$ S i $166^{\circ} 25' 52''$ E.

LUCES DE ENFILACION DE UERENDI.—Estas luces están en la parte norte de la punta Uerendi; su enfilacion al $N 62^{\circ} E$ conduce por el paso de Noumea.

La luz superior, colocada en una torre de albañilería, está elevada próximamente 12 metros sobre el nivel del mar; la luz infe-

rior, colocada a 60 metros mas o menos al S 62° O de la luz superior, está establecida en una torrecilla, a una altura de 4 a 5 metros sobre el mar. Por el lado norte, estas luces desaparecen en su arrumbamiento al S 40° E (i no al S 28° E como se dijo en el *Anuario hidrográfico*, t. 16, páj. 223). Su alcance es próximamente de 4 millas. Los aparatos de iluminacion son catóptricos.

Posicion de la luz superior: 22° 17' 1" S i 166° 26' 55" E.

LUZ DEL HORNO DE CAL DE LA ISLA NOU.—Esta luz, colocada en una torre de albañilería construida en la estremidad de la escollera del horno de cal de la isla Nou, está elevada próximamente 4 metros sobre el nivel del mar. Indica el momento en que es necesario abandonar el enfilamiento de las luces rojas precedentes para entrar en la rada. Su sector de visibilidad está definido por los arrumbamientos extremos del faro al N 13° O i al S 50° O (i no S 35° O); su alcance es aproximadamente de 2 millas. El aparato es catóptrico.

Posicion: 22° 17' 5" S i 166° 26' 32" E.

Datos complementarios sobre la iluminacion de la ensenada Sébert en la bahía Prony

El mismo oficial comunica los datos siguientes relativos a la iluminacion de la ensenada Sébert (*Anuario hidrográfico*, t. 16, pájs. 221 i 222).

La luz superior, fija roja, está elevada 16 metros sobre el mar. La luz inferior, tambien fija roja, elevada 4 metros sobre el mar, está a 425 metros al S 37° E de la luz superior i deja de ser visible al S 53° O (en la perpendicular del enfilamiento). Los aparatos de iluminacion son catóptricos.

Posicion de la luz inferior: 22° 19' 27" S i 166° 50' 31" E. La luz superior está a 425 metros al N 37° O de la inferior.

Una tercera luz, presentando un foco simple de 10° de luz fija verde, se ha establecido sobre una eminencia en el lado norte de la ensenada Sébert, un poco adentro de la punta NE de la entrada. Este sector está destinado para indicar el momento en que, acercándose a la ensenada Sébert siguiendo el enfilamiento de las

luzes rojas, es necesario dejar este enfilamiento para tomar el fondeadero llamado de los avisos. Los límites de visibilidad son los arribamientos al N 13° O i al N 23° O.

Posicion de la luz verde: 22° 19' 15" S i 166° 50' 32" E.

INSTRUCCIONES. — Para tomar de noche el fondeadero, después de haber seguido las instrucciones dadas en el *Anuario hidrográfico*, t. 16, pájs. 221 i 222, se seguirá el enfilamiento de las dos luces rojas, que conduce, en 11 metros de agua, por el canalizo entre el islote Casy i la península Morro Verde, pasando franco de la roca Aiguille. Se dejará este enfilamiento desde que se entre en el foco de luz verde i se gobernará al N 30° E, para fondear en 36 metros de agua cuando se arrumbe la luz roja inferior al N 70° O.

Los buques pequeños pueden fondear mas cerca de la ensenada, quedando en el sector verde hasta que pierdan de vista la luz roja inferior, lugar donde dejan caer el ancla en 25 metros de agua, en la entrada de la ensenada.

NOTA.—Llegando del SE a la bahía Prony se ve desaparecer la luz roja superior tras la punta sur de la ensenada Sébert cuando se está próximamente a 200 metros al oeste de la valiza de la ensenada Bonne. Se puede utilizar esta particularidad para contornear esta valiza.

Iluminacion de la luz del arrecife Tabu.

Modificacion del sistema de iluminacion del paso Bulari.

Cercanías de Noumea por el sur

La luz cuya iluminacion sobre el arrecife Tabu, dentro del paso Bulari, estaba en proyecto, ha sido inaugurada el 21 de diciembre de 1890.

Esta luz es fija i presenta: 1° dos sectores de luz blanca, uno dirigido hacia el sur i el otro hacia el norte; 2° un sector de luz roja dirigido hacia el este i comprendido entre los dos sectores de luz blanca enumerados; 3° un sector oscurecido dirigido hacia el oeste i comprendido tambien entre los dos sectores blancos.

La luz se ve: blanca por el lado sur, entre los arrumbamientos del faro al N 23° E i al N 31° O, pasando por el norte, es decir, en un sector de 54° de amplitud, cubriendo los arrecifes To, Sournois i Toombó; roja por el lado oriental, entre los arrumbamientos del faro al N 31° O i al S 6° O, pasando por el oeste, es decir, en un sector de 143° de amplitud, cubriendo los arrecifes Amédée, los cuatro bancos del oeste, el bajo Thisbe i los cuatro bancos del norte; blanca por el lado norte, desde su arrumbamiento al S 6° O hasta el S 12° E, en un sector de 18° de amplitud libre de peligro hasta el arrecife del islote Maître; en fin, la luz está oscurecida por el oeste entre los arrumbamientos al S 12° E i al N 23° E en un sector de 145° de amplitud, cubriendo todos los peligros situados en esta parte.

La luz del arrecifé Tabu está a 14 metros de altura sobre el nivel del mar; la luz blanca es visible a 13 millas de distancia i la luz roja a 10.

Posicion: 22° 28' 56" S i 166° 27' 50" E.

INSTRUCCIONES.—Para franquear el paso i llegar a Noumea, se seguirá en enfilamiento al N 50° E de las luces de la isla Amédée, i llegado mas hacia el interior de los arrecifes se verá aparecer al N 23° E la luz blanca del arrecife Tabu. Se seguirá el rumbo al N 50° E hasta que se perciba el sector rojo de esta misma luz, i de esta situacion se gobernará inmediatamente al N 14° O para pasar entre el arrecife Tabu i el bajo Amédée i entrar así en el sector norte de luz blanca de la luz del arrecife Tabu. Desde que se haya entrado en él se mantendrá en esta posicion teniendo esta luz por detras al S 3° E i se gobernará al N 3° O hasta que se llegue a la línea en que se junta la luz principal de la isla Amédée con la luz fija blanca del promontorio Ducrot de la isla Nou. Se gobernará entonces al N 12° O sobre la luz de la isla Nou teniendo por detras la de la isla Amédée al S 12° E i se seguirá esta derrota hasta que se vea la luz roja de la direccion del puerto abrirse de la punta NO de la isla Brun; en este momento se podrá gobernar al norte para tomar en seguida el enfilamiento al N 62° E de las dos luces rojas de la punta Artillerie, enfilamiento que se abandonará para volver sobre babor al N 13° E desde el

momento en que se perciba al N 13° O la luz auxiliar roja del horno de cal de la isla Nou. Esta última derrota al N 13° E conducirá al fondeadero ordinario de los grandes buques situado en las cercanías del punto en que desaparecen a la vez las luces de horno de cal i de la punta Artillerie.

NOTA.—En vista de las corrientes, conviene para franquear la parte del canal comprendida entre el paso exterior i el bajo Amédée, asegurar al buque toda su facilidad de evolucion, i, con este objeto, conservarle una rapidez suficiente.

NUEVA ZELANDA

ISLA DEL NORTE. COSTA SUR

Supresion de la luz provisional i traslacion de la luz roja del muelle Wool, en el puerto Wellington

La luz que se encendía en la prolongacion del muelle llamado Wool (*Anuario hidrográfico*, t. 16, páj. 224) ha sido suprimida el 6 de octubre de 1890, i la luz roja que antes se encendía en la antigua estremidad de dicho muelle debe haber sido trasladada a la nueva estremidad, por estar terminados los trabajos de prolongacion; esto la sitúa a unos 75 metros afuera de su primera posicion. Esta luz está elevada 5 metros sobre el nivel de la pleamar i es visible en todo el puerto, desde el muelle de la Reina hasta Nyahauranga.

ISLA DEL MEDIO. COSTA NORTE

Luces de puerto en el puerto Motueka. Bahía Tasman o Blind

El gobierno de Nueva Zelanda comunica que se han encendido las luces que mas abajo se espresan en el pequeño puerto de marrea Motueka, situado mas o menos 8 millas al sur de la ensenada Fisherman, costa occidental de la bahía Tasman o Blind:

1° Dos luces fijas blancas, visibles con tiempo claro desde una distancia de 6 millas, en las pirámides que hai en la entrada de la bahía Motueka; 2° una luz fija roja en el muelle del puerto.

Posicion aproximada: $41^{\circ} 8' S$ i $173^{\circ} 4' E$.

El canal que conduce al interior de la bahía Motueka está marcado por postes que llevan banderolas rojas en el lado de estribor entrando, i banderolas blancas en el de babor.

ISLA DEL SUR. COSTA ESTE

Proyecto de alteracion en las luces del puerto de Timaru

Segun aviso dado por el mismo gobierno las siguientes modificaciones se llevarán a efecto el 1° de noviembre de 1891, en las luces del puerto de Timaru, situado en la costa oriental de la isla del Sur:

1. La luz principal de Timaru será fija blanca, con un sector de 22° de luz verde, visible entre los arrumbamientos $S 38^{\circ} O$ i $S 16^{\circ} O$. Estará elevada 26 metros sobre el mar i será visible, con tiempo claro, a 14 millas de distancia.

El aparato iluminatorio será dióptrico de 5° orden. El faro será como antes una torre de madera pintada de blanco, de 9 metros de altura.

Posicion: $44^{\circ} 23' 30'' S$ i $181^{\circ} 18' 30'' E$.

2. La luz de la estremidad del rompeolas oriental será fija roja, visible desde el mar en un arco de 158° comprendido entre los arrumbamientos $N 51^{\circ} O$ i $S 29^{\circ} E$, pasando por el oeste; estará a 10 metros de altura sobre el nivel de la pleamar, i será visible, con tiempo claro, a una distancia de 5 millas.

3. La luz de la estremidad del molo norte de Timaru será fija verde, visible desde el mar en un sector de 158° , comprendido entre los arrumbamientos $N 51^{\circ} O$ i $S 29^{\circ} E$. Estará elevada 4.8 metros sobre el nivel de la pleamar, i será visible a una milla de distancia, con tiempo claro.

NOTA. — Se previene a los navegantes que después que estas modificaciones se hayan realizado, los buques que se acerquen a

Timaru i fondeen afuera del puerto, deberán mantener la luz blanca a la vista. Si se ven obligados a entrar al puerto, se deberá mantener la luz blanca al S 60° O hasta que se perciban las luces de la entrada; una vez vistas se podrá gobernar al oeste para abrir estas luces, pero no debe irse tan allá que se alcance a entrar en el sector de luz verde de la luz principal antes de haber llegado a menos de $\frac{3}{4}$ de milla del rompeolas oriental.

El sector de luz verde de la luz principal cubre el casco del *Lyttelton*, i tiene por objeto conducir libre de este casco i de la playa de 90 millas (Ninety miles beach).

Con escepcion de los buques de pequeño tonelaje i de aquellos cuyos pilotos son mui conocedores de la bahía, ningun otro debe entrar de noche sin la ayuda de un práctico. Esta recomendacion se ha hecho tambien necesaria porque un buque fondeado en la boya exterior queda en el canal.

A U S T R A L I A

COSTA ESTE

Iluminacion de una luz de destellos en el cabo Smoky

El gobierno de Nueva Gales del Sur comunica que en abril de 1891 debe haberse encendido una luz de destellos en cabo Smoky.

Esta luz es blanca i muestra tres destellos cada treinta segundos, en el orden siguiente: destello de dos segundos de duracion, eclipse de dos segundos; destello de dos segundos, eclipse de dos segundos; destello de dos segundos, seguido por un eclipse de veinte segundos.

La luz está a 126 metros de elevacion sobre el mar i será visible, con tiempo claro, desde una distancia de 28 millas.

El aparato iluminatorio es dióptrico de primer orden.

Posicion aproximada: 30° 55' 40" S i 152° 6' E.

**Proyecto de una valiza luminosa en el bajo de la isla Shark.
Puerto Jackson**

Segun aviso del teniente Tyler, del buque de guerra de los Estados Unidos *Mohican*, se construye una valiza en la estremidad del bajo que se avanza delante de la isla Shark, en la cual se piensa encender una luz.

**Iluminacion de una luz de puerto en la isla Shark.
Puerto Jackson**

El gobierno de Nueva Gales del Sur ha dado aviso de que en noviembre de 1880 se encendió una luz de puerto sobre una plataforma levantada 7 metros sobre el agua i colocada en la estremidad setentrional de la tierra baja que se estiende al NO de la isla Shark, en el puerto Jackson.

La luz es fija blanca, visible desde el medio de la bahía entre la punta Shark por el NE. i la punta Piper por el SE, i es tan brillante que puede distinguirse con facilidad de las luces ordinarias. Desde la estremidad NE de la isla Shark se arrumba la luz al N 31° 30' O, distante un cable.

COSTA SUR

Alcance de la luz blanca del cabo Everard

La «Victoria Government Gazette» de Melbourne comunica que la luz blanca del cabo Everard, situada en la costa norte de la entrada oriental del estrecho de Bass, i cuya iluminacion ha sido anunciada en el *Anuario hidrográfico*; t. 16, pájs. 228 i 229, es visible, con tiempo claro, a una distancia de 21 millas.

Proyecto de faro en la punta Eagle Nest. Estrecho de Bass

En setiembre de 1891 se iluminará probablemente un faro actualmente en construccion en la estremidad sur de la punta Eagle Nest, inmediaciones occidentales del puerto Phillip.

La luz fija roja, con dos sectores blancos, estará elevada 66 metros sobre el nivel del mar i será visible, con tiempo claro, hasta una distancia de 18 millas. La luz roja iluminará un arco de 153° por el lado del mar i la luz blanca alumbrará hacia el este i el oeste del faro dos sectores extendidos a lo largo de la costa, próximamente una milla afuera de la punta Addis hacia el este i hasta el cabo Paton hacia el oeste, respectivamente.

Una luz blanca auxiliar iluminará un arco de 180° hacia el mar, i no será visible hasta que se esté dentro de 3 millas próximamente del faro.

Las luces blancas servirán para indicar a los navegantes cuando estén muy cerca de tierra o del faro.

Posición aproximada: $38^\circ 28' 10''$ S i $144^\circ 5' 45''$ E.

Cambios proyectados en el carácter del faro del cabo Otway. Estrecho de Bass

Probablemente durante el mes de agosto de 1891 la luz del faro del cabo Otway será reemplazada por una luz dióptica de primer orden que despedirá tres destellos blancos cada minuto.

A fin de llevar a cabo las transformaciones necesarias en la torre del faro actual, la luz catóptica que existe se ha estado exhibiendo temporalmente en una construcción de madera levantada como a 6 metros al sur del faro permanente.

La luz roja indicadora de peligros permanecerá sin alteración.

Iluminación de la luz permanente del cabo Otway i supresión de la luz provisional

Segun una comunicación del gobierno de Victoria, la luz permanente del cabo Otway, que, segun el *Anuario hidrográfico*, t. 16, páj. 230. i la noticia anterior, debía encenderse en agosto de 1891, debe haber comenzado a funcionar, i la luz provisional debe haber sido suprimida.

La luz permanente del cabo Otway despide tres grupos de destellos blancos cada minuto. Sus arribamientos estremos de visibilidad son el $S 71^\circ E$ i el $N 88^\circ O$, pasando por el norte. Podrá ser visible a 24 millas de distancia, con tiempo claro.

El aparato iluminatorio es dióptrico de primer orden. El faro de piedra no ha sido modificado i la luz roja auxiliar que se enciende en él continuará como antes.

Iluminacion de una luz en el muelle del puerto Kingscote. Bahía Nepean. Isla Kanguru

Segun el gobierno de la Australia del Sur el 1° de setiembre de 1890 debe haberse encendido en el cabezo del muelle del puerto de Kingscote, situado en la parte occidental del puerto, una luz fija blanca visible hasta la distancia de 8 millas.

Posicion aproximada: 35° 39' 30" S i 137° 38' 45" E.

Alteracion en el color de la luz del molo Moonta en la bahía Tipara. Golfo Spencer

El mismo gobierno comunica que el 1° de mayo de 1891 el color de la luz fija de la estremidad del molo Moonta, en la bahía Tipara, ha sido cambiado de blanco a rojo.

Posicion aproximada: 34° 3' S i 137° 34' E.

TASMANIA. COSTA SUR

Luz de doble destello en el islote SO. de las islas Maatsuyker

El gobierno de Tasmania ha dado aviso de que el 1° de abril de 1891 se encenderá la luz sobre el faro que se construía en la estremidad sur del islote SO de las islas Maatsuyker (*Anuario hidrográfico*, t. 16, páj. 232).

La luz será de destellos, blanca, despidiendo dos destellos en rápida sucesion cada treinta segundos i visible en todas direcciones por el lado del mar. Estará elevada 104 metros sobre el mar i será visible, con tiempo claro, a 25 millas de distancia.

El aparato iluminatorio será dióptrico de primer orden. El faro tiene 12.6 metros de altura i está pintado de blanco.

Posicion aproximada: 43° 39' 30" S i 146° 17' 30" E.

Retardo en la iluminacion de la luz de doble destello en el islote SO. de las islas Maatsuyker

Una comunicacion telegráfica de Hobart avisa que la ilumina-

cion de la luz de doble destello del islote SO de las islas Maatsuyker (noticia anterior), se ha postergado hasta el 1º de junio de 1891.

OCEANO ATLANTICO

ISLAS CANARIAS

Visibilidad de la luz de la punta Isleta. Isla Gran Canaria

El comandante von Maltzahn, del buque alemán *Nixe*, comunica que pasando a una distancia de 30 millas del faro de la punta Isleta, isla Gran Canaria, percibió el destello blanco de esta luz i que el destello rojo no lo percibió sino cuando se hubo aproximado mucho mas al faro.

Proyecto de iluminacion de una luz en la punta Sardina Isla Gran Canaria

El 15 de febrero de 1891 debe haberse encendido en la punta Sardina, punta NO de la Gran Canaria, una luz fija blanca elevada 32 metros sobre el mar, 6 metros sobre el terreno i visible a una distancia de 12 millas.

El faro, situado a 130 metros de la estremidad norte de la punta Sardina, es una torre cilíndrica pintada de color grisáceo, coronada con una linterna verde, con casa de guardianes pintada de blanco.

Al sur del faro hai una casa pintada de blanco, que sirve de almacén.

Posicion: 28° 9' 40" N i 15° 43' 35" O.

ISLAS AZORES

Irregularidad en la iluminacion de la luz del rompeolas en construccion en la bahía Horta. Isla Fayal

El comandante von Maltzahn, del buque de guerra alemán *Nixe*, ha notado que durante su estadía en la rada de Horta, del 29 de agosto al 3 de setiembre de 1890, no fué encendida la luz roja que señala la estremidad del rompeolas en construccion en la Horta.

Los trabajos de la estremidad del muelle están señalados por una boya de campana i varias de barril.

QUINTA PARTE

Noticias hidrográficas, derrotas, derroteros

AMÉRICA MERIDIONAL

PERU

Datos sobre Mollendo

La siguiente comunicacion se ha recibido del capitán Lorentzen de la barca inglesa *Majestic*, a fines de 1891:

En Mollendo hai telégrafo i cable, el comercio ha tomado mucho incremento, de tal manera que en el puerto jeneralmente se encuentran de dos a cinco buques, i media docena de vapores llegan semanalmente con mercaderías para el interior.

Las casas son de madera. La poblacion es de 3000 habitantes mas o menos. No hai remolcador.

FONDEADERO.—El fondeadero es malo, i desembarcar es cosa que no puede hacerse siempre. Se fondea inmediatamente afuera de las lanchas, pues los vapores deben fondear mas al sur. Como el fondeadero es allí de 35 a 45 metros de agua, i una ancla con 130 metros de cadena es suficiente. Una fuerte amarra debe hacerse para mantener el buque aproado a la mar. Una lancha de amarra puede servir para el caso por 17 pesos 50 cent. (30 soles), porque allí no hai boyas de amarra.

La roca Toro rompe mui fuerte aun con mares ordinarios, i el canal que hai entre la roca i la costa no es practicable ni aun por botes.

RECURSOS.—La aguada se hace con los botes del buque de un depósito que hai en el muelle. La carne fresca se obtiene allí a razon de 9 o 10 centavos oro la libra. Las especies, frutas i toda

clase de vejetales son mui caros allí. No hai provisiones saladas. El lastre de arena, la única clase conseguible, se cotiza a bordo a razón de 84 centavos tonelada,

LANCHAS.—La carga se hace con lanchas, i a veces queda casi completamente interrumpida por la fuerte mar de leva; i con viento es completamente imposible hacerlo. Los vapores que llegan monopolizan las lanchas.

INSTRUCCIONES. — Después de demarcar el valle de Tambo (la punta Méjico es baja i mui poco visible), hágase rumbo hacia la estremidad sur de los montones blancos de ceniza que hai en la costa; esos montones o manchas no son visibles por el sur de Mollendo.

No se equivoquen las islas fuera de Islai con la isla Mollendo, que es mucho mas discernible i que ahora está unida al continente. Buques que se han arrumbado por las islas Islai han caido a sotavento i solo han alcanzado dificultosamente el puerto con vientos i corriente en contra.

En Mollendo no hai luz alguna.

VENEZUELA

Rompeolas en la Guaira i su valizamiento

El comandante Puech, del crucero francés *Bisson*, informa que en la actualidad están terminados los trabajos del rompeolas o escollera artificial del puerto de la Guaira. Dicha obra arranca de la punta Santa Bárbara i corre hacia el oeste por una estension de 700 metros próximamente.

La boya negra i las dos boyas rojas de que se ha tratado en el *Anuario hidrográfico* t. 14, páj. 188, están siempre en su lugar, quedando la primera afuera de la estremidad del rompeolas i las dos últimas adentro.

BRASIL

**Señales en el fuerte Gamboa a los buques que se acercan.
Puerto de Bahía**

El comandante Wintz, del buque de guerra inglés *Basilisk*, comunica que la señal del Código Internacional B N W (¿De donde venís?) se hace a los buques que se acercan con la ayuda de pequeñas banderas que se izan en el fuerte Gamboa.

Si no se responde inmediatamente a esta señal se dispara un cañonazo para llamar la atención i se repite con un corto intervalo, si es necesario.

NOTA.—Como hai que pagar una contribucion de diez pesos por cada disparo que se haga, se recomienda a los buques que se acercan a Bahía llevar izada la señal que indica el último puerto de recalada.

Datos sobre los canales Parcel des Paredes. Rio Caravellas

El banco Barra de Viçosa se ha estendido considerablemente hacia el este. Al SE de esta barra existe un banco, próximamente de 3 millas de estension en la direccion ESE-ONO i que no está indicado en las cartas.

La barra sur del rio Caravellas ya no existe; queda completamente cubierta en las bajamares de sizijas i solo permite el paso de las embarcaciones menores en pleamar.

El derrotero de la costa dice que el banco Poppa Verde, al SE del canal, se manifiesta con rompientes, aunque no descubre en bajamar.

La profundidad del agua ha disminuido considerablemente entre Coroa Vermelha i el punto señalado con 4.6 metros al oeste de aquel donde las cartas marcan una profundidad de 8 metros.

**Datos sobre la señal horaria i la aduana de la isla Rat.
Rada de Rio Janeiro**

La señal horaria del observatorio de monte Castello, Rio Janeiro

ro, necesita una fraccion de segundo de tiempo para su ocultacion, i se da tiempo o lugar para esto dejando en libertad el conectador eléctrico durante 5 o 6 décimos de segundo antes del medio dia medio. Por lo tanto, el medio dia, tiempo medio debe considerarse coincidiendo con el instante mismo en que la bola se cierra u oculta (collapsed).

Un gran edificio de ladrillo con una torre se ha construido en la isla Rat. Por ahora está ocupado por la aduana. Constituye una excelente marca de entrada. Está próximamente en la enfila-cion de los fuertes Lage i Villegagnon, i es mas sobresaliente i visible que el último.

URUGUAI

Datos sobre la punta Sauce

Se ha formado un pequeño puerto artificial en la punta Sauce; al extremo del muelle hai 3.6 metros de agua i menos alejándose de allí al interior. Un manchon de piedras, situado a 740 metros mas o menos del muelle, se manifiesta en bajamar i está marcado por una percha.

REPUBLICA ARGENTINA

Puerto de la Plata

Para entrar al puerto de la Plata es necesario servirse de un práctico, i a ningun buque, cualquiera que sea su tonelaje, se le permite entrar sin él. Dos molos que salen afuera de la rada forman el canal de entrada a las dársenas i allí no hai boyas. Desde la entrada exterior del canal a la cabeza de la dársena de maniobras (en el extremo sur de la dársena grande) hai una profundidad nunca menor de 6.4 metros.

En el puerto Rio Santiago hai una profundidad de 6.4 metros desde el lado oriental de la entrada al puerto Occidental.

La mitad sur del puerto Intermedio tiene una profundidad de 6.4 metros, el resto aun no está construido.

En el puerto Occidental hai una profundidad de 5.4 metros i en todo el largo del canal lateral oeste incluyendo la dársena número 1 de 1.3 a 2 metros.

El canal Reunion oeste está casi concluido i pequeños botes ya trafican por él. El canal Lateral oeste, puerto Oriental, canal de Conclusion, dique número 1 i el canal Reunion este están en construccion o a medio concluir.

Se proyecta aumentar la profundidad del canal Este a 4.8 metros i el ancho a 22 metros.

La dársena grande tiene numerosos lugares para atracar i subir en ambos costados. Los almacenes aun no se han levantado a lo largo de este muelle pero algunos quedarán terminados en el presente año.

Ocho grandes almacenes están concluidos i en uso en el puerto Rio Santiago entre el canal de entrada i el puerto Oriental; como tambien lo están la aduana i la estacion del ferrocarril.

El ferrocarril pasa del oeste de la dársena grande para La Plata. Hai allí cuatro trenes para pasajeros diariamente, de ambas partes.

Durante un fortísimo temporal de viento, en 2 de mayo de 1890, el agua fué arrojada fuera del rio, produciendo la mas baja profundidad que se ha visto en 70 años. En el momento de la mayor baja durante el temporal había una profundidad de 6.5 metros en la parte mas profunda de la dársena donde se amarran los buques, i próximamente 5.3 metros en el resto del canal. El canal Lateral oeste fué vaciado completamente.

Con pleamares no anormales la mayor profundidad de agua que se ha notado en la dársena grande fué de 9.5 metros.

Datos sobre la rada San Blas

Con motivo de las fuertes mareas que prevalecen en San Blas i de los peligrosos efectos del flujo sobre los bancos de la entrada i del N.E., un buque de vela durante la creciente deberá acercarse a tierra próximamente en la punta Raza, bien al S.O.; durante la vaciante, que tira al sur, debe tomarse tierra cerca de las puntas Segunda Barranca i Rubia; la torre de la última es una buena marca i es visible con tiempo claro hasta 12 millas. El mejor momento para que los buques puedan cruzar la barra es al terminar el reflujó, cuando los bancos aun no descubren, pero se hacen per-

fectamente visibles porque el mar quebra sobre ellos, quedando así suficientemente indicados en ese estado de la marea i no necesitando la presencia de boyas. Un buque puede tambien esperar el principio del flujo para tomar el fondeadero.

Con la torre de punta Rubia demorando al N 78° O a 6 millas i tomando el mismo rumbo por 2.5 millas el buque llegará a la boya exterior de la barra, que marca el lado oeste de la entrada del canal Constitucion, i después de haber pasado 360 metros mas o menos al este de la boya en 5.8 metros de agua mas o menos en baja mar (la menor profundidad de la barra ocurrida en 1888), el mismo rumbo llevará el buque a la boya núm. 2; desde allí hasta la boya núm. 3 el rumbo es N 33° O o sea en direccion a punta Rubia, i de la boya núm. 3 a la núm. 4 N 14° O como antes, hasta que la punta demore al S 57° O. Cuando el buque se encuentre en el canal Broad, puede ganar la costa sur, que es escarpada, hasta el fondeadero.

INSTRUCCIONES. — El pasaje oeste está situado entre el banco Hellgat i la costa, a la que el banco Hellgat está conectado por sus dos extremos. Estando cerca de la costa i protegido por los estensos bancos del este, este canal es mucho mas espedito que el Constitucion i es recomendado para los botes; pero puede ser tomado por pequeños vapores i buques de vela de 3 metros de calado; no se recomienda para los buques de vela sino cuando sople brisa suave pero constante.

Su barra exterior i del sur, a una milla al norte de la torre de punta Rubia, tiene una profundidad de 3.5 metros en bajamar; su barra del norte, situada exactamente al norte de punta Rubia, no tiene mas que 15 metros, pero puede evitarse cruzando el banco Hellgat, mas o menos por el medio de estas dos barras. Las mareas corren suavemente por el pasaje oeste con una velocidad de 3 millas.

Para entrar hágase rumbo desde la valiza de poste 3 millas al norte de la torre de punta Rubia, demorando aquella al N 28° O hasta que la torre de Rubia demore al S 57° O, donde la profundidad será de 7.3 metros; entonces se cambia rumbo al N 15° E, cruzando la barra sur en 3.6 metros mas o menos en bajamar;

cuando la torre demore al S 43° O se caerá un poco al este i se conservará este rumbo, con el que aparentemente se irá al través de Hellgat en 4.6 metros de agua como menor fondo; cuando el agua aumente a 7 metros, el buque estará en el canal Constitucion i entonces hará rumbo a la boya núm. 4.

Golfo Nuevo

Tres millas al este del puerto Madryn existe un bajo que se estiende a lo largo de la costa 2 millas desde punta Este (la punta oriental próxima al morro Cave) hasta la otra punta próxima hacia el este, que ha sido llamado Bajo del Cabo. En este bajo se ha obtenido una profundidad de 5 metros, con la punta este demorando al sur, a la distancia de 1 milla; profundidades de 7 a 9 metros se encuentran en la punta mas aparente del banco, que es somero hacia el este. La parte oriental de la parte somera del bajo fué sondada i la menor profundidad que se obtuvo fué de 5.9 metros, situados con la punta este demorando al S 77° O, a una distancia de 1.5 milla; desde este punto se obtuvieron sondas de 7 a 12 metros dentro de media milla hacia el este i hacia el norte.

La posicion fijada para el bajo (punta este demorando al N 36° O a 6 millas de distancia) en que tocó el *Gulf of St. Vincent* fué examinada, pero no se encontraron indicios de bajo; como, sin embargo, el estudio no fué mui minucioso, el bajo *Gulf of St. Vincent* siguió figurando en las cartas, aunque parece probable que el banco en que chocó el buque es el banco encontrado por el *Flamingo*.

Puerto Madryn

El lugar de desembarque está situado 6.8 metros mas o menos al sur del punto de observaciones. La aldea situada cerca de la estacion del ferrocarril se llama Trelow.

CARBON.—En puerto Madryn hai un depósito de carbon, almacenado en un ponton, en cantidad de unas 1000 toneladas de carbon Wilch, i el embarque no se interrumpe por ningun viento

que sople. Diariamente pueden embarcarse 100 toneladas i trabajando dia i noche puede alcanzarse a 150. El carbon pertenece a la Chupat Central Railway Company.

AMERICA SETENTRIONAL

N I C A R A G U A

Profundidad, fondeadero i posicion del muelle en la bahía Amapala. Golfo de Fonseca

El teniente Downes, del buque de guerra de los Estados Unidos *Thetis*, comunica que en el fondeadero de Amapala, en el golfo de Fonseca, hai menos profundidad que la que señala la carta norteamericana núm. 973. El *Thetis* fondeó sobre la posicion señalada por una ancla en la carta i encontró una profundidad como de 9 metros en bajamar.

Se avisa a los capitanes de los vapores-correos del Pacífico que el mejor fondeadero está inmediatamente afuera de la estremidad del muelle largo i un poco mas hacia la costa del fondeadero indicado en la carta.

Este muelle tiene próximamente 120 metros de largo en una dirección N 30° O desde cerca del centro de la ciudad, quedando la estremidad del lado de tierra bajo los siguientes arrumbamientos: la punta sur de la isla Disposicion al N 70° O; la punta Novillo al N 8° O; la cumbre del volcan Conchagua al S 86° O.

El desembarcadero de botes está en la estremidad exterior del muelle, donde hai mucha agua.

SAN SALVADOR

Fondeadero prohibido en el puerto Libertad

El mismo teniente comunica que la Compañía Telegráfica de Centro i Sud-América (Central and South American Telegraph Company) ha espedido el siguiente aviso a los navegantes:

Para no dañar a los cables submarinos al fondear en el puerto Libertad no debe dejarse el muelle al oeste del N 24° 30' O.

COLOMBIA INGLESA

Comunicación telefónica entre Victoria i ciertas estaciones en el estrecho Juan de Fuca

El gobierno del Canadá ha dado aviso de que se ha establecido comunicación telefónica entre Victoria, en la isla Vancouver, i las siguientes estaciones situadas en la costa norte del estrecho Juan de Fuca.

Los avisos se transmiten de esas estaciones segun tarifas fijadas

1. Puerto San Juan, en la boca del rio Gordon.

Posicion aproximada: 48° 34' N i 124° 25' 30" O.

2. Faro Carmanah.

Posicion aproximada: 48° 36' 30" N i 124° 46' 30" O.

3. Faro del cabo Beagle.

Posicion aproximada: 48° 47' 30" N i 125° 13' 30" O.

Estacion de señales en el faro de Carmanah. Estrecho Juan de Fuca

El mismo gobierno ha dado aviso del establecimiento de una estacion de señales en el faro de Carmanah, con la cual pueden comunicar los buques por medio de las señales del Código Internacional, bajo las siguientes reglas:

1. Los nombres de los buques que señalen sus cifras distintivas se transmitirán a Victoria, para su publicacion solamente, libres de porte.

2. Los despachos a o de los buques sin señalar distancia, por medio de banderas del Código Internacional, serán transmitidos tales como se comunican, segun las tarifas fijadas.

3. Los despachos se cobrarán segun la tarifa fijada para las comunicaciones telefónicas, pero no se cobrará por su transmision entre la estacion semafórica i los buques.

4. Los despachos pueden ser enviados en cifras, por recomendacion especial, porque de otro modo se transmitirán en lenguaje ordinario.

OCEANO PACIFICO

ISLAS SANDWICH

Nuevos muelles al lado norte del puerto de Honolulu. Isla Oahu

Segun aviso trasmitido por el comandante Mc-Curley, del buque de guerra de los Estados Unidos *Nipsic*, la compañía del ferrocarril de Oahu (Oahu Railroad Company) ha terminado los trabajos de construccion de un malecon de la via sobre los terraplenes del lado norte del puerto de Honolulu.

Este malecon termina por dos muelles colocados vis a vis. El del oeste está destinado para atracadero de los buques que cargan i descargan; hai 5.8 metros de agua a lo largo de estos muelles. En el del este, los wagones reciben la carga destinada a los buques fondeados en los otros muelles i en el puerto.

La estremidad del muelle del oeste queda a 700 metros al norte del faro de Honolulu, situado en el lado oeste del puerto.

Altura del agua en la barra del puerto interior de Honolulu

De una comunicacion del contra-almirante Régnault de Prémesnil, comandante en jefe de la division naval francesa del océano Pacifico, se deduce que no hai mas de 6.7 metros de agua en pleamar, en la barra de coral del puerto de Honolulu. El buque francés *Dubourdieu* tuvo que fondear afuera.

La barra, que no tiene sino un ancho de 300 metros debe ser dragada hasta una profundidad de 9 metros. Se cree que los trabajos estarán terminados en 1892.

ISLAS SAMOA

Instrucciones para evitar las rocas Whale i Grampus. Bahía Pago-pago. Isla Tutuila

El teniente Tyler, del buque de los Estados Unidos *Mohican*

comunica que se ha construido un nuevo edificio para la mision católica en la costa norte, frente a la entrada de la bahía Pago-pago, el cual constituye una buena señal de direccion para entrar a ella.

Para pasar al oeste de la roca Whale debe arrumbarse la mision al N 2° O i mantenerse en esta derrota hasta que la punta Breaker se arrumbe al S 36° E i gobernar entonces al N 36° O hasta que la poblacion de Pago-pago se descubra al N 87° O.

Para pasar al norte de la roca Whale, entre esta roca i la roca Granpus, debe mantenerse la mision arrumbada al N 13° O i gobernar hacia ella, cambiando de rumbo como en el caso anterior.

Datos sobre la bahía Apia. Isla Upolu

El comandante Huguet, del crucero francés *Volta*, comunica los datos siguientes relativos a la bahía Apia i sus cercanías:

Las dos luces de enfilacion de la entrada de la bahía Apia (*Anuario hidrográfico*, t. 15, páj. 143) no se encienden porque el casco del *Adler*, que se arrumba sobre el arrecife interior, tapa la luz inferior en la direccion del enfilamiento.

La casa Ruge i Hedemann así como la casa Mac-Farlane mencionadas en las instrucciones no existen. Los consulados americano e inglés no están en la bahía Apia sino en Vaiala, al este de la punta Matautu.

La valiza cuyo establecimiento sobre la punta Faleula había sido anunciado en el *Anuario hidrográfico*, t. 14, páj. 202, no existe.

ISLAS TONGA

Determinacion de la posicion jeográfica de Tongatabu

Por distancias meridianas determinadas por el capitán P. Aldrich, i comandante C. F. Oldham, del buque hidrógrafo inglés *Egeria*, se ha determinado la posicion jeográfica de Tongatabu tomando como base la longitud del asta de bandera de la punta Dépôt, en la bahía Auckland, que se halla situado por 174° 47' 45" E.

TONGATABU.—El asta de bandera de Tonga, en Nukualofa, está situado por $21^{\circ} 7' 53''$ S i $175^{\circ} 12' 5''$ O.

ARCHIPIELAGO CENTRAL

Incorrecta situacion de la isla Howland en algunas cartas

Se da aviso de que la isla Howland está mal situada en algunas ediciones de las cartas del almirantazgo inglés números 782 i 1022 donde aparece en latitud $0^{\circ} 40' N$, siendo que debe estar por $0^{\circ} 49' N$. La longitud $176^{\circ} 41' 45'' O$ es correcta.

ISLAS AUCKLAND

Depósito de provisiones para náufragos

El gobierno de Nueva Zelanda pone en conocimiento de los navegantes que los únicos lugares de las islas Auckland en que se mantienen depósitos de provisiones para los buques náufragos son los que mas abajo se mencionan. Los que existian antes han sido suprimidos.

1° En el lado sur de la caleta Erebus, situada en la bahía Ross o Sarahs Basom; 2° En la caleta Camp, al norte del brazo occidental de la bahía Carnley.

Se mantiene siempre una embarcacion en la isla Enderby, como así mismo en el extremo NO de la isla Adams o isla del Sur.

NUEVA ZELANDA

ISLA DEL NORTE

Restablecimiento de la señal horaria de Wellington. Puerto Nicholson

El mismo gobierno informa tambien que la señal horaria del puerto Wellington funciona actualmente en un mástil erijido en el observatorio de dicho puerto. La caída del globo, producida por

electricidad, tiene lugar a medio día medio de Nueva Zelanda, referido al meridiano de $172^{\circ} 30' E$, lo que equivale a 12 h 30 m O s de tiempo medio de Greenwich.

Posicion de la señal: $41^{\circ} 16' 47'' S$ i $174^{\circ} 46' 20'' E$.

Datos sobre la bahía Auckland. Golfo Hauraki

El teniente G. W. Tyler, del buque de guerra de los Estados Unidos *Mohican*, comunica los datos siguientes relativos a las cercanías de la bahía Auckland:

Con tiempo claro, después de haber pasado la isla Tiri-tiri, se ven las luces de la ciudad de Auckland sobre la costa norte de la bahía.

Entrando al canal Rangitoto, i siguiendo de manera que el faro de las rocas Bean se arrumbe al $S 20^{\circ} E$ se descubre una casa de piedra de forma cuadrangular construida sobre el promontorio de la orilla sur, que constituye una excelente marca de recalada.

Ningun cambio que sea conocido han experimentado la bahía Auckland i sus cercanías hasta 1888.

El «Auckland Harbord Board» cree que el buque francés que comunica haber tocado en un bajo situado afuera del cabezo norte no lo hizo en la posicion señalada por el piloto.

NUEVA ZELANDA I AUSTRALIA

Determinacion de varias posiciones jeográficas en la costa

El comandante Moore, del buque de guerra inglés *Penguin*, ha determinado la posicion jeográfica de varios puntos de la costa de Nueva Zelanda i Australia por medio de señales telegráficas con el observatorio de Adelaida, cuya longitud se estima en $138^{\circ} 35' 5'' E$.

1. BAHÍA ROEBUCK.—La valiza del cerro Lookout está situada en latitud $17^{\circ} 57' 33'' S$ i longitud $122^{\circ} 14' 33'' E$.

2. RIO SWAN.— El faro de Fremantle está situado en latitud $32^{\circ} 3' 14'' S$ i longitud $115^{\circ} 44' 23'' E$.

Por distancias meridianas, determinadas por el mismo jefe con puerto Darwin, que está situado en longitud $130^{\circ} 50' 37''$ E.

3. ISLA BAUDIN. — El extremo SE está situado en latitud $14^{\circ} 7' 51''$ S i longitud $125^{\circ} 36' 25''$ E.

Por oficiales coloniales de Nueva Zelanda, se ha determinado por señales telegráficas con el observatorio del monte Cook, que está situado en longitud $174^{\circ} 46' 38''$ E.

4. AUCKLAND. — El asta de bandera de la punta Dépôt está situada en latitud $46^{\circ} 50' 5''$ S i longitud $174^{\circ} 47' 45''$ E.

A U S T R A L I A

C O S T A E S T E

Instrucciones concernientes a la navegacion del paso Lark. Cercanías de Cooktown

Habiendo tocado varios buques en el extremo norte del arrecife Lark, atravesando el paso Lark afuera de la ciudad Cook, se previene a los navegantes que este arrecife está sumergido i que por consiguiente es difícil verlo, mientras que el arrecife Swinger está casi siempre visible. Sin embargo, la valiza del arrecife Swinger está cerca de un tercio de milla al norte del veril sur, por lo cual mientras se mantengan al lado norte del canal con preferencia al lado sur, no deben acercarse demasiado a él.

Disminucion en las profundidades del canal norte de la entrada del puerto Curtis

El gobierno de Queensland ha dado aviso de que el canal del norte de la entrada del puerto Curtis se ha embancado, i que ahora tiene una profundidad de 3.3 metros en las bajamares de sizijas.

Modificaciones en los canales, boyas i luces de la barra del puerto de la bahía Wide

El canal norte de la barra del puerto de la bahía Wide ha quedado completamente impracticable en setiembre de 1890 (*Anuario hidrográfico* t. 16, pájs. 225 i 226). El canal Nuevo, situado al sur del banco del medio, tenía una profundidad de 4.8 metros en setiembre de 1890, i el canal del sur, a 1.4 milla al NE de la valiza exterior de la punta Inskip, tenía una profundidad de 3.9 metros sobre la barra en la misma fecha.

A causa de estas alteraciones, se han modificado las enfilaciones. La valiza cuadrangular mas occidental de la punta Hook se ha conservado en su mismo sitio; pero se ha suprimido la valiza cuadrangular mas oriental i tambien las dos valizas triangulares de esta punta.

En la costa se han instalado dos valizas nuevas, la primera a 2 cables al S 79° E de la valiza cuadrangular occidental i la segunda a poco menos de 2.5 cables al S 39° E de la misma valiza.

En estas tres valizas se encienden las luces siguientes: una luz fija blanca en la valiza cuadrangular; una luz fija blanca en la valiza mas al norte de la costa, i una luz fija roja en la valiza mas al sur de la misma.

La enfilacion al N 78° O de la valiza mas setentrional de la costa con la valiza cuadrangular del oeste o la de las dos luces blancas sirve para pasar el canal nuevo. Enfilando al N 39° O la valiza mas al sur de la costa con la cuadrangular del oeste o las dos luces roja i blanca, se tiene la guia para pasar el canal del sur.

NOTA.— Las dos valizas del extremo oeste de la punta Inskip forman ahora una enfilacion al S 64° O.

OCEANO ATLANTICO

ISLAS MALVINAS

Manchon de sargazo en la medianía del seno Falkland

El capitán del vapor inglés *Bayley* comunica que el 1° de ma-

yo de 1891 pasó un manchón de sargazo como de 27 metros de estension, situado en la medianía de la parte sur del seno Falkland, como a 8½ millas al N 46° E del extremo SE de la isla Swan i al S 71° O de la isla Occidental (West).

Posicion aproximada: 51° 52' 51" S i 59° 43' 45" O.

Arrumbamientos magnéticos. Variacion: 14° NE en 1891.

Manchón de sargazo al NO de las islas Jason

El capitán Haasen, de la goleta *Foam*, ha comunicado que navegando por el norte de las islas Jason, en marzo de 1890, pasó sobre un manchón de sargazo (que siempre indica un fondo de roca i amenudo un peligro oculto) de media milla próximamente de estension. El viento que soplabá en ese momento era duro del NE, con mar gruesa, pero sin divisarse rompiente alguna. El tiempo brumoso solo permitió tomar una demarcacion a la isla Steeple Jason del oeste, la cual demoraba próximamente al S 14° 10' E, a una distancia que fué estimada en 7 u 8 millas.

Posicion dudosa del manchón, que debe marcarse P D en las cartas: 50° 53' 15" S i 61° 16' 45" O.

NOTA.—Se calcula que la marea estaba en su repunte cuando la *Foam* pasó sobre el sargazo i que este se hallaría bajo el agua cuando principió la corriente de la marea, la cual en esta localidad alcanza a una velocidad considerable.



SESTA PARTE

Miscelánea

OCEANOGRAFIA

(ESTÁTICA)

(Continuación)

FÍSICA DEL MAR

I. — CALOR

Historia

Desde 1720 el conde Marsigli estudió en el golfo de Lion las variaciones de la temperatura con la profundidad, tratando de confirmar la opinion emitida por Aristóteles, que aseguraba que el mar era mas caliente en la superficie que en las capas profundas. Buffon apoyó esa opinion en 1750, fundándose en que al subir rápidamente un escándallo, aunque sea en los trópicos, comunica a la mano una notable sensacion de frio. En 1749 el inglés Ellis trató de medir las temperaturas submarinas en las proximidades de la costa NO de Africa, dejando descender hasta 1170 i 1630 metros una botella metálica construida bajo un principio análogo al de las botellas que sirven para recojer muestras de agua, es decir, dejándose atravesar por el agua en el descenso i cerrándose automáticamente tan pronto como empieza el ascenso, i provista

de un termómetro en su interior. El mismo aparato sirvió a Hales¹ i, después de perfeccionado por Parrot, a Forster (1772), a Cook (1772-75), a Irving i a lord Mulgrave (1773).

De Saussure (1780) i Péron (1800) tuvieron la idea de envolver el instrumento con una materia mala conductora; el primero observó que en el Mediterráneo la temperatura es constante entre 300 i 600 metros. Krusenstern (1803) i John Ross hicieron uso de un termómetro de máxima i mínima de Six. Dupetit-Thuars (1832) protejió el suyo contra los efectos de la presión encerrándolo en un cilindro de metal; Bravais i Martins (1839), i después el almirante Fitz-Roy, adoptaron el mismo sistema de protección encerrando un termómetro Walferdin. Durante ese tiempo fueron hechas numerosas mediciones directas en el mar por Horner (1803-1806), Scoresby (1810-1822), Kotzebue (1815), Wenchope (1816), Franklin i Buchan (1818), Dumont d'Urville (1826-1829) i Lenz (1823). Prestwich reunió la mayor parte de los resultados obtenidos i construyó las primeras cartas de curvas isotermas.

Las medidas de temperatura en la superficie del agua eran exactas i sirvieron a Franklin, en 1790, para estudiar el curso del Gulfstream i basar en el empleo del termómetro la navegacion por aquellos parajes. Pero las temperaturas de las profundidades estaban llenas de errores i, si bien se sabía la causa que los originaba, se ignoraba la manera de remediarlos. En efecto, sometido un termómetro a la presión de las capas de agua superiores, es fuertemente comprimido, de manera que la columna mercurial sube siempre mas que si hubiera estado únicamente sometida a la influencia de la temperatura. Lenz, Arago i Humboldt admitieron que el fondo del mar estaba cubierto con una capa líquida de temperatura uniforme de 4°, máximo supuesto de densidad del agua de mar, que se desliza lentamente a manera de un río desde los polos hacia el ecuador, volviendo a subir después verticalmente con el objeto de compensar con un flujo frío las masas de agua caliente llevadas sin cesar del ecuador a los polos por las

1. Gunther, *Lehrbuch der Geophysik und physikalischen Geographie* *.

* En obsequio de la concision, reduciremos a una las repetidas citas de títulos de una misma obra hechas por el autor de esta memoria (Tr.).

corrientes de superficie. Esta teoría no fué alterada por los trabajos de Ermann, de Desprézt, de Karsten i de Zöpplitz, que demostraron, sin embargo, que el máximum de densidad del agua tiene lugar a diversas temperaturas, aun inferiores a cero, i tanto mas bajas cuanto mas considerable es la salobridad.

La construccion de los aparatos destinados a medir con precision la temperatura de las capas profundas no fué bien estudiada hasta la partida del *Porcupine*, en 1869, después de haberse desechado todas las medidas termométricas obtenidas con instrumentos defectuosos durante la campaña del *Lightning*¹. El americano Paxton propuso entonces el termómetro Bréguet; pero Millér sometió a la comision constituida en el seno de la Sociedad real de Londres, bajo el nombre de *Deep sea Committee*, un termómetro fabricado i perfeccionado mas tarde por Casella, que fué adoptado. Los sabios del *Challenger* hicieron uso durante toda la campaña de termómetros Miller-Casella. Sin embargo, el instrumento de Negretti i Zambra, inventado en 1878, es el que ofrece mayores ventajas.

CAPITULO PRIMERO

Medida i representacion de las temperaturas

Obtener la temperatura de la superficie del mar no presenta ninguna dificultad. Se arroja al agua un balde de madera, con preferencia por la proa del buque, con objeto de evitar la mezcla de las capas mas profundas, resultado de los remolinos; se le abandona a la rastra durante algunos segundos para que tome la temperatura del mar; se le sube i se sumerje en seguida en él un termómetro que se leerá tan pronto como la columna de mercurio quede estacionaria.

En la marina francesa, para obtener la temperatura de las capas de agua situadas un poco mas abajo de la superficie, se emplea un

1. Wyville Thomson, *the depths of the sea*, Londres, 1873.

termómetro colocado en el interior de un tubo de vidrio, abierto por sus dos estremidades i protegido contra los choques por una armadura de cobre. Se sumerge el instrumento amarrado a una cuerda; durante el descenso, el agua entra de una manera continua por una abertura inferior provista de una válvula que se abre de afuera para adentro, llena el tubo i sale por un orificio superior provisto de otra válvula que se abre de adentro para afuera. Cuando se ha llegado a la profundidad requerida, se detiene; las válvulas se cierran quedando cierta cantidad de agua aprisionada en el tubo que rodea el termómetro. Se deja establecer el equilibrio de la temperatura i al subirlo, esa masa de agua, siempre aprisionada a causa del juego de las válvulas, garantiza al termómetro de toda influencia nueva durante un tiempo suficiente para permitir leer sus indicaciones.

TERMÓMETRO DE MEYER.—La comision de estudios científicos de los mares alemanes ha adoptado el sistema siguiente para la medicion de las temperaturas en profundidades que no pasen de 50 metros.

El instrumento (fig. 67) es un termómetro ordinario, encerrado en un estuche de caucho endurecido, cuerpo mui mal conductor, de 25 milímetros de grueso cerca del recipiente i de 10 milímetros en las demás partes, salvo a lo largo de una fenda estrecha. Una abertura cerrada con un cristal grueso permite hacer la lectura; dicho cristal se encuentra protegido por un tubo de laton que tiene un movimiento de bayoneta. La escala no está trazada en el vidrio ¹.

En un experimento de comprobacion hecho por la comision, teniendo el instrumento la temperatura del aire de 26°, se sumerjió en agua a 4.5° i tardó 85 minutos en establecerse el equilibrio de la temperatura. Es preciso pues dejar el termómetro sumerjido durante 90 minutos, retirándolo en seguida rápidamente. La necesidad de tan larga duracion en la inmersion es un obstáculo serio para el empleo de este instrumento. Además, aunque éste tiene

1. *Handbuch der nautischen Instrumente*, publicado por el Hydrographisches Amt de Berlin, 1882.

una doble cubierta de vidrio, como casi todos los instrumentos de contruccion alemana, su cubeta no está del todo protegida contra los efectos de la presion.

Se han servido del aparato Meyer para tomar las temperaturas del fondo en el mar Báltico i en el mar del Norte, pero se emplea sobre todo en los observatorios fijos, tales como las estaciones marítimas i a bordo de los faros flotantes. Posee la gran ventaja de no ser frágil. Se introduce el aparato en cuestion dentro de un estuche de cobre i se sumerje dejándolo cuando menos una hora en observacion antes de subirlo. Como se ve, sería absolutamente defectuoso su uso a bordo de un buque en marcha.

TERMÓMETRO MILLER-CASELLA.—Un aparato como los que acabamos de describir no puede servir para las grandes profundidades; bajo las enormes presiones que se ejercen allí, se quebraría la mayor parte de ellos, i las indicaciones de los que quedaran intactos serían completamente falsas. El vidrio comprimido experimenta una deformacion, el interior de la cubeta i el tubo capilar disminuyen de volumen, i como consecuencia, el termómetro indica una temperatura mas elevada que aquella a que en realidad se ha sometido. Esta diferencia entre la temperatura leída i la temperatura verdadera aumenta evidentemente con la profundidad i puede llegar i aun pasar de 5° para 3650 metros.

Con el objeto de evitar esos inconvenientes, Paxton fabricó una especie de termómetro Bréguet, que se compone de una cinta de platino i otra de plata reunidas por una soldadura de plata a una cinta intermedia de oro i arrolladas, la de plata debajo, alrededor de un eje de cobre. El conjunto está todo dorado con el fin de evitar el ataque por el agua salada. Las variaciones de la temperatura obran sobre las cintas, cuya dilatacion es variable, haciéndolas arrollarse sobre sí mismas i jirar el eje de cobre. Este movimiento es comunicado i ampliado por ruedas multiplicadoras i va a registrarse en un cuadrante con la ayuda de un índice que empuja delante de sí a una aguja cuyo roce contra el cuadrante basta para mantenerla en una posicion dada. El termómetro está graduado por comparacion. Para 1100 metros (600 brazas), su desvío no pasa de 0.5°, i para 2700 metros (1500 brazas) llega a 5°.

Pero su movimiento no es regular, i sus defectos son comunes a todos los instrumentos compuestos de ruedas metálicas i destinados a ser sumerjidos; los diversos metales de que se compone experimentan compresiones i contracciones diferentes, segun su naturaleza, los ajustes se deterioran i no tarda mucho tiempo en quedar inútil el sistema.

Cuando se trató de preparar los instrumentos que debía llevar para su campaña oceanográfica el *Porcupine*, el *Deep sea Committee* no ocultó, en su informe de 1869, ninguno de los inconvenientes de los termómetros de *máxima* i *mínima* de que un gran número de observadores había hecho uso anteriormente. Para remediarlos propuso Wheatstone un termómetro Bréguet sumerjido que se leía desde bordo con ayuda de una disposicion eléctrica; el instrumento fué rechazado como mui costoso, i entonces Siemens ideó su escandallo eléctrico. Sin embargo, por varias razones, fué definitivamente adoptado el termómetro de máxima i mínima Miller-Casella.

El termómetro Miller-Casella (fig. 68) se compone de un tubo hueco de cristal doblado en U cuyas dos ramas terminan en un recipiente. El mayor de los recipientes A está provisto de una segunda cubierta de vidrio que deja entre ambas un espacio que se llena en sus tres cuartas partes de algun alcohol de ebullicion elevada, por ejemplo, alcohol amílico, que sirve para amortiguar los efectos de la compresion. El recipiente A contiene una mezcla de creosota, alcohol i agua que descansa sobre mercurio que ocupa cerca de la mitad del volumen de cada una de las ramas del tubo a una i otra parte de la curvatura. Esta columna de mercurio tiene encima una nueva mezcla de creosota, alcohol i agua que llena en parte el recipiente C. El resto del espacio está lleno por aire introducido mientras el aparato ha estado sumerjido en una mezcla mui refrigerante, a fin de aumentar su densidad. El aire mezclado con vapor de alcohol hace las veces de muelle para regularizar el frotamiento de los líquidos contra las paredes internas del tubo i permitir al mercurio obedecer cómodamente al movimiento que le sea comunicado de una i otra rama. Cuando la temperatura se eleva, el líquido del recipiente A se dilata, empuja el mercurio en la segunda rama i hace mover

un pequeño índice de acero rodeado de un hilo fino de cristal o de crin a guisa de resorte; cuando la temperatura disminuye, se contrae el líquido A i sube el mercurio en la primera rama. Este movimiento es seguido e indicado por un segundo índice semejante al primero. Antes de sumerjir el aparato, se colocan, por medio de un imán, los dos índices en contacto con las estremidades de la columna mercurial. El tubo del termómetro está fijado sobre una placa de ebonita, evitándose de esta manera las deformaciones que el agua hace sufrir a la madera, i la escala es de porcelana blanca. Se le encierra en un cilindro de cobre, cuyas estremidades están provistas de numerosos agujeros para dejar que el agua circule libremente en el interior.

Antes de ser empleado, cada termómetro se somete a una comprobacion en la prensa hidráulica, bajo una presión que varía entre 157 i 628 quilógramos por centímetro cuadrado, i se indica el error en cada instrumento. A bordo del *Challenger* se descendió hasta 7316 metros, pero muchos volvieron rotos. El tubo termométrico tiene con sus recipientes una superficie de 95 a 100 centímetros cuadrados, de manera que a una profundidad de 8000 metros experimenta una presión de unos 800 quilógramos por centímetro cuadrado.

Los termómetros Miller-Casella presentan grandes inconvenientes. Son de *máxima i mínima*, es decir, se limitan a indicar las temperaturas mas bajas i mas altas de las capas líquidas que van atravesando en lugar de registrar solamente la temperatura de la capa a que han llegado. Ahora bien, con alguna frecuencia se ha comprobado en el océano la existencia de capas calientes intercaladas entre otras frias. Fuera de eso, la graduacion no está hecha en el instrumento mismo, i además sucede que en el aire mismo al moverlos aun sin mucha violencia, se rompe la columna de mercurio, accidente muy difícil de remediar, o quedan metidos en el mercurio e inmóviles los índices, o pasan a los recipientes, en cuyos casos todos queda el instrumento inútil para el uso. Este accidente es mas frecuente durante la immersion, a pesar del cuidado que se tenga de amarrar los termómetros a la sonda por fajas de caucho i aun por muelles de acero, como se verificó a bordo del *Blake*, cuando el buque da violentos cabeceos

sin contar los casos en que se está en la obligacion de parar varias veces el descenso del escandallo, al amarrar los termómetros en series. A pesar de todas las precauciones i de las comprobaciones hechas antes, la práctica ha demostrado que con esos termómetros es imposible tener la seguridad ni de medio grado, aun en pequeñas profundidades.

Para estudiar la temperatura en profundidad, se dispone en serie varios de esos termómetros en la sondalesa i a distancias diferentes, dejándolos de ocho a doce minutos inmóviles, con el objeto de que se pongan en equilibrio con la temperatura. Se sabrá mas o menos el número de termómetros que hai que emplear basándose en la esperiencia de que mas allá de 1800 a 2700 metros la temperatura del océano decrece con gran lentitud, con frecuencia 0.1° por cada 183 metros. Encima de este límite, bastará tomar observaciones espaciadas de 180, 360 o 450 metros. A bordo del *Challenger*, se escalonaron los termómetros de la manera siguiente: hasta 180 metros, uno cada 18 metros; uno cada cada 45 metros hasta 550 i uno cada 183 metros hasta 1830 o 2740 metros, i por último uno en el fondo mismo. Durante su campaña de tres años i medio, el *Challenger* tomó 260 series verticales de temperaturas, de ellas 120 en el océano Atlántico i 140 en el Pacífico. Cada observacion es larga, no pudiendo ejecutarse sino en condiciones de buen tiempo escepcional: tan es así que una sola serie verificada en el golfo de Gascuña a 1460 metros duró un dia entero; la temperatura era observada cada 90 metros, lo que hizo necesario 16 lecturas. A bordo del *Gazelle*, las temperaturas fueron tomadas a 2740, 2190, 1660, 1280 i 910 metros, i en seguida de 180 en 180 metros hasta 360 de la superficie, i por último de 90 en 90 metros. No se amarró nunca a la sondalesa mas de ocho termómetros a la vez, con el objeto de perder menor número de ellos en caso de ruptura.

Durante la campaña de 1889, la goleta de los Estados Unidos *Grampus*, de la *Fish Commission*, embarcó 25 termómetros Negretti i Zambra, habiendo amarrado a una sondalesa de 900 metros 17, de los cuales 8 estan colocados en los primeros 90 metros i 3 en los 90 siguientes.

TERMÓMETRO NEGRETTI I ZAMBRA.—El termómetro de Negretti i Zambra da la temperatura del agua a la profundidad a que desciende, gracias a una vuelta que se da al instrumento, efectuada a voluntad, i que rompe en un punto fijo la columna mercurial en el estado de dilatacion en que se encuentra en el momento de ese cambio. La cantidad de mercurio aislado es igual al que rebasaba el depósito del termómetro i se puede, midiéndola, conocer la temperatura. La columna mercurial así separada es bastante pequeña para que se pueda despreciar la dilatacion debida a la accion de la temperatura ambiente en el momento de la lectura.

El termómetro (fig. 69) presenta encima del recipiente un torcimiento A seguido de una parte alargada o ampolla B de doble curvatura, siguiendo el tubo calibrado i graduado que a su vez termina en un segundo recipiente E mas pequeño. Cuando se mantiene el instrumento de manera que quede abajo el recipiente grande, el mercurio llena el tubo de una manera continua hasta cierto punto comprendido entre B i E; cuando se le invierte, la sacudida rompe la columna A, el mercurio desciende a causa de su peso, llena completamente el receptáculo E i se eleva hasta cierta altura de la escala grabada sobre el vástago a partir de dicho recipiente. La graduacion está marcada de abajo arriba estando el recipiente E abajo.

Con el objeto de proteger el termómetro contra la presion, se le aplica el sistema de doble receptáculo descrito precedentemente a propósito del termómetro Miller-Casella. Hasta 1800 metros se le puede encerrar en una caja de madera, pero si se tuviera que descender mas abajo se le colocará dentro de un estuche metálico lleno de parafina sólida.

Para invertirlo cuando se quiere, se hace uso de una disposicion ideada por el contra-almirante Magnaghi, de la marina italiana. Una armadura metálica (fig. 70) envuelve la caja L que contiene al termómetro. Esa caja es susceptible de jirar alrededor de un eje H que no pasa por su centro de gravedad. C es una hélice fijada a un eje del que una estremidad jira sobre un cojinete D i la otra, enroscada, lleva una chaveta F. M es una pieza sobre la cual topa la chaveta cuando el termómetro está en operacion. El

tornillo penetra en la estremidad de la caja L i el número de vueltas con que puede entrar en la caja está reglado por la chaveta i por la pieza M. El termómetro, mantenido en su posicion por el tornillo, se echa al agua. La hélice queda inactiva durante el descenso porque está detenida por F; pero desde que se cobra se pone a jirar en sentido inverso, hace subir el tornillo i suelta el termómetro. Cada vuelta de la hélice representa cerca de 3 metros de movimiento ascendente, de manera que para soltar el termómetro se hace necesario subir el sistema de 20 a 24 metros. De antemano se arregla ese movimiento. Si el instrumento subiese accidentalmente algun espacio o cesase el descenso a causa de la maniobra necesaria para amarrar en serie en la sondalesa otros termómetros, o por el movimiento del buque, el descenso subsiguiente hará jirar la hélice de manera que quede la chaveta en su posicion inicial, i esas detenciones o cambios de movimiento podrán repetirse un número cualquiera de veces, con tal que la sondalesa no suba el espacio necesario para librar completamente el tornillo. Cuando se ha llegado a la profundidad requerida, se para algun tiempo con el objeto de que se establezca el equilibrio de temperatura, despues se cobra, la hélice jira i el termómetro cambia de posicion, quedando sujeto por un muelle lateral K que obra sobre una clavija R.

Bastan solamente tres minutos para que los termómetros Negretti i Zambra se equilibren con la temperatura, mientras que necesitan de ocho a doce los termómetros Miller-Casella. Bajo todos puntos de vista son pues preferibles los primeros a los segundos, siendo hoy los esclusivamente adoptados.

Negretti i Zambra fabrican tambien otro aparato destinado a sondas poco profundas. El termómetro es el mismo, pero está sencillamente fijado a una plancha lastrada con plomo en el lado del recipiente grande i amarrado encima de una plomada de 25 a 40 quilógramos. Cuando descende la sondalesa, la velocidad mantiene el recipiente hacia abajo, i tan pronto se para, jira la plancha, quedando ya el aparato en esa posicion durante todo el ascenso. El instrumento es defectuoso, porque toda parada accidental durante el descenso lo invierte antes del momento requerido, cambiando tambien antes de establecerse el equilibrio de

temperatura cuando se ha parado por haberse llegado ya al punto previsto.

Cuando se opera en profundidades no muy considerables, es preferible producir la inversion con la ayuda de un mensajero enviado desde la superficie i que choque i haga escapar un muelle que sostiene al termómetro en la primera posicion.

Pero el arreglo puede variar mucho; así el príncipe de Mónaco usó dos termómetros acoplados en el mismo punto de la sondalesa i que, rodeado cada cual por una armadura de fierro, están sujetos en el descenso por una palanca bastante larga. Este sistema obliga a emplear un mensajero mas grande i por tanto pesado e incómodo.

El sistema de la *Scottish marine Station* de Granton, es mas sencillo. El instrumento (fig. 71) está fijado en la sondalesa por la pinza V que se aprieta a voluntad, i por el doble gancho C; el vástago P penetra en una cavidad practicada en la estremidad de la caja del termómetro. El mensajero B, modelo del capitán Rung, del Instituto meteorológico de Copenhague, está compuesto (figura 72) de dos partes que encajan una en otra; cuando viene a caer en la palanca l, apoyada en un resorte, el vástago P se levanta al través de la abertura h, i desconecta al termómetro. Este jira alrededor del eje p p, la pieza f es detenida por el diente t, que forma cuerpo con el vástago elástico s, quedando el instrumento fijo en esa segunda posicion.

Si se tiene cuidado de sostener un segundo mensajero B' con un hilo que se apoye en la parte superior del termómetro, este se desprenderá en el momento de la caída i hará jirar otro termómetro colocado mas abajo, o bien cerrará una botella para recoger muestras de agua, pudiéndose de esta manera manejar perfectamente cualquier número de instrumentos superpuestos en distintos puntos de la sondalesa ¹.

TERMÓMETRO INSCRITOR DEL DOCTOR REGNARD. — El doctor

1. *The scottish marine station for scientific research, Work and prospect*, Edimburgo, 1885, i J. Thoulet, *Des études d'océanographie en Norvège et en Ecosse*, Rapport sur une mission du ministère de l'Instruction publique, 1889.

Regnard¹ aplicó para las medidas de la temperatura un globo elástico de caucho lleno de aire i que equilibra en el interior la presión sufrida exteriormente por un espacio cerrado, rígido, sumergido a grandes profundidades. El aparato consiste en una caja metálica estanca comunicada con el globo regulador de presión, i contiene un cilindro movido por un movimiento de relojería, en la superficie del cual se inscriben los movimientos de la estremidad de la aguja de un termómetro metálico. Este instrumento sería precioso para registrar, de una manera continua, las variaciones de temperatura de una capa poco profunda.

TERMÓMETRO ELÉCTRICO DE SIEMENS.—En 1891 el comandante Bartlett, del *Blake*, ensayó un termómetro eléctrico construido según las indicaciones de William Siemens².

El aparato está basado en el principio del puente de Wheatstone i sobre la variación de resistencia de un alambre con la temperatura. Se hace descender en el mar una bobina amarrada a un cable (fig. 73) formado por una ánima doble de alambre de cobre aislado i protegido por alambres de acero que constituyen el circuito de vuelta. La otra rama del puente es una segunda bobina, idéntica a la primera i de igual resistencia. Las dos bobinas que se emplearon eran de alambre de fierro cubierto de seda, de un diámetro de 15 milímetros, teniendo cada una de ellas una resistencia de 432 ohms a la temperatura de 20°. Con objeto de hacerlas más sensibles a los cambios de temperatura, estaban arrolladas en tubos de latón abiertos en sus dos extremos para dejar circular el agua libremente. Se sumergía la segunda bobina B (fig. 74) en un vaso de cobre lleno de agua en el que se hacía variar la temperatura por adiciones convenientes de hielo o de agua caliente; se compensaba por tanto exactamente la resistencia de la primera bobina, advirtiéndose que la temperatura de las dos bobinas era la misma cuando el indicador de un galvanómetro marino de William Thomson G volvía al cero. Ahora bien, como la tempera-

1. *Résultats des campagnes scientifiques du yacht l'Albatros, de la principauté de Monaco*, Paris, 1889.

2. Bartlett, *Report to prof. Hilgard, superintendent of the U. S. Coast and Geodetic Survey*, 1891.

tura del vaso era dada por un termómetro, era fácil conocer por comparacion la del mar en la estremidad de la sonda.

El empleo de una sonda termo-eléctrica parece no deber tener buen éxito. En efecto, para que las diferencias de temperatura entre la soldadura sumerjida i la que se conserva sobre cubierta puedan producir una corriente apreciable, es necesario que la resistencia del circuito total sea mui pequeña. Esta condicion no es fácil de realizar si el alambre de la sondalesa es un poco largo, porque para disminuir su peso sería necesario que fuera mui fino. Habría, además, que contar con las variaciones del coeficiente de resistencia de ese alambre a las diversas temperaturas de las capas del mar, porque si bien la resistencia no interviene directamente, en cambio, de una manera indirecta, hace sean menos sensibles las indicaciones del galvanómetro para una diferencia de temperatura dada. El uso de un galvanómetro ultra-sensible, sería, pues, absolutamente necesario.

Aunque un aparato eléctrico posea una gran precision, obliga a emplear instrumentos sumamente costosos, delicados en su manejo i mui fáciles de deteriorarse, sobre todo a bordo de un buque; es pues, dudoso que dichos aparatos reemplacen a termómetros tan sencillos i cómodos como son los del sistema de Negretti i Zambra.

REPRESENTACION DE LAS MEDIDAS DE TEMPERATURA.—Las temperaturas medidas se espresan de muchas maneras.

Si se trata de representar la distribucion de la temperatura sobre una superficie plana, mas o menos irregular, como por ejemplo la distribucion de la temperatura en la superficie del mar, en un plano situado a una profundidad cualquiera o sobre el fondo, se traza las isotermas, es decir, se rodea por una línea curva las áreas de igual temperatura. La disposicion de las curvas muestra de un solo golpe ciertas particularidades notables. Así se ve en la carta trazada por Krummel (fig. 75) de las temperaturas de la superficie del Atlántico durante el mes de marzo, que la marcha de las corrientes calientes venidas del sur se traducen por un desvío de las isotermas hacia el norte, mientras que la de las corrientes frias procedentes del norte se manifiestan por una curvatura en sentido inverso. Mohn ideó las isotermóbatas del océano del Nor-

te, es decir, las intersecciones de las superficies de igual temperatura para planos situados a 100, 200, 300, 400, 500, 600, 1000 i 1500 brazas de profundidad, i para el fondo mismo. De esa misma manera se puede construir cartas medias mensuales o anuales.

Cuando las temperaturas están medidas en series verticales, se representa cada una por una curva (fig. 76) trazada tomando por abscisas las profundidades i las temperaturas por ordenadas. El solo aspecto de la curva A muestra que la temperatura decrece desde luego lentamente de 13.4° a 13° entre la superficie i 100 brazas, rápidamente hasta 300 brazas, en donde llega a 6.5° , i por último muy lentamente otra vez hasta el fondo, por 1530 brazas. La curva B indica por un seno que la temperatura del agua empieza aumentando desde la superficie con 8.6° hasta 9.8° en las 70 brazas, decreciendo en seguida hasta el fondo. Las curvas tienen las mas veces la forma de una rama de hipérbola. La temperatura decrece mas o menos rápidamente desde la superficie, pero lo hace después hasta el fondo con tal lentitud que la curva viene a quedar casi horizontal; las inflexiones indican la presencia de una corriente caliente o fria. Las memorias del *Challenger* presentan una coleccion de 258 láminas ¹, de las que cada una contiene el diagrama de una sonda termométrica en brazas i grados Fahrenheit, en una escala correspondiente a unos 5 milímetros por 100 brazas, i 3.4 milímetros para 1° .

Cuando una parte de la curva presenta particularidades interesantes, lo que ocurre generalmente en la proximidad de la superficie, se hace que las abscisas tengan un valor diez veces menor, de suerte que se pueda representar en la misma figura una curva de escala diez veces mayor.

Mohn marca la temperatura (fig. 77) en abscisas i las profundidades en ordenadas ². Otras veces algunos se limitan a trazar una especie de corte térmico del océano, en un punto determinado, distinguiendo las fajas sucesivas por dibujos particulares o por

1. *Reports of the scientific results of the voyage of Challenger*, t. 1, Physics and Chemistry.

2. Mohn, *The North Ocean, its depths, temperature and circulation*, en *Norwegian North Atlantic expedition*, t. 18, 1876-78.

tintes, o simplemente por la indicacion en cifras de la temperatura. La figura 78 muestra una sonda térmica verificada por el *Challenger* el 8 de enero de 1873 en el mar de la China.

Varios cortes térmicos de un mismo océano pueden reunirse. En líneas verticales espaciadas por las distancias que separan las localidades donde han sido practicadas las sondas, o bien por una cantidad constante igual, por ejemplo, a 1° de latitud o de longitud i debajo de una línea horizontal que se supone sea la superficie del océano, se tomará distancias proporcionales a las profundidades donde existen ciertas temperaturas fijas, de 5° en 5° por ejemplo. Se une por una línea los puntos de igual temperatura, i se tendrá así las isotermóbatas.

Todas estas figuras darán ideas mas claras si se ha cuidado de colorearlas, por ejemplo, de rosa tanto mas oscuro cuanto mas elevada es la temperatura, las áreas en que la temperatura es superior a 10°, de azul tanto mas oscuro cuanto mas baja sea la temperatura, las comprendidas entre 10° i 0°; i, por último, de amarillo las inferiores a 0°¹.

CAPITULO II

Calor específico i coeficiente de dilatacion del agua de mar

CALOR ESPECÍFICO DEL AGUA DE MAR.—Se llama calor específico de un líquido la cantidad de calor necesario para elevar de 0° a 1° un quilógramo de dicho líquido.

La medida del calor específico del agua de mar se ha verificado siguiendo el método de M. Berthelot² con la ayuda de los instrumentos que él mismo ha indicado. El agua de mar recojida fuera de Fécamp ha sido experimentada tanto pura como adicionada con

1. Wild, *Thalassi, an essay on the depth, temperature and currents of the ocean*, Londres, 1877.

2. Thoulet et Chevallier, *Sur la chaleur spécifique de l'eau de mer à divers degrés de dilution ou de concentration*.

agua destilada, i tambien concentrada por evaporacion, pero sin que nunca esta concentracion haya pasado de la reduccion a la mitad del volúmen primitivo, de manera que hubiera la seguridad de que no se había depositado ninguna sal, como lo han probado los trabajos de Usiglio. La medida de las densidades i la de los calores específicos fueron tomadas a la temperatura de 17.5°.

Se coloca 500 cent. cúb. de agua de mar rigurosamente medida en un calorímetro de platino, i se introduce 50 cent. cúb. de agua destilada previamente calentada i encerrada en una botella de platino. Las temperaturas son tomadas: en el calorímetro con un termómetro Baudin dividido en 1/50 de grado, i en la botella de platino con un termómetro Alvergnyat dividido en 1/10 de grado. La correccion de enfriamiento se hace por el procedimiento conocido.

Los valores obtenidos se reunen por una curva sobre la cual se mide en seguida los calores específicos para intervalos de densidad de 0.0025. Los valores encontrados experimentalmente están marcados con un asterisco.

Densidad	Calor específico	Densidad	Calor específico	Densidad	Calor específico
1.0000	1.000	1.0175	0.949	1.0325	0.924
1.0025	0.986	1.0176	0.948 *	1.0350	0.921
1.0043	0.980 *	1.0200	0.944	1.0357	0.921 *
1.0050	0.977	1.0225	0.940	1.0375	0.917
1.0073	0.968 *	1.0232	0.939 *	1.0400	0.913
1.0075	0.968	1.0235	0.938	1.0425	0.910
1.0100	0.963	1.0250	0.935	1.0450	0.907
1.0125	0.957	1.0275	0.931	1.0463	0.903 *
1.0150	0.952	1.0290	0.927 *	1.0475	0.903
1.0153	0.951 *	1.0300	0.926	1.0500	0.900

Tomando como densidad media del agua de mar 1.0232, correspondiente a un calor específico igual a 0.939, i como calor específico del aire con presion invariable, es decir, dejándolo dilatarse libremente, el valor 0.2374, un cálculo muy sencillo mostrará que

haciendo 1° su temperatura, 1 centímetro cúbico de agua de mar eleva 1° un volumen de 3129 centímetros cúbicos, o 3.1 litros de aire. Estas cifras esplican el papel tan importante que ejerce el mar como regulador de los climas del globo, pues el calor que el océano acumula durante el día i el verano es devuelto a la atmósfera durante la noche i el invierno.

Forel ¹ ha calculado, por el enfriamiento del lago Lemán en diciembre de 1879, que la cantidad de calor despedido al aire en 24 horas llegó a ser para la superficie total del lago como una restitution al aire de una cantidad de calor igual a la que habría producido la combustion de 250 000 toneladas de carbon.

COEFICIENTE DE DILATACION DEL AGUA DE MAR.— El coeficiente de dilatacion del agua de mar es el aumento de volumen que experimenta ese líquido por un ascenso de temperatura de 1°. Ese coeficiente no es el mismo a todas temperaturas, o en otros términos, un líquido se dilata de manera diferente entre 10° i 20° i entre 50° i 60°; además, el coeficiente de dilatacion del agua de mar es mayor que el del agua dulce; crece con la cantidad de sal contenida, o mejor dicho, con la cloruracion o con la densidad, pues los dos datos son funciones de la cantidad de sal. Se le mide llenando hasta un índice fijo un frasco de Regnault, de volumen conocido, de agua de mar a temperaturas diferentes bien determinadas, pesándolo en seguida.

Bouquet de la Grye ² construyó para cada temperatura, de grado en grado, desde 0° hasta 39°, i con relacion al volumen a 0° considerado como unidad, la curva de dilatacion del agua de mar, tomando por ordenadas los volúmenes i por abscisas la cloruracion, es decir, el peso de cloro por litro de agua de mar. Esta curva (fig. 70) es de doble curvatura, i la parte correspondiente a la salobridad media del mar es casi recta. De ello resulta un haz de curvas cortadas por una serie de rectas paralelas entre sí, pero

1. F. A. Forel, *Le lac Léman*, 1886.

2. Bouquet de la Grye, *Recherches sur la chloruration de l'eau de mer*, *Annales de Chimie et de Physique*, 1832.

inclinadas sobre los ejes de coordenadas i de las que cada una corresponde a una misma densidad.

En experimentos hechos en el observatorio naval de Washington en 1838, Hubbard ¹ midió la dilatacion pára una diferencia de un grado, encontrando las cifras siguientes:

de 0° a 5°	0.00004
" 5 a 10	0.00009
" 10 a 15	0.00015
" 15 a 20	0.00022
" 20 a 25	0.00027
" 25 a 30	0.00033
a 30	0.00035

Por tanto, el coeficiente de dilatacion medio entre 0.1° i t° se representará por la espresion

$$0.00004 + 0.000006 t \quad (1)$$

Como el cuadro precedente no da más que los aumentos de volúmen se puede espresar por la fórmula el volúmen de agua de mar a una temperatura t en funcion del volúmen que tendría esa misma agua a otra temperatura cualquiera tomada como unidad. Hubbard construyó así tablas para t, variable de -5.6° a 93.3° tomando por unidad el volúmen del agua de mar a 15.56° = 60° F. Se le ha criticado haber empleado volúmenes de agua muy considerables, difíciles de mantener en perfecto equilibrio de temperatura, i de haberse servido en sus cálculos del coeficiente de dilatacion del mercurio de Dulong i Petit, un poco inexacto.

Los oceanógrafos alemanes, austriacos i noruegos han preferido como unidad de volúmen el del agua de mar a la temperatura de 17.5° = 14 R. = 63.5° F. Karsten ² ejecutó nuevos experimentos segun ese dato, i calculó una tabla adoptada por la comision de estudio de los mares alemanes, por la marina i por los observatorios marítimos alemanes. Admite que con relacion al volúmen del

1. Maury, *Sailing Directions*, 1858.

2. Karsten, *Tafeln für Berechnung der Beobachtungen an den Küsterstationen*, Kiel, 1874.

agua de mar a 17.5° tomado como unidad, el volúmen a t se expresa por la fórmula empírica.

$$V_t = 0.99746 + 0.00004 t + 0.000006 t^2 \quad (2)$$

Thorpe i Rücker ¹ hicieron en 1876, nuevos experimentos sobre agua de mar con una densidad de 1.02867 a 0° i adoptando como unidad el volúmen de esa agua a 0°, han llegado a la fórmula siguiente, aplicable entre 0° i 36°.

$$V_{\frac{t}{0}} = 1 + 0.000057682 t + 0.0000060715 t^2 - 0.000000032983 t^3 \quad (3)$$

Rosetti admite la fórmula ²:

$$V_{\frac{t}{0}} = 1 + 0.00000337931 (t - 4^\circ)^2 - 0.000000378702 (t - 4^\circ 2.6) + 0.0000000224329 (t - 4^\circ)^3$$

Tornöe ³, después de haber comprobado las diferencias existentes en los valores suministrados por las tablas de Hubbard, Ekman ⁴, Karsten, Thorpe i Rücker, diferencias que en ciertos casos pasan de 0.00004, arregló nuevas tablas determinando con las precauciones mas grandes el coeficiente de dilatacion de varias muestras de agua de mar recojida por él durante la expedicion del *Vöringen* i con un peso específico de 1.027 próximamente. Llegó a la expresion siguiente para el volúmen $V_{\frac{t}{0}}$ del agua de mar a t° representando por 1 el volúmen de esa agua a 0°.

$$V_{\frac{t}{0}} = 1 + 0.000052733 t + 0.0000061738 t^2 - 0.00000003752 t^3 \quad (4)$$

Esta fórmula ha servido para arreglar la tabla siguiente que da la relacion $V_{\frac{t}{0}}$ de la unidad del volúmen del agua de mar a la temperatura t con el mismo volúmen del agua de mar a la temperatura de 0°.

1. *Proceedings of Royal Society*, t. 24.

2. Günther, obra citada.

3. Tornöe, *Norske nordhavs Expedition*, 1876-78.

4. Kong-Svenska Vetenskapsak Handlingar, 1870.

CAPITULO III

Distribucion de las temperaturas

TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE DEL OCÉANO.— La temperatura de la superficie del mar depende de un considerable número de condiciones, entre ellas la latitud, el clima, los vientos, la conductibilidad del agua, los vientos dominantes, la comunicacion mas o menos libre con los mares glaciales i sobre todo las corrientes.

Los rayos del sol no penetran en el agua mas allá de un centenar de metros, i como el agua es muy mala conductura del calor, si el mar estuviese absolutamente inmóvil, es probable que ese espesor sería el de la zona de temperatura variable segun la estacion. En realidad pasa otra cosa, pues el calor se distribuye en una parte mucho mas importante de la masa oceánica. Las olas, cuyos movimientos se hacen sentir a una profundidad algo grande, mezclan sin cesar las aguas frias con las calientes; además, las partículas de agua calentadas i evaporadas a la superficie van siendo cada vez mas ricas en sales, es decir, mas pesadas, tendiendo a descender trasportando con ellas cierta cantidad de calor.

La temperatura disminuye del ecuador a los polos, muy lentamente entre los trópicos i en seguida con gran rapidez a medida que aumenta la latitud; pero la disminucion dista mucho de ser regular i sufre variaciones relacionadas con la climatología jeneral, con las diferencias existentes entre las temperaturas del dia i de la noche, del verano i del invierno, i con la duracion de los vientos regulares, cuya temperatura es casi constante.

La temperatura media de un océano, en la superficie, será tanto mas baja cuando esté en comunicacion mas abierta con los mares glaciales. Así es como las partes del Atlántico i del Pacífico situadas en el hemisferio norte, están protegidas de la mezcla de aguas heladas por la proximidad de los continentes americano i

asiático, i el poco ancho del estrecho de Behring; la presencia de una barrera submarina como la que se encuentra en la línea continua que pasa por el norte de Escocia, las Shetland, las Feröer i la Islandia obra de la misma manera.

La temperatura depende sobre todo de las corrientes marinas; casi podría decirse que el fenómeno es el mismo. Las isothermas se elevan hacia los polos a lo largo de las corrientes calientes, acercándose al ecuador a lo largo de las corrientes frias. Sus trazados son variables según representen las temperaturas medias mensuales o anuales, pues en esas épocas diferentes las corrientes experimentan tambien variaciones considerables de volumen, de velocidad i de direccion; las corrientes calientes adquieren la preponderancia hacia el final del verano i las frias hacia el final del invierno.

Las dos rejiones en que la superficie del mar posee la temperatura mas elevada están situadas, una sobre la costa oriental de la América del Sur, entre Cayena i el rio Pará, i la otra sobre la costa occidental del Africa, entre Freetown i Cape-Coast-Castle, ambas al norte del ecuador, con una temperatura media anual de 28°. La temperatura media de toda la superficie del Atlántico es de 20.7° i la del Atlántico del sur de 17.5° solamente. La temperatura es pues mas elevada en la parte norte que en la del sur, sucediendo lo mismo para el Pacífico i el Indico.

Estos dos últimos océanos han sido menos investigados que el Atlántico, tan estudiados desde los trabajos de Koldewey, Toynbee, Cornelissen, Andrau, Robert H. Scott i el *Atlas des Atlantischen Ozeans* de la *Deutsche Seewarte*. Sin embargo, se puede afirmar que la superficie del Atlántico norte es mas caliente que la del Pacífico norte, i la del Atlántico sur mas fria que la del Pacífico sur. En la zona tropical, el océano Indico es el mar mas caliente i el Atlántico el mas frio.

Las temperaturas del mar en la superficie i en todo el espacio oceánico del globo están comprendidas entre -3.67° próximamente, punto de conjelacion media del agua salada, i 32° ; el intervalo es pues de 36° . Las mayores temperaturas se encuentran, además de las localidades ya citadas, en el mar de las Antillas, el golfo de Méjico, mar Rojo, golfo Pérsico, golfo de Bengala, mar de China,

pequeños mares de la Malesia i la vasta cuenca que se estiende al este de las Filipinas. La mayor temperatura rejistrada por el *Challenger* fué de 31.1°, el 21 de octubre de 1874, en el mar de Célebes, i la mas baja—2.8°, por los 65° S, en las cercanias de un témpano.

TEMPERATURA COMPARADA DEL MAR Y DEL AIRE.—El calor solar que llega á la superficie de los continentes no penetra mas que a una débil profundidad. Se calcula que en París el calor necesita 38 dias para atravesar el espesor de un metro; a 10 metros de profundidad la temperatura es absolutamente constante. Este espesor sensible a las variaciones de la temperatura es tan débil, que la tierra se calienta i enfria rápidamente.

Las propiedades físicas del agua hacen que suceda todo de otra manera en el océano. El calor específico del agua, tan considerable con relacion al del aire, tiene por consecuencia el que se caliente i enfrie lentamente el mar. La superficie del océano refleja una gran parte del calor incidente; además, siendo el vapor de agua opaco para los radiaciones oscuras, el calor reflejado se mantiene en las capas de aire mas inferiores i mas saturadas de humedad. Una parte notable del calor recibido sirve para producir evaporacion i, por consiguiente, no se emplea en elevar la temperatura de la masa líquida. El agua, de la que una parte se ha evaporado, queda mas pesada i, por tanto, tiende a descender a un nivel inferior. En cambio, a causa de su mala conductibilidad i por el motivo de que al ser calentada el agua se hace mas lijera, se produce un efecto inverso del precedente; por último, el agua de la superficie enfriada al contacto del aire, i por consecuencia aumentado de peso, encuentra al descender capas de agua menos frias que la recalientan, haciendo mas lento i aun parando su movimiento de descenso; esas acciones se compensan i en definitiva el calor no penetra mui profundamente en el mar. La evaporacion durante el dia i en verano impide que la temperatura se eleve mucho; las capas enfriadas en el trascurso de la noche i del invierno se sumerjen mas, siendo reemplazadas por capas mas calientes, de suerte que el océano no experimenta nunca un gran enfriamiento. Las variaciones de climas son mui at-

nadas en el seno de la masa de agua i la capa de temperatura constante se encuentra a una profundidad mayor, es cierto, que que en la superficie de los continentes, pero aun relativamente pequeña.

El aire, por el contrario, posee una estreñada movilidad; toda porcion en que la temperatura haya quedado mas alta por una causa cualquiera, se mueve en seguida para ser reemplazada por porciones mas frias. La mezcla operada por los vientos es mui rápida i completa. La mayor parte de las circunstancias tienden, pues, a hacer que el mar sea el ajente regulador de la climatología del globo. Entre la superficie del agua i la capa de aire inmediato no pueden existir diferencias considerables de temperatura, i si se produjeran, desde luego no persistirían. El equilibrio de la temperatura es mucho mas estable encima de los mares que encima de los continentes.

De una manera jeneral, los continentes son mas frios que el mar en invierno i mas calientes en verano, de donde resulta que durante el verano, el aire dilatado encima de los continentes, sobre todo en las proximidades de los trópicos, se eleva, produciéndose así tres centros de depresion barométrica continentales, en Méjico, en el Sahara i en el desierto de Gobi, en Asia, hacia los cuales se dirijen los vientos. El fenómeno inverso tiene lugar en invierno, converjiendo entonces los vientos de los continentes frios hacia los centros oceánicos de depresion situados en el Pacífico i en las proximidades de las Azores.

La temperatura de superficie del mar se mide con exactitud i facilidad, mientras que a bordo de un buque, cuando se quiere determinar la temperatura del aire, se hace difícil encontrar un sitio en que el termómetro no sea influido por una radiacion.

La relacion entre la temperatura del aire i la de la superficie del océano, depende de la latitud i de la estacion. Horner i Langsdorf¹ a bordo del *Neva* (1802-1804), hicieron de hora en hora observaciones de temperaturas del aire en el Pacífico, reconociendo que la máxima termométrica tiene lugar una hora después del

1. Bogulawsky, *Handbuch der Ozeanographie*.

mediodia i la mínima a las cinco de la mañana, con una amplitud de variacion igual a 0.9° .

Lenz en el *Achta* i von Schrenck en el *Aurora* (1853-1854), en las rejiones tropicales del Atlántico i del Pacífico, encontraron la máxima diurna un cuarto o media hora antes del mediodia i la mínima hacia las 4 de la mañana, con una amplitud de 1° a 1.5° , entre los 28° i 52° N; la máxima tenía lugar a la 1 después del mediodia i la mínima a las 5 de la mañana, con una amplitud de 1.8° .

Toynbee fija para el Atlántico, entre 0° i 10° N i 20° i 30° O, durante todos los meses del año la máxima a la 1 después del mediodia i la mínima a las 4 de la mañana, con una amplitud de 2° .

En los continentes, la máxima termométrica tiene lugar entre las 2 i las 3 de la tarde, es decir, después de la hora de la máxima en el océano, i la mínima casi tan pronto como sale el sol, es decir mas tarde aun que en el mar, donde precede siempre la salida de ese astro. La amplitud de las variaciones, que no llega nunca a 2° en el océano, varía entre 5° i 17° en los continentes, donde la media anual de temperatura del aire es siempre mas baja que en el mar.

Las curvas isotermas, en la superficie terrestre, se elevan en invierno hacia los polos i se aproximan en verano al ecuador mas en los continentes que en los océanos.

El agua de la superficie es en jeneral 1° mas caliente que la capa de aire que la cubre inmediatamente. A este respecto no se tiene datos precisos mas que del Atlántico en su parte ecuatorial entre 20° N i 10° S i en las proximidades del cabo de Buena Esperanza, por los trabajos del *Meteorological Office* de Londres; de su parte norte, entre la Mancha i las Azores, por los del *Deutsche Seewarte* de Hamburgo, i de su parte sur por los del Instituto meteorológico de Holanda, en Utrecht. Las observaciones relativas al océano Indico i a los mares polares, aunque numerosas, no merecen suficiente fe. Puede decirse que entre las latitudes de 50° N i 50° S, en los océanos abiertos, el agua es mas caliente que el aire, pero la inversa ocurre en ciertas circuntancias, encima de las corrientes frias, por ejemplo, o bien en las proximidades de los témpanos. Las estaciones ejercen tambien su influencia, porque segun

Toynbee, que recojió i discutió 25 000 observaciones relativas al Atlántico norte, en esa parte del océano el aire es mas frio que el mar en otoño, mas caliente en verano i de temperatura igual en primavera.

DISTRIBUCION DE LA TEMPERATURA EN UNA MASA DE AGUA DULCE. — El réjimen térmico de las masas de agua dulce es toda consecuencia del hecho que el agua que se congela a 0° presenta hacia 4° su máxima de densidad, es decir que es mas pesada que a temperaturas mas altas o mas bajas. Como una masa líquida se estratifica siempre por orden de densidades crecientes de arriba abajo, los lagos pueden presentar dos sistemas de estratificaciones, una directa cuando la temperatura tienda hacia 4° i disminuya con la profundidad, otra inversa cuando la temperatura, comprendida entre 4° i el punto de congelacion, aumente con la profundidad.

En las consideraciones que van a seguir tomaremos principalmente como ejemplo el lago de Jinebra, el mayor i con mucho el mas estudiado i conocido de los lagos de Europa.

Un lago profundo posee tres rejiones térmicas distintas: una rejion profunda, una rejion media i una rejion superficial.

La rejion profunda empieza a una distancia de 100 a 150 metros de la superficie; está a una temperatura mui próxima a 4° i las variaciones son allí mui débiles i de periodicidad larga e irregular. En el Lemán¹, cuya profundidad llega a 344 metros, los extremos de temperatura profunda de 1879 a 1886 fueron de 4.6° a 5.6° , o sea una variacion máxima de 1° .

La rejion media comprendida en el Lemán entre 10 i 100 o 150 metros experimenta variaciones anuales. El agua es calentada por el aire en verano, el calor se propaga de arriba abajo, i el lago se estratifica en capas tanto mas calientes cuanto mas próximas están a la superficie. Durante el otoño, mientras la temperatura refresca, pero quedando superior a 4° , el agua superficial enfriada, i por consecuencia mas pesada, desciende dejando

1. F. A. Forel, *La température des eaux profondes du lac Léman* Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, 1886.

sitio a capas mas calientes que se enfrían i descienden a su vez, estableciéndose este movimiento continuo hasta la formacion entre la superficie i el fondo de una capa de temperatura uniforme de 4°.

La capa superficial de 10 a 15 metros de espesor en el lago Lemán, se enfría durante la noche i se calienta durante el dia, experimentando por tanto variaciones anuales i diurnas; estas últimas, durante el verano, no pasan de 2 o 3°. El estudio de las variaciones de esa capa se relacionan estrechamente con la meteorología.

Las capas isotermas no son siempre horizontales ¹; se levantan por ejemplo de Villeneuve a Ivoire, es decir, que a profundidades iguales el agua es mas caliente en la estremidad oriental del lago que en la occidental, lo que Forel atribuye al exceso de densidad de las aguas enturbiadas por los aluviones del Ródano, i que, en igualdad de temperatura, descienden mas que las aguas puras del lago. Aun otras causas pueden dar lugar a una forma ondulada de las superficies isotermas comprobada por Thoulet en el lago Longuemer, en los Vosgos, i debida al agua de un afluente, el Vologné ². Esa agua no está cargada de sedimentos, pero llega a una de las estremidades del lago, se esparce, sin mezclarse inmediatamente, sobre la capa de agua lacustre de la misma temperatura, la hace oscilar bajo su peso, comunicando un movimiento ondulatorio, aunque débil, a las capas subyacentes mas frias. La comprobacion sintética experimental del fenómeno se ejecuta con gran facilidad.

La mezcla térmica de las aguas de un lago se verifica tambien mecánicamente bajo la accion de los vientos que crean una desnivelacion de las aguas superiores que tienden a equilibrarse por un aflujo de agua profunda que aparece a la superficie. Murray observó este fenómeno en los lagos de Escocia i en el Atlántico mismo ³.

1. Forel, *Sur l'inclinaison des couches isothermes dans les eaux profondes du lac Léman*, id. id., 1886.

2. Thoulet, *Distribution des températures profondes dans le lac de Longuemer*, Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, 1890.

3. John Murray, *On the effects of winds on the distribution of temperature in the sea and fresh water lochs of the west of Scotland*, en el *Scottish Geographical Magazine*, 1886.

Para representar gráficamente las variaciones anuales de las isotermas se toma en el mismo paraje del lago, en varias ocasiones, durante todo el año i al menos una vez por mes, la serie vertical de temperaturas de 5 en 5 o de 10 en 10 metros. Se traza en ordenadas las profundidades i los días en abscisas a razon de una estension constante para cada uno de ellos. En la ordenada correspondiente a la fecha del experimento i a distancias verticales proporcionales a las profundidades, se marca las temperaturas medidas; se une los puntos de igual temperatura i se tiene así el cuadro de las variaciones anuales en profundidad. La inclinacion de las curvas muestra la rapidez relativa con que se mueven las capas isotermas en sentido vertical. La figura 80 representa las variaciones isotermas anuales del lago Thoun en 1848-49, medidas por Fischer-Ooster i C. Brunner ¹.

Las capas superficiales de un lago experimentan variaciones de temperaturas diferentes, segun estén en la proximidad de las orillas o en la rejion pelájica. En este último caso, la estratificacion térmica se verifica en altura, en órden de densidades crecientes de arriba abajo, por la influencia de las variaciones de la temperatura del aire, puesto que el agua mas pesada descende mientras el agua mas lijera sube. Ahora bien, en las orillas de un lago la poca profundidad se opone al movimiento vertical, i en verano el agua relativamente estancada se calienta mas mientras que en invierno se enfria mas. La conjelacion empieza siempre en las orillas, resultando de allí un fenómeno interesante, sobre el cual Forel llama la atencion, el de la barra térmica de los lagos ².

Supongamos que el aire posea una temperatura de 0°; en la rejion litoral el agua tendrá 0.5° cerca de la orilla, i 7°, por ejemplo, afuera. Al avanzar desde la orilla al centro del lago, se encontrará necesariamente en la superficie las temperaturas distribuidas en el órden sucesivo de 0.5°, 1°, 2°, 3°, 4° de A a B (fig. 81); pero esta última zona deberá desviarse en profundidad, a la vez hacia la

1. Forel, *Recherches sur la température du lac Léman et d'autres lacs d'eau douce*, en los *Archives des sciences physiques et naturelles de Genève*, 1880.

2. I¹, *La faune profonde des lacs suisses*, en los *Annales de la Société helvétique des sciences naturelles*, 1855.

costa i hacia el centro; de B a C, donde las capas presentarán desde la superficie al fondo el orden de 7°, 6°, 5° i 4°. El agua a 4°, en estado de barra térmica, se deslizará por una corriente descendente a lo largo de los taludes del lago i llegará a los grandes fondos, donde se esparcirá. En el Lemán Forel le encontró el 23 de marzo de 1880, un espesor de 50 metros con una temperatura de 4.4°. El hecho de haber comprobado en verano una temperatura de 4.6° en el fondo del lago, prueba que esa agua se calienta al contacto del suelo subyacente o del agua superyacente, ambos mas calientes.

En pleno invierno, cuando la temperatura del aire baja de 0, después que la masa total del lago está a 4°, el enfriamiento del agua continúa por las capas superiores, propagándose solo a las profundidades por conveccion, es decir, de una manera estremadamente lenta¹. En efecto, el agua se hace entonces mas lijera al enfriarse, no produciéndose ningun movimiento en el sentido vertical. La estratificacion térmica de invierno es inversa de la de verano; en el primer caso, las capas son mas calientes a medida que se descende; en el segundo, son cada vez mas frias.

Desde que el agua ha llegado a una temperatura un poco inferior a 0 se conjela, habiéndose visto ya por qué el fenómeno empieza siempre por las orillas; la corteza helada se desarrolla ganando progresivamente el centro; las grandes balsas de hielo aparecen, se sueldan, se dislocan, aumentan de espesor, se superponen i termina el lago por helarse en toda su estension.

En Europa algunos lagos se conjelan enteramente cada año i otros se conjelan pocas veces, sea parcialmente, como los lagos de los Cuatro Cantones i el Léman, sea totalmente, como los lagos de Morat, de Bienné, de Zurich; de Zug, de Neuchatel, de Constanza, de Annecy, de Thouné i de Brienz; otros, por fin, como los de Walenstadt i de Bourget, son enteramente refractarios. La congelacion de un lago será tanto mas fácil cuanto menos profundo sea, cuanto menos inclinados sean sus bordes, cuanto mayor sea su altura sobre el nivel del mar, cuanto mas alejado esté del ecuador, cuan-

1. Forel, *La congélation des lacs suisses et savoyards pendant l'hiver de 1879-80*, *Echo des Alpes*, 1880.

to menos protegida de los vientos esté la rejion donde se balle, cuanto menos paradas sean las laderas del valle que lo encierra, por enfriarse mas fácilmente el aire, cuanto menos calor haya absorbido el verano anterior, cuanto menos tiempo ha trascurrido desde el último invierno frio, i, por fin, cuanto menos sol haya de día i mas noches despejadas durante el invierno.

El caso mas complicado de estratificación térmica fué observado por Forel en el lago de Jinebra los dias 14 i 15 de febrero de 1888 ¹. Durante la caída de una abundante nevada, el agua se cubrió de copos de nieve en masa apretada, formando grandes balsas de poca consistencia, blandas, flexibles, acumuladas en partes por las olas i las corrientes, persistiendo cerca de catorce horas. El agua de la superficie tenía en esos momentos 5°, i, por consiguiente mas de la temperatura del máximum de densidad. Entre los copos a 0° i la capa a 5°, el agua debía presentar de arriba abajo el orden de estratificación de 0°, 1°, 2°, 3°, 4°, 5° i 4°, es decir, una estratificación inversa cubriendo una estratificación directa. En esas condiciones el equilibrio es evidentemente inestable; pero segun Forel, se mantiene de una manera permanente por la conservacion, gracias a la fusion continua de nieve, de la pequeña capa de agua a 4° que separa las dos estratificaciones.

En resumen, i de una manera jeneral, la economía térmica de una masa de agua dulce es el reflejo, atenuado en verdad de la economía térmica de la atmósfera que la cubre i es inestable. Las capas isotermas no existen en realidad, no siendo mas que los promedios de variaciones en cierto movimiento; no tiene pues nada de particular que no sean horizontales ni estén a una profundidad constante en un mismo punto. El agua no estaría inmóvil mas que bajo un clima absolutamente uniforme, que no existe en ninguna parte de la superficie del globo; bajo un clima variable el agua está continuamente en movimiento, i, por consiguiente, lo mismo ocurre con las isotermas. El movimiento de éstas será diferente en cada lago, porque es funcion compleja de elementos diversos, el clima, los afluentes, los vientos, la configuracion topo-

1. Forel, *Glaces de neige tenant sur l'eau du lac Léman*, en el *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles*.

gráfica, pues en igualdad de condiciones i para un mismo volúmen de agua, es evidente que un lago profundo i otro somero no se presentarán de idéntica manera. El hecho del máximum de densidad a 4° conduce a una nueva complicación en este estado perpetuo de inestabilidad de las aguas dulces, i la distribución vertical del calor en un punto determinado es mucho mas regular en el océano que en un lago.

Basándose en la estratificación térmica i en las variaciones anuales de temperatura, Forel clasifica los lagos de la manera siguiente 1:

PRIMER TIPO: LAGOS TROPICALES.—Estratificación térmica directa.

1ª clase, lagos de gran profundidad.—Aguas inferiores de temperatura invariable superior a 4°. Ejemplo: el lago Lemán.

2ª clase, lagos de pequeña profundidad.—Aguas inferiores de temperatura variable superior a 4°.

SEGUNDO TIPO: LAGOS TEMPLADOS.—Estratificación térmica alternada.

1ª clase, lagos de gran profundidad.—Aguas inferiores invariables a 4°. Ejemplo: el lago Constanza.

2ª clase, lagos de pequeña profundidad.—Aguas inferiores variables encima i debajo de 4°. Ejemplo: el lago Morat.

TERCER TIPO: LAGOS POLARES.—Estratificación térmica inversa.

1ª clase, lagos de gran profundidad.—Aguas inferiores invariables debajo de 4°.

2ª clase, lagos de pequeña profundidad.—Aguas inferiores variables debajo de 4°.

DISTRIBUCION VERTICAL DE LA TEMPERATURA EN EL SEÑO DE LOS OCEANOS.—En el supuesto de que el agua salada posee como el agua dulce una densidad máxima a 4°, se admitía que el fondo del océano tenía en todas partes esa temperatura. Pero esta suposición, formulada por James Ross en 1840-43, i sostenida por

1. Forel, *Classification thermique des lacs d'eau douce* (Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, 1889).

Herschel, cayó cuando los físicos reconocieron que el agua del mar tenía un máximo de densidad a temperaturas mas bajas que el agua dulce, i tanto mas bajas cuanto mas considerable era la proporción de sal. El verdadero comienzo de los estudios exactos de termometría submarina coincide con la invención de los instrumentos precisos, protegidos contra la presión, de Miller-Cassella i Negretti i Zambra.

Boguslawski formula de la manera siguiente las leyes que rigen la distribución de la temperatura en las profundidades.

1. La temperatura del agua del mar disminuye en jeneral de la superficie al fondo, mui rápidamente al principio i mui lentamente después, hasta una profundidad que empieza, segun las localidades, entre 700 i 1100 metros, donde reina una temperatura de 4°. Desde allí baja aun mas lentamente hasta el fondo. En las zonas templadas, como tambien en las tropicales, la temperatura del fondo en las grandes profundidades que llegan a 5500 metros, está jeneralmente comprendida entre 0° i 2°, i en las rejiones polares descende hasta -2.5°.

2. La temperatura de cada parte del suelo submarino i de la capa de agua mas o menos alta que la cubre inmediatamente i está en libre comunicacion con uno i otro de los mares polares, es inferior a la que resultaría de la temperatura media mas baja de la superficie en el invierno; es mui poco mas elevada que la del fondo de los mares polares.

3. El descenso jeneral de la temperatura en las grandes profundidades no puede resultar de las corrientes frias de superficie relativamente poco poderosas que, saliendo de los mares polares, corren hacia el ecuador para compensar las corrientes calientes que llegan de latitudes bajas. Ese descenso es la consecuencia de un movimiento de los polos al ecuador, poderoso pero lento, de todas las capas de agua inferiores, cuyo espesor a partir del fondo es de unos 3600 metros. Las aguas profundas frias, en latitudes bajas i aun en el ecuador, son así elevadas hasta la superficie.

4. Cuanto mas considerable i libre es la comunicacion con los mares polares, mas bajas son las temperaturas de las profundidades i del fondo. En el Pacífico i en el océano Indico, en latitudes

i profundidades iguales, aquellas son en general inferiores a las del Atlántico, en comunicacion menos libre con el océano antártico. Igualmente, la parte meridional de los océanos es mas fria que la setentrional, porque la comunicacion con el mar Polar del norte, cuando no es nula como para el océano Indico, es mucho menos libre que la que tienen con el mar Polar del sur,

5. La temperatura del fondo, en los mares polares, es de -2° a -3° , i en sus proximidades de 0° a -1.5° ; en las latitudes setentrionales medias e inferiores, a una profundidad que varía de 3650 a 5500 metros, es de 1° a 2° ; bajo el ecuador, en latitudes meridionales, es con frecuencia inferior, pues no pasa de 0° i es amenudo mas baja.

6. Como consecuencia de circunstancias fisico-geográficas locales i de la forma del relieve submarino, se comprueba en ciertas partes de los océanos fenómenos diferentes de los ya enunciados:

a. En los mares polares i en sus orillas, la temperatura en la superficie i en pequeñas profundidades es algunas veces inferior a la de las capas mas profundas; con frecuencia tambien una capa mas fria se intercala entre dos capas mas calientes.

b. En los mares interiores profundos aislados, como el Mediterráneo, por ejemplo, del océano por una barrera submarina, la distribucion de la temperatura de la superficie al fondo ofrece condiciones especiales. La temperatura disminuye desde la superficie hasta la capa de agua comun al océano i al Mediterráneo, pero desde allí hasta el fondo permanece invariable e igual a la temperatura de invierno mas baja. La figura 82 muestra esto en un corte longitudinal del estrecho de Jibraltar ¹. Tal es la razon por la cual las grandes profundidades del Mediterráneo i del mar Rojo son calientes, mientras que las del mar de Okotsk son frias.

c. Los mismos fenómenos se observan en la parte occidental del océano Pacífico i en el archipiélago de las Indias Orientales, cuyos fondos, a partir de una profundidad determinada, están aislados del océano por arrecifes o elevaciones submarinas. Desde esa profundidad hasta el fondo se encuentra en efecto una temperatura igual a la del océano a la misma profundidad.

1. Berghaus, *Physikalischer Atlas*.

Estas leyes de Boguslawski, i en particular los números 3 i 4, no han sido aceptadas por todos los oceanógrafos. Nadie duda de que la temperatura baja de las partes del suelo submarino en comunicacion libre con los mares glaciales resulta del frio de las rejiones polares, i sobre todo de las rejiones polares antárticas, que no aísla de los océanos ninguna barrera; sin embargo, las temperaturas profundas actuales son el resultado de un equilibrio jeneral climatérico medio de la superficie del globo, que data de una edad tan antigua que podría casi compararse su duracion con la de un período jeolójico. Nada obliga a suponer la existencia, desde que no se tiene una prueba directa, de una corriente inferior que lleva continuamente las aguas del fondo hacia los trópicos, forzándolas a subir verticalmente en el ecuador a pesar de su baja temperatura i de la enorme presion de las capas superyacentes. No se debe olvidar que el fondo del océano es una sucesion de receptáculos de formas variables, separados unos de otros por escalones. Por tanto, si una corriente fria del fondo se dirijiera de un polo hacia el ecuador, sus aguas no tardarian en llenar las partes profundas del lecho oceánico, i una vez llenas esas cavidades, no existe razon alguna para que sus aguas enceberradas, en equilibrio perfecto de temperatura, se pongan en movimiento. Cuando mas sucedería que la corriente pasaría por encima de la masa de agua inmóvil a una profundidad máxima debajo de la superficie indicada por la altura sobre el fondo de la cresta montañosa mas elevada.

Además, ciertos hechos de solubilidad tienden a que no se admita sino con estremada reserva lo que se llama la circulacion vertical del océano, porque, por débil que sea su velocidad, no se comprende la formacion, en una masa de agua corriente, de minerales tales como la cristianita o la de nódulos magnesianos, que son solubles en el agua del mar. Su presencia, comprobada en los abismos, en un suelo absolutamente nivelado, se esplica por la suposicion de que se encuentran en un medio líquido inmóvil i saturado de elementos que se depositan en estado sólido, cristalizado o amorfo. La hipótesis de una circulacion vertical profunda está en contradiccion con la sucesion regular i ordenada de densidades decrecientes del fondo a la superficie establecida por las medidas

directas del *Challenger*, después de haber tenido cuidado de medir las densidades a la temperatura del agua en su sitio i de hacerles la corrección de compresibilidad, función de la profundidad. Esta hipótesis, no parece, por otra parte, indispensable para explicar la economía jeneral de una circulación a que deben bastar los fenómenos, sino de la superficie, al menos los de una profundidad relativamente débil.

La distribución de la temperatura en las capas inferiores del océano resulta muy modificada cuando una masa de agua en movimiento encuentra una barrera. Así, el agua caliente del Atlántico que proviene del desvío del Gulfstream choca con la gran cadena submarina que va de Escocia a Groenlandia, pasando por las Shetland, las Feroer i la Islandia, e interceptando la entrada del océano del Norte por la cresta Wyville Thomson, que en ciertos parajes se aproxima a 567 metros de la superficie¹. Se encuentra entonces forzada a subir por encima de las capas frías que vienen del mar Glacial, i que, por el lado opuesto, son detenidas en su marcha hacia el SO por la misma cadena, como se ve en la fig. 83, que representa una sección de SO a NE de la cresta Wyville Thomson. El fondo en cubeta de los fiordos de Noruega impide que se hiele el agua, i hace que la temperatura sea, al sur del paralelo de 62°, 8.7° mas elevada que la temperatura media de enero en el aire; i al norte de ese paralelo, cerca de 2.2° mas alta que la temperatura media del año.

Si se examina la sucesión de curvas de temperaturas en series verticales recojidas por el *Challenger*, se notará que todas tienen una de sus estremidades en línea recta. El punto de inflexión de cada una de ellas marca la profundidad i la temperatura a partir de las cuales el agua se enfría con estremada lentitud. Si en un corte isotermóbato se marca para cada sonda ese punto de inflexión en la escala de profundidades, i si se une en seguida esos puntos, se obtendrá una curva de variación lenta, i el conjunto de aquellas en los cortes hechos en todos los océanos,

1. Thoulet, *De quelques objections à la théorie de la circulation verticale profonde de l'océan* (Comptes Rendus de l'Académie des Sciences i Revue générale des sciences pures et appliquées, 1890).

formará una superficie de variación lenta, cuyos puntos podrán no tener la misma temperatura, pero cuya consideración tendrá alguna importancia para el estudio de la temperatura de los mares.

En efecto, de la misma manera que en la atmósfera se verifican casi todos los fenómenos meteorológicos en la parte contigua a la superficie terrestre, la mayor parte de los fenómenos que se relacionan con la economía jeneral de la temperatura oceánica parecen tener lugar en la zona situada encima de la superficie de variación lenta. El estudio de la temperatura parece haber dado todo lo que era susceptible de dar; por otra parte, es incapaz de llegar a un resultado definitivo, porque no se ocupa mas que de una variable hasta cierto punto de segundo grado. En efecto, si la densidad, función compleja de la temperatura i de la salobridad del agua del mar, constituye la individualidad de ésta, no es lo mismo para la temperatura considerada aisladamente, que depende, además del clima, de las variaciones de composición sufridas por el océano por evaporación o por una mezcla con agua dulce en varias proporciones. Importaría mucho poseer mas sondas termométricas ejecutadas en los mismos puntos, pero en épocas diferentes, con el fin de tener seguras nociones relativas a las oscilaciones de esa superficie de variación lenta. Sería fácil comparar la profundidad de dicha superficie con la diverjencia de las isotermas i de las isoquiménas en un mismo punto i se podría así ver mas claro en el problema tan discutido de las corrientes; pero sería necesario sobre todo enlazarlo con el estudio de las densidades. Saliéndose de la hipótesis poco verosímil de una circulación continua de los polos al ecuador de una masa de agua verdaderamente enorme, deslizándose sobre el fondo, subiendo i descendiendo pendientes, indiferente a los obstáculos, comando i abandonando alternativamente las menores desigualdades del relieve submarino, i decidiéndose por último a subir verticalmente, se podría esperar analizar la importancia del rol de las verdaderas causas de las corrientes i demostrar que la circulación superficial oceánica basta para formar un ciclo completo. Puede ser aun que la misma superficie de variación lenta coincida con la capa de temperatura constante mas allá de la cual no se hacen sentir las

diferencias de temperatura del verano i del invierno. El océano estaría entonces dividido verticalmenté en dos zonas superpuestas, la inferior, rejion de calma absoluta; i, encima de la capa de temperatura constante hasta la superficie, una zona de movimiento en el seno de la cual se verifica i encierra el ciclo de todos los fenómenos de la circulacion oceánica.

Sería conveniente poseer cortes isotermóbatos dispuestos a intervalos regulares a través de los océanos, paralelamente a los meridianos o a los círculos menores de latitud, mostrando al mismo tiempo el perfil del suelo submarino. Hasta el presente, los numerosos cortes trazados lo han sido de una manera arbitraria, siendo difícil reconocerlos en medio de esa confusion.

DISTRIBUCION DE LA TEMPERATURA EN LOS ESTUARIOS. — La distribucion de la temperatura en los estuarios fué estudiada por Roberto Mill ¹, de la *Scottish marine Station* de Granton, en la desembocadura de los rios escoceses Forth, Tay, Clyde, Spey Derwent. En el abra de Forth, por ejemplo, las condiciones de temperatura del agua varian segun las estaciones. En invierno, la temperatura es mas baja en el rio i se eleva gradualmente a medida que se aproxima al mar, siendo el agua de la superficie siempre mas fria que la situada debajo. En verano, al contrario, el agua del rio tiene una temperatura mucho mas elevada, de manera que el estuario va siendo cada vez mas frio segun se va acercando al mar; pero entonces el agua de la superficie es siempre mas caliente que la de abajo. Dos veces por año, durante un corto período, la temperatura es constante con diferencias de algunos décimos de grado, en toda la lonjitud i profundidad del Forth, siendo así mui clara la transicion del réjimen de invierno al de verano i recíprocamente.

1. Hugo Roberto Mill, *Physical condition of water in estuaries* (The *Scottish geographical Magazine*, 1886).

2. — EVAPORACION

La evaporacion es el fenómeno por el cual un líquido espuesto al aire se trasforma en vapor i desaparece.

La rapidez con que se verifica dicho fenómeno depende de varias condiciones:

1. El estado higrométrico del aire situado encima de la capa líquida, estado que es, a su vez, funcion de la temperatura; la evaporacion tiene lugar tanto mas rápidamente cuanto mas bajo sea el estado higrométrico del aire i mas elevada su temperatura.

2. La temperatura del líquido mismo. Se sabe, en efecto, que la fuerza elástica del vapor aumenta con esa temperatura.

3. La agitacion del aire, que arrastra los vapores ya producidos i que permite la formacion de otros nuevos. El viento activa, pues, la evaporacion, con la condicion de que no sea muy violento, porque en ese caso, la capa de aire no tiene tiempo para saturarse¹; la evaporacion aumenta entonces hasta un máximo para disminuir en seguida.

4. La presion barométrica, que por otra parte entra, como la temperatura, en el valor del estado higrométrico. La evaporacion tendrá lugar con tanta mas rapidez cuanto mas bajo esté el barómetro, es decir, cuanto mas se acerque la atmósfera al estado de vacío, en el cual la evaporacion tiene lugar instantáneamente.

5. El estado eléctrico acelera la evaporacion.

6. La naturaleza i cantidad de las sales disueltas en el líquido. En igualdad de casos, por otra parte, un líquido se evapora tanto mas lentamente cuanto mayor es la cantidad de sales que tiene en disolucion. Esta lei presenta un interés particular relativamente al agua del mar.

El estudio de la evaporacion del agua dulce en el aire es una

1. Jamin, Comptes Rendus de l'Académie de Sciences, 1883.

cuestion de física i de meteorología; la supondremos conocida bajo el punto de vista de la teoría i de la esperiencia, i nos ocuparemos simplemente de la relacion que existe entre la evaporacion del agua de mar i la dulce.

Esa relacion no es un coeficiente constante R. En efecto, la evaporacion del agua del mar varía con su salobridad, e inversamente esta salobridad varía con la evaporacion, porque al evaporarse el agua se concentra cada vez mas. Limitándose a dejar evaporar en las mismas condiciones agua de mar i agua dulce, tomando la relacion de las cantidades de líquido desaparecido en un momento dado i llamando H a la altura del agua dulce i h a la del agua salada evaporada, el valor medio de R para el período considerado será $R = \frac{h}{H}$, en donde H queda sensiblemente constante mientras h disminuye hasta llegar a cero en el caso de aguas madres a 38°. La relacion R tenderá por consiguiente a disminuir a medida que la evaporacion se haga sobre una cantidad menor de agua de mar, la cual se concentrará mas.

Dieulafait ¹, dejó evaporar al aire libre i en condiciones idénticas 1 litro de agua dulce i otro de agua de mar contenidos respectivamente en cristalizadores de vidrio fino, dándose cuenta de la evaporacion por varias series de pesadas. El experimento duró cuarenta i tres dias, al cabo de los cuales el agua del mar había perdido $\frac{1}{2}$ de su volúmen primitivo. La relacion R no descendió nunca debajo de 0.920, i cuando el agua de mar no había perdido mas que 0.01 a 0.02 de su volúmen primitivo, llegó la relacion a 0.965.

Cuando la superficie de evaporacion es mui considerable, como sucede en un lago i con mayor razon en un mar, el problema se complica mucho a consecuencia de los diferentes elementos que influyen entonces en la evaporacion. El viento que se satura cada vez mas quita tanta menos humedad a los espacios oceánicos sobre los que pasa cuanta mas haya recojido en los que ya pasó. La

1. Dieulafait, *Évaporation comparé des eaux douces et des eaux de mer à divers degrés de concentration. Conséquences relatives à la mer intérieure de l'Algérie* (Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, 1883).

evaporacion no es pues proporcional a la estension de mar atravesada ni tampoco a la velocidad de la corriente de aire.

Dieulafait ¹, repitiendo su experimento de otra manera, midió en seguida las relaciones entre la fuerza elástica del vapor de agua pura i de agua de mar normal, a diversos grados de concentracion. A 20°, la diferencia entre la fuerza elástica del vapor de agua pura i la del agua de mar normal es inferior a 0.5 milímetro; a 40° es como de 1 milímetro; a 60° no llega a 3 milímetros. Si, por ejemplo, se toma agua dulce i de mar a 40°, la relacion de las fuézas elásticas será $\frac{53.906}{54.906} = 0.980$; en otros términos, cuando el agua dulce pierde 100 milímetros en altura, el agua de mar en las mismas condiciones perderá 98, lo cual confirma los resultados obtenidos precedentemente.

Experimentos en grande fueron hechos en los pantanos salados de la desembocadura del Ródano, sacando en una misma cuenca cerrada, en dos épocas diferentes, dos muestras de ensayes, i midiendo en un mismo volúmen de cada una de ellas el peso total, el peso de las sustancias salinas obtenidas por evaporacion con las precauciones requeridas, especialmente a causa del cloruro de magnesio, i por último la cantidad de cloro dosado por el nitrato de plata i el bicromato de potasa. El conocimiento de una sola de esas tres cantidades basta para determinar el espesor de la capa de agua evaporada, durante el intervalo de tiempo trascurrido, operando con cerca de 120 centímetros cúbicos de agua.

Dieulafait llegó a la conclusion de que en la costa francesa del Mediterráneo, en la rejion del delta del Ródano, aun en puntos separados de la tierra firme por mas de 20 kilómetros de agua i de pantanos, con el mar que se estiende al lado opuesto, la evaporacion media del año para el agua de mar es cuando menos de 6 milímetros por dia.

1. Dieulafait, *Évaporation de l'eau de mer dans le Sud de la France et en particulier dans le delta du Rhône* (Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, 1883).

3. — PESO ESPECÍFICO

PESO ESPECÍFICO I DENSIDAD DEL AGUA DE MAR. — Se llama peso específico de agua de mar la relacion entre el peso de la unidad de volúmen de esa agua a la temperatura t i el peso de la unidad de volúmen de agua destilada a la temperatura t' , que se espresa por el símbolo S_t . En el caso particular en que $t'=4^\circ$, es decir cuando se ha escojido para denominador de la relacion el peso de la unidad de volúmen del agua destilada a 4° , el peso específico lleva el nombre de densidad.

Esta distincion es importante. En efecto, si se trata de dosar la cantidad de sal contenida en una muestra, es preciso, para poder aplicar las fórmulas encontradas empíricamente i ya indicadas, referir esa muestra a lo que sería si se encontrase en las mismas condiciones de temperatura que las muestras que han servido para formar las tablas, es decir, tomar su peso específico en esas condiciones. Al contrario, si se trata, como en las cuestiones de corrientes, de conocer el peso de la unidad de volúmen del agua de mar en un momento i en un punto determinado del océano, para compararlo con el peso de la unidad de volúmen en otra localidad, hai mayor ventaja en quedar en las condiciones de jeneralizacion que lleva en sí el empleo del sistema métrico, adoptando la norma aceptada por todos los físicos de tomar como unidad el peso de la unidad de volúmen del agua destilada a 4° , o, en otros términos, la densidad $S_{\frac{t}{4}}$ de la muestra.

Sería indudablemente mejor que todos los sabios que se han ocupado de oceanografía hubiesen calculado sus estados o cuadros con relacion a la temperatura de 4° , pues la simplificacion habria sido considerable. Desgraciadamente, esos cuadros muestran el mayor desacuerdo en la eleccion, arbitraria por otra parte, de un tipo de temperatura. Así es como en las *Memorias del Challenger*, la palabra «peso específico» significa la relacion

$S_{\frac{15.56}{4}}$; ($15.56\text{C} = 60^{\circ}\text{F}$); el *Meteorological Office* de Londres adopta $S_{\frac{15.56}{15.56}}$; el doctor John Gibson, en su *Report on the water of the Moray Firth*, prefiere S_0 ; el *Board of Trade* reduce a $16.7^{\circ}\text{C} = 62^{\circ}\text{F}$; Bouquet de la Grye ha tomado $S_{\frac{20}{4}}$; los sabios alemanes del *Drache* i del *Pommerania*, que exploraron el mar del Norte, i los sabios noruegos del *Vöringen*, escojieron $S_{\frac{17.5}{17.5}}$ ($17.5^{\circ}\text{C} = 14^{\circ}\text{R} = 63.5^{\circ}\text{F}$). Además, los alemanes llaman peso específico absoluto al valor $S_{\frac{t}{4}}$ siendo t la temperatura del agua del mar *in situ*, es decir, la densidad. Esta confusion no trae mas que inconvenientes, porque, además de la ambigüedad que tiene para la interpretacion de una cantidad citada por un autor, obliga, para traducir un experimento a cálculos cuya exactitud no es mas que aproximada, puesto que se basan en el valor del coeficiente de dilatacion del agua de mar, coeficiente que es variable con la densidad de la muestra. Ya que con el nombre de densidad o peso específico absoluto, están acordes los franceses, noruegos i alemanes en admitir $S_{\frac{t}{4}}$, nada se opone pues a que se calcule las tablas segun $t' = 4^{\circ}$, limitándose a entenderse sobre el valor dado a t .

FÓRMULA DE TRASFORMACION DE LOS PESOS ESPECÍFICOS.—La fórmula sirve para pasar de un sistema de notacion representado por el símbolo $S_{\frac{t}{t'}}$, a otro sistema representado por el símbolo $S_{\frac{t}{t_0}}$.

Llamando v al peso de la unidad de volumen de agua de mar i V al peso de la unidad de volumen de agua dulce a temperaturas representadas por el índice con que van afectadas esas letras se tendrá:

$$S_{\frac{t}{t'}} = S_{\frac{t}{t_0}} \frac{V_0}{V_t}$$

$$S \frac{t}{v} = S \frac{t_1}{v} \times \frac{v t_1}{v_0} \times \frac{v_0}{v t},$$

$$S \frac{t_1}{v} = S \frac{t_1}{v_1} \times \frac{V_0}{V t_1},$$

de donde:

$$S \frac{t}{v} = S \frac{t_1}{v_1} \times \frac{V_0}{V t_1} \times \frac{v t_1}{v_0} \times \frac{v_0}{v t} \times \frac{V t}{V_0} = S \frac{t_1}{v_1} \left(\frac{v t_1}{v_0} \times \frac{v_0}{v_1} \times \frac{V t}{V t_1} \right).$$

Broch¹ ha establecido en experimentos mui precisos el valor particular $\frac{V_4}{V_{17.5}} = 0.998740$. El cuadro de los valores de $\frac{v_0}{v t}$ i, por consiguiente, de $\frac{v t_1}{v_0}$, fué calculado por Tornöe.

Ejemplos: 1.—Se da:

$$\frac{S_{17.5}}{17.5} = 1.02670,$$

i se pide:

$$\frac{S_{13.6}}{4}$$

Se tiene:

$$t = 13.6, \quad t' = 4, \quad t_1 = 17.5, \quad t'_1 = 17.5$$

La fórmula queda:

$$\frac{S_{13.6}}{4} = \frac{S_{17.5}}{17.5} \left(\frac{v_{17.5}}{v_0} \times \frac{v_0}{v_{13.6}} \times \frac{V_4}{V_{17.5}} \right).$$

Ahora bien:

$$\frac{V_4}{V_{17.5}} = 0.998740,$$

$$\frac{v_{17.5}}{v_0} = 1.00261,$$

$$\frac{v_0}{v_{13.6}} = \frac{1}{1.00177}$$

1. *Volume et poids spécifique de l'eau pure* (Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures).

$$\log 1.02670 = 0.0114486$$

$$\log 1.00261 = 0.0011320$$

$$\log \frac{1}{1.00177} = \bar{1}.9992320$$

$$\log 0.998740 = \frac{\bar{1}.9994524}{0.0112600}$$

$$S_{\frac{17.6}{4}} = 1.02627$$

2. Se da:

$$S_{\frac{10.2}{4}} = 1.02691,$$

i se pide:

$$S_{\frac{13.6}{17.5}}$$

$$t = 13.6, \quad t' = 17.5, \quad t_1 = 10.2, \quad t'_1 = 4$$

$$S_{\frac{13.6}{17.5}} = S_{\frac{10.2}{4}} \left(\frac{v_{10.2}}{v_0} \times \frac{v_0}{v_{13.6}} \times \frac{V_{17.5}}{V_4} \right)$$

$$\frac{v_{10.2}}{v_0} = 1.00144,$$

$$\frac{v_0}{v_{13.6}} = \frac{1}{1.00177},$$

$$\frac{V_{17.5}}{V_4} = \frac{1}{0.998740}$$

$$\log 1.02691 = 0.0115324$$

$$\log 1.00114 = 0.0004948$$

$$\log \frac{1}{1.00177} = \bar{1}.9992320$$

$$\log \frac{1}{0.998740} = \frac{0.0005476}{0.0118068}$$

$$S_{\frac{13.6}{17.5}} = 1.02755$$

17.5

INSTRUMENTOS DESTINADOS A MEDIR EL PESO ESPECÍFICO.—Los únicos instrumentos que se puede utilizar en el mar para medir el peso específico del agua son los areómetros de vidrio.

Los areómetros son instrumentos que, metidos en el líquido cuyo peso específico se trata de medir, se sumerjen en él mas o menos pero quedando flotantes. Mientras mas pesado sea el líquido, menos se hundirá el areómetro e inversamente, de manera que el punto hasta donde se haya sumerjido el instrumento marcará precisamente el peso del líquido.

Los areómetros precisos son de vidrio, que es absolutamente inalterable, tienen la forma de un cilindro hueco lastrado en su parte inferior con plomo o mercurio i terminado en un asta delgada. Mientras mas fina sea esa asta mas delicado será el instrumento; pero al mismo tiempo, para poder medir un intervalo dado de pesos específicos, será necesario que dicha asta sea larga i por consecuencia frágil. De dos maneras se procede para obtener instrumentos cómodos en su manejo i suficientemente sensibles: ya preparando una serie de instrumentos sucediéndose unos a otros de manera que las divisiones de la parte baja del asta de uno correspondan a las divisiones superiores del que sigue, ya empleando un solo instrumento mui liviano que, cargado con una serie de lastres suplementarios, podrá sumerjirse hasta el límite superior de densidad de los líquidos que se trata de observar. Los instrumentos alemanes i noruegos pertenecen a la primera categoría, los ingleses a la segunda; en un caso, los areómetros son de manejo mas sencillo para una persona poco habituada a estos experimentos, pero la caja que los contiene es pesada e incómoda, sobre todo a bordo de un buque; en el otro la caja tiene la gran ventaja de ser lijera i de fácil estiva.

AREÓMETROS ALEMANES ¹.— Estos areómetros son construidos bajo la inspeccion de la comision de estudios científicos de los mares alemanes en Kiel. La serie completa comprende cinco

1. J. Thoulet, *Sur la mesure de la densité des eaux de mer; considérations générales sur le régime des courants marins qui entourent l'île de Terre-Neuve* (Annales de Chimie et de Physique, 1888).

instrumentos encerrados juntos con una probeta i un termómetro en una sólida caja de madera forrada en piel de gamo, que le permite soportar choques violentos sin que nada se rompa. Van acompañados de un certificado oficial en que constan los errores ¹.

La probeta de cristal tiene una altura de 345 milímetros i un diámetro de 55 milímetros; llena hasta sus bordes, cubica unos 635 centímetros cúbicos, pero en las esperiencias no se llena mas que hasta 500 a 550 centímetros cúbicos de agua.

El termómetro, cuyo tubo está encerrado en otro de cristal mas ancho, i cuya escala está marcada en una faja de papel interior, está dividido en quintos de grado centígrado desde -8° hasta 45° ; cada quinto de grado tiene unos 0.6 milímetro de largo.

Los areómetros de vidrio tienen la forma ordinaria. La bola inferior, de una capacidad de unos 15 centímetros cúbicos, está lastrada con municion menuda; el cuerpo cilíndrico, terminado por dos medios elipsoides, tiene 155 milímetros de largo con un diámetro de 30 milímetros, i su volúmen es de 107.9 centímetros cúbicos. El asta, larga de 92 milímetros, tiene un diámetro de 4.37 milímetros, es decir, un volúmen de 1.372 centímetros cúbicos, i lleva en su interior una graduacion en papel en la que cada division tiene de longitud 1.65 milímetros. El peso total del instrumento es de 127.9 gramos.

El 1 ^{er}	areómetro	indica	las	densidades	comprendidas	entre	1.0240	i	1.0300
" 2 ^o	"	"	"	"	"	"	1.0180	i	1.0250
" 3 ^o	"	"	"	"	"	"	1.0120	i	1.0190
" 4 ^o	"	"	"	"	"	"	1.0060	i	1.0130
" 5 ^o	"	"	"	"	"	"	1.0000	i	1.0070

Cada division del asta corresponde a una variacion de 0.0002 en el peso específico.

La indicacion del número del areómetro está dada en una delgada faja de papel flotante en el cuerpo del instrumento, i que lleva

1. En la serie que poseo el error es de 0.0002.

al lado opuesto el nombre del fabricante, el Dr. R. K uchler, Ilmenau, en Turingia. Las indicaciones deben ser correctas a la temperatura de 17.5°, relacionadas con el peso de la unidad de volumen del agua, destilada a 17.5°.

Las tablas calculadas por Karsten permiten reducir la densidad encontrada a una temperatura t a la que sería a la temperatura de 17.5° i deducir la cantidad de sal. Estos instrumentos podrían ser m as sencillos, i la caja que los encierra es voluminosa i pesada. Se les emplea en las estaciones marítimas alemanas del B altico i del mar del Norte, así como en Suecia, Dinamarca, Holanda, Rusia, Italia i en Francia, en el laboratorio de Pouchet, en Concarneau, i en la estacion de Boulogne-sur-Mer.

AREÓMETROS NORUEGOS.—Los areómetros noruegos de que se ha servido Torn e a bordo del *V oringen*, han sido construidos por el constructor de los areómetros alemanes, el Dr. K uchler de Ilmenau. Son de cristal, e indican el peso específico exacto del agua del mar $S_{17.5}$. La serie comprende cinco instrumentos que dan respectivamente los pesos específicos de 1.0000 a 1.0070, de 1.0069 a 1.0130, de 1.0120 a 1.0190, de 1.0180 a 1.0250, i por último, de 1.0240 a 1.0310. Cada areómetro est  graduado en divisiones de las que cada una tiene una longitud de 1.5 milímetro mas o menos i corresponde a una diferencia de 0.00002. Como es posible, aun a bordo, leer la media division, se puede obtener el quinto decimal. La probeta de cristal que contiene el agua i que se suspende de manera que siempre está vertical, a pesar de los movimientos del buque, tiene un diámetro interior triple al del areómetro. Por fin, un termómetro graduado en quintos de grado da la temperatura del agua.

Hai que hacer dos correcciones sucesivas: se reduce desde luego la temperatura del agua en el momento de la operacion a la que habría sido a 17.5° por la fórmula indicada precedentemente, i se elimina en seguida el error constante del areómetro determinado experimentalmente comparando la indicacion del instrumento en agua de mar mantenida a la temperatura de 17.5° con la densidad de esa agua determinada directamente por el método del frasco.

AREÓMETRO DEL «CHALLENGER».—El areómetro mas exacto es el que sirvió a Buchanan durante toda la campaña del *Challenger*. Es de volumen variable i de peso variable entre ciertos límites. Da la densidad de un líquido con cuatro decimales exactos, i está combinado de tal manera que un solo instrumento poco voluminoso da a conocer densidades comprendidas entre 0.9939 i 1.1214, a 0°, lo que es de gran ventaja en viaje. Con todo, no indica inmediatamente la densidad, pero en cada experimento, como permite valuar mui exactamente el volumen que tiene sumerjido i como por otra parte se conoce su peso, la densidad buscada se obtiene dividiendo ese peso por el volumen segun la fórmula $D = \frac{P}{V}$

Describiré aquí el instrumento que empleo, numerado con el núm. 1 i que ha sido fabricado por Alvergniat, de Paris. Como cada areómetro debe ser rectificado directamente, las indicaciones dadas por él podrán servir para fabricar otros sin necesidad de atenerse a obtener dimensiones absolutamente idénticas a las que serán citadas.

El areómetro es de vidrio; su asta cilíndrica, perfectamente calibrada, tiene un diámetro de unos 3 milímetros i una longitud de 12 a 13 centímetros; el volumen de su parte inflada es de 150 centímetros cúbicos próximamente. Se lastra el instrumento con mercurio hasta que, sumerjido en agua destilada recientemente hervida i a la temperatura de 16°, llegue el nivel del líquido hasta la parte baja del asta (fig. 84). Se introduce entonces en aquella una escala de papel de 10 centímetros de largo dividida en milímetros, se la fija i se cierra al soplete la parte superior del asta. Se fabrica un platillo de laton de un peso tal, que colocado en el extremo del asta, como una especie de capuchon, obligue al areómetro, que sin él se sumerjía en el agua a 16° hasta la division 100; abajo del asta, a hundirse hasta el 0 de la parte alta. Por último, seis pesos adicionales, en forma de anillos, pueden colocarse aisladamente sobre el platillo o varios a la vez i su serie está combinada de tal manera que cada uno de ellos hace sumerjir el areómetro hasta la parte alta del asta en un líquido en que, con el peso inmediatamente inferior, no se sumerjía mas que hasta la parte baja de aquella.

El instrumento, construido así, se debe graduar. La importancia de esta operacion nos induce a esponerla en detalle. No se debe olvidar que los cuadros no son aplicables mas que al areómetro que lleva el núm. 1, no dándoseles aquí sino para servir de tipo.

A. *Determinar el volúmen de una division del asta.*—Se coloca el areómetro en flotacion en agua destilada recientemente hervida, se anota la division en contacto con la superficie del agua, con i sin platillo, como tambien la temperatura del líquido al 1/10 de grado. Se repite dos o tres veces la operacion a temperaturas diferentes, i se obtiene el volúmen de una division del asta, medio de tres valores, con ayuda de la fórmula

$$V_1 \text{ div} = \frac{P}{S_t \times \frac{a}{4}}$$

en la cual p es el peso del platillo, S_t la densidad a t° del agua con relación al agua destilada a 4° , i a la diferencia de las lecturas con i sin platillo.

Peso del platillo.....	0.8598 gr.	
a 9.2°	{ con platillo..... 11.0 divisiones. { sin platillo..... 99.5 —	
a 9.2° la densidad del agua destilada $S_{\frac{9.2}{4}} =$		0.99980

$$V_1 \text{ div} = \frac{0.8598}{0.99980 \times 88.5} = 0.00972 \text{ centímetros cúbicos;}$$

repetiendo la misma medida

A 13° se encuentra para el volúmen de una division.	0.00972
A 17° " " " " "	0.00972

El volúmen medio de una division es, pues, de 0.00972 centímetros cúbicos.

B. *Determinar el volúmen del cuerpo del instrumento a varias temperaturas.*—Se pesa el areómetro al décimo de milígramo teniendo cuidado de reducir el peso al vacío. Se anota el punto de afloramiento a seis temperaturas diferentes, tres estando el ins-

trumento cargado con el platillo i tres sin él. Rebajando el volúmen de las divisiones sumerjidas, tan pequeño que se le supone invariable a todas temperaturas, se tiene el volúmen del cuerpo del instrumento a seis temperaturas. En un papel cuadrículado se marca esas temperaturas en abcisas, los volúmenes en ordenadas, i se traza la curva, que será una recta. De allí se deduce el volúmen del cuerpo del instrumento a 0°, su aumento de volúmen para 1°, i por último, su coeficiente de dilatacion $k = \frac{V_{100} - V_0}{V_0 \times 100}$.

	CON PLATILLO			SIN PLATILLO		
	9.2	13.0	17.0	15.0	23.0	30.0
Temp. del agua, t...						
Peso del arcómetro, W.....		153.2683			152.4085	
Lectura, r.....	11.0	6.5	0.0	92.5	73.0	47.0
Vol. (cm ³) del asta sumerj. (100 - r)						
0.00972, v.....	0.8651	0.9088	0.9729	0.0720	0.2624	0.5152
Vol. de Wg de agua a t, V.....	153.2989	153.3557	153.4463	152.5381	152.7736	152.0544
Vol. del cuerpo del arcómetro a t (V - v).....	152.4338	152.4469	152.4743	152.4652	152.5112	152.5392

t	V _t (Esperimental)	V _t (A la derecha)	Diferencia
9.2	152.4348	152.4282	-0.0066
13.0	152.4469	152.4502	+0.0033
15.0	152.4652	152.4618	-0.0034
17.0	152.4743	152.4732	-0.0011
23.0	152.5112	152.5078	-0.0034
30.0	152.5392	152.5479	+0.0087

$$V_0 = 152.3750$$

$$V_{30} = 152.5479$$

$$V_{100} = 152.9480$$

Diferencia de volúmen por 1° = 0.00579 centím. cúb.

$$\text{Coeficiente de dilatacion } k = \frac{V_{100} - \hat{V}_0}{V_0 \times 100} = \frac{0.579}{15237.5} = 0.000038.$$

C. *Determinar el volúmen sumerjido V a la temperatura 0° para cada division R del asta.*—Al volúmen a 0° del cuerpo del instrumento, se agrega el volúmen de 1, 2, 3... 100 divisiones.

R	V	R	V	R	V	R	V	R	V
100	152.3750	79	152.5791	59	152.7735	39	152.9679	19	153.1623
99	3847	78	5888	58	7832	38	9776	18	1720
98	3944	77	5986	57	7930	37	9874	17	1818
97	4042	76	6083	56	8027	36	9971	16	1915
96	4139	75	6180	55	8124	35	153.0068	15	2012
95	4236	74	6277	54	8221	34	0165	14	2109
94	4333	73	6374	53	8318	33	0262	13	2206
93	4330	72	6472	52	8416	32	0360	12	2304
92	4528	71	6569	51	8513	31	0457	11	2401
91	4625	70	6666	50	8610	30	0554	10	2498
90	4722	69	6763	49	8707	29	0651	9	2595
89	4819	68	6860	48	8804	28	0748	8	2692
88	4916	67	6958	47	8902	27	0846	7	2790
87	5014	66	7055	46	8999	26	0943	6	2887
86	5111	65	7152	45	9096	25	1040	5	2984
85	5208	64	7249	44	9193	24	1137	4	3081
84	5305	63	7346	43	9290	23	1234	3	3178
83	5402	62	7444	42	9388	22	1332	2	3276
82	5500	61	7541	41	9488	21	1429	1	3373
81	5597	60	151.7638	40	152.9582	20	153.1526	0	153.3470
80	152.5694								

D. *Correccion que debe agregarse al volúmen sumerjido a 0° por cada grado centígrado de 1° a 50°.*—Como $V_t = V_0 + V_0 k t$, el cuadro es el de los valores $V_0 k t$ para los valores de t compren-

dados entre 1° i 30°; siendo V_0 i k conocidos (cálculo B), se agregará un cuadro de las partes proporcionales para los décimos de grado.

Temp.	Volúmen (cm. cb.)	Temp.	Volúmen (cm. cb.)	Temp.	Volúmen (cm. cb.)	Partes proporcls. para 1/10 de gr.	
1°	0.0058	11°	0.0637	21°	0.1216	0.1°	0.0006
2	0116	12	0695	22	1274	2	0012
3	0174	13	0753	23	1332	3	0017
4	0232	14	0811	24	1390	4	0023
5	0289	15	0868	25	1447	5	0029
6	0347	16	0926	26	1505	6	0035
7	0405	17	0984	27	1563	7	0040
8	0462	18	1042	28	1621	8	0046
9	0521	19	1100	29	1679	9	0052
10	0579	20°	1158	30	1737		

E. *Valor de los pesos adicionales.*—Estas pesadas no necesitan, como las del cuerpo del instrumento, ser reducidas al vacío, pues- to que los pesos adicionales quedan siempre en el aire.

Peso 1	0.8796	Peso 4	3.3894
Peso 2	1.6696	Peso 5	4.2199
Peso 3	2.5298	Peso 6	4.9290

Peso del arcómetro (en el vacío) π	152.4085
π + platillo	153.2683
π " platillo + 1	154.1479
π " platillo " 2	154.9379
π " platillo " 3	155.7981
π " platillo " 4	156.6587
π " platillo " 5	157.4882
π " platillo " 6	158.1973

Nada impide se cargue el arcómetro con una combinación cualquiera de pesos adicionales. La sobrecarga se valuará por una simple adición.

Ejemplo. — Hallar la densidad $S_{14.3}^4$ de un líquido a 14.3° en el cual el areómetro cargado con el platillo i el peso 4 se sumerje hasta la 65ª division.

Peso del arcómetro + platillo + 4 = 156.6587	
Volúmen a 0° hasta la división 65.....	152.7152
Correccion para 14°.....	0.0811
Correccion para 0.3°.....	0.0017
	152.7980

$$S_{14.34}^4 = \frac{156.6587}{152.7980} = 1.0253$$

No debe extrañar la aproximacion con la cual, en el tipo de cálculo que acaba de darse, son apreciados los pesos al décimo de milígramo, límite de precision de las balanzas de laboratorio, i los volúmenes con 4 decimales. En las medidas de densidad del agua de mar, cuya considerable importancia oceanográfica no tardará en ser esplicada, es necesario estar seguro de la cuarta decimal con una aproximacion de una o dos unidades, porque con una aproximacion menor, pasarían desapercibidos una porcion de fenómenos. Si las medidas no fuesen mui precisas, serían inútiles o peligrosas, porque no conducirían a nada o inducirian a error; sería ciertamente preferible que no fuesen hechas. El areómetro, como instrumento de nivelacion, es en el mar el equivalente del barómetro en tierra, i se sabe que cuando se emplea este último en medir altitudes, es indispensable tomar la altura de la columna mercurial a $\frac{1}{20}$ de milímetro, ejecutando todas las correcciones de temperatura, dilatacion de la escala, depresion capilar en el tubo, fuerza elástica del vapor de mercurio, variacion de la intensidad de la gravedad con la latitud i, por último, el estado higrométrico del aire. Sin todas estas precauciones, las cifras obtenidas serán casi de ningun valor. Pues bien, la nivelacion marina tiene que tomar en cuenta diferencias de nivel mucho mas pequeñas que las diferencias de altitudes de las montañas.

AREÓMETROS DE INMERSION TOTAL. — El profesor Pisati¹ ha imaginado los areómetros de inmersión total de que se sirvió Reggiani para medir la densidad del agua del mar recojida en 1883 en el Mediterráneo por el *Washington*, de la marina italiana.

Esos areómetros son de densidad constante para una misma temperatura, o de densidad variable. Con los primeros, se iguala la densidad del agua de mar a la del areómetro por adición de agua destilada, deduciendo la densidad primitiva del volumen ocupado por la mezcla. Con los segundos, el método es inverso; con ayuda de pesos suplementarios, se iguala la densidad del areómetro a la del agua de mar, obteniendo la densidad de ésta dividiendo el peso del areómetro con su lastre suplementario por su volumen.

Los areómetros sumerjidos de densidad constante evitan el error debido a la tensión superficial del líquido; en cambio, exigen el empleo embarazoso de probetas, vasos de vidrio i agitadores metálicos. Consisten en una esfera hueca de latón, bien dorada, con un diámetro exterior de 58 milímetros i de unos 48 el interior. A un volumen conocido de agua de mar se añade agua destilada procedente de una probeta graduada; la cantidad necesaria para que la esfera cese de flotar en el líquido i caiga al fondo dará la densidad según una tabla hecha empíricamente.

El autor pretende obtener la cuarta decimal exacta; pero esta aproximación puede tenerse con más rapidez, comodidad i sencillez con el aparato de Buchanan.

Los areómetros de densidad variable son de vidrio i de la forma ordinaria; su varilla, fina, es, sin embargo, muy corta, no sirviendo más que para soportar los pesos suplementarios representados por anillos de platino. Se agrega esos pesos hasta que el instrumento, completamente sumerjido, quede inmóvil en el seno del líquido.

Las densidades tomadas por Reggiani fueron desgraciadamente reducidas a la temperatura normal de 20° sin indicación de la temperatura *in situ*.

1. N. Reggiani, *La densità dell' acqua del Mediterraneo i Gli areometri a totale immersione (sistema Pisati)*, Actas de la Academia de Lincei, 1890.

MEDIDA DE LAS DENSIDADES.—Se saca agua con un balde, preferentemente a proa, dejándolo algun tiempo a la rastra con el objeto de que se equilibre la temperatura. Se toma la temperatura al décimo de grado, se echa agua en una probeta suspendida por cuerdecillas, llenándola de nuevo después de haberla vaciado una vez, se sumerje el areómetro i se lee el punto de nivel. La operacion puede verificarse en todo tiempo.

Si se debe medir densidades de agua profunda, se tomará su temperatura *in situ* con un termómetro sumerjido, i como la temperatura del agua, en el momento de la operacion, será forzosamente diferente, se procurará hacer esa diferencia tan pequeña como sea posible, recojiendo agua con una botella Ekman en vuelta en una materia mala conductora del calor, operando rápida e inmediatamente después de recojida, i haciendo después, por el cálculo, la reduccion inevitable de $S_{\frac{t}{4}}$ a $S_{\frac{t'}{4}}$, efectuando además, la correccion relativa a la presion. No se olvidará que el problema propuesto es conocer exactamente el número de gramos i fraccion que pesaría en una balanza un litro de agua *in situ* en el momento del experimento. Puede ser que, por medio de flotadores, se llegue un dia a valuar la densidad por medio de los fenómenos que se verifican en las profundidades de las capas marinas, posibles de comprobar en seguida en la superficie. Ninguna tentativa ha sido hecha hasta el presente en este orden de ideas.

INFLUENCIA DE LAS PARTÍCULAS EN SUSPENSION SOBRE LA DENSIDAD DEL AGUA. — Tratando Forel de explicar la formacion de la barranca lacustre existente en la desembocadura de un rio en un lago, i particularmente la del Ródano en el lago Lemán i del Rhin en el lago de Constanza, demostró que las particulas sólidas en suspension en el agua tenían bastante influencia en la densidad de aquella ¹.

Un areómetro sumerjido en agua clara se eleva cierta cantidad cuando se ajitan los sedimentos que al principio reposaban en el fondo de la probeta. Una esfera de vidrio lastrada con plomo, sus-

1. Forel, *Le ravin sous-lacustre du Rhône dans le lac Léman* (Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences naturelles, 1887).

pendida en una balanza hidrostática, pesa menos en agua turbia que en agua clara, aunque un vaso lleno de agua cargada de aluvion i colocado en una balanza pese exactamente lo mismo, ya repose el aluvion en el fondo del vaso o esté aquel en suspension.

Leibnitz ya habia puesto un flotador en un vaso lleno de agua colocado en una balanza, i suspendido debajo de aquel una bala de plomo equilibrada con pesas; cortó después el hilo dejando caer la bala a través del agua. Durante todo el tiempo de la caída la balanza se inclinaba, mostrando que el peso total del vaso, del agua i del plomo habia disminuido; el equilibrio no se restableció sino en el momento en que la bala reposó en el fondo del vaso. Estos resultados, diferentes de los de Forel, fueron atribuidos por el sabio profesor a la diferencia existente en el carácter del movimiento en el caso de la bala i el de los sedimentos.

Para demostrarlo, se coloca en una balanza una larga probeta llena de agua. Se deposita en el mismo platillo una bola de cera adicionada con plomo hasta darle una densidad lijeraente superior a la del agua; se equilibra exactamente con pesos i se echa en el agua la bola de cera, que descende lentamente a causa de su débil densidad i que, en lugar del movimiento acelerado de la bala de plomo de Leibnitz, no tarda en tomar un movimiento uniforme. En el mismo momento, la balanza, que habia bajado mientras se sostenia la bola de cera, queda en equilibrio bastante tiempo antes que el sólido haya llegado al fondo del vaso. Se puede variar este esperimento, empleando en lugar de una bola de cera de pequeña densidad, una esfera pesada cuyo diámetro tenga casi el diámetro interior de la probeta. En su caída al través del agua, la esfera pesada comprime el agua situada debajo de ella i la hace pasar encima forzando el espacio anular libre i estrecho existente entre aquella i las paredes de la probeta. La caída es de esta manera mui retardada, quedando el movimiento de la bala uniforme. En esas condiciones tambien se restablece inmediatamente el equilibrio de la balanza.

El Dr. Odin trató la cuestion matemáticamente, procurando saber, cuando un cuerpo cae verticalmente en un líquido, cual es, en un momento dado, la presion ejercida por ese cuerpo sobre el fondo del vaso o sobre una pared horizontal cualquiera del líquido.

Si C representa el cuerpo sólido, m su masa, P su peso, v su velocidad de arriba abajo, r la resistencia, del líquido producida por fuerzas que resultan ya de la presión mutua de sus moléculas, ya de su frotamiento, t el tiempo a partir del momento en que C empieza a moverse, es decir, cuando $v=0$, la ecuación del movimiento del cuerpo C será:

$$P - r = m \frac{d v}{d t}$$

Cuando el cuerpo empieza a caer, $v=0$ i $r=p$, peso de un volumen de agua igual al volumen de C ; después la velocidad aumenta, así como aumenta r , porque a la presión hidrostática p se agrega una presión hidrodinámica procedente del frotamiento del agua; ese aumento debe durar en tanto que $\frac{d v}{d t}$ no sea nulo, es decir, en tanto que r no sea igual a P . Al llegar ese estado, el movimiento de C se habrá hecho uniforme, i la presión r , ejercida por C sobre el fondo del vaso, igualará su peso. Pero esto no sucederá mas que para las partículas sólidas en suspensión en un líquido, i que se muevan de arriba abajo, i no para aquellas que se muevan oblicuamente, horizontalmente o verticalmente de abajo arriba. Podemos pues afirmar que:

«Cuando un líquido contiene una materia sólida en suspensión se puede calcular directamente su densidad añadiendo el peso de las partículas al peso del líquido, pero con la condición de que se pueda admitir que la casi totalidad de esas partículas sólidas se mueven verticalmente de arriba abajo».

Esta conclusión es idéntica a aquella a que llegó Forel experimentalmente, i esa propiedad de las aguas limosas deberá tomarse en consideración cuando uno se ocupe, por ejemplo, de los fenómenos que se verifican delante de la desembocadura de los ríos en el mar.

TEMPERATURA DE LA DENSIDAD MÁXIMA DEL AGUA DEL MAR.— Despretz, en 1837, fué el primero que buscó la temperatura del máximo de densidad de las disoluciones salinas en jeneral i del agua de mar en particular. Con ese objeto, encerraba el líquido en un tubo de vidrio estrecho, graduado i terminado por una cubeta,

especie de termómetro del cual había calculado anteriormente la capacidad con mercurio, como también su coeficiente de dilatación. Sumergía el tubo en baños a varias temperaturas $t, t', t'' \dots$ que podían aun ser inferiores a la temperatura de congelación, gracias a esa propiedad de los líquidos encerrados en tubos capilares de quedar líquidos por debajo del punto de solidificación. Medía el volumen ocupado por el líquido a $t, t', t'' \dots$, corregía ese valor del cambio de volumen experimentado por la cubierta de vidrio i trazaba la curva tomando por abscisas las temperaturas i por ordenadas los volúmenes correspondientes. Le era entonces fácil encontrar el volumen mínimo, es decir, el máximo de densidad i su temperatura.

Los experimentos de Despretz fueron repetidos i modificados por Weber, Rosetti, Zöppritz i otros. Todos ellos han dado las conclusiones siguientes:

El agua de mar i las disoluciones salinas acuosas poseen un máximo de densidad.

La temperatura de ese maximum baja a medida que la proporción de sal aumenta, i más rápidamente que el punto de congelación.

El descenso del punto de congelación debajo de 0° i el de la temperatura del máximo de densidad debajo de 4° están casi en razón directa de la cantidad de sal disuelta en el agua.

Siendo la temperatura del máximo de densidad del agua de mar siempre inferior a su temperatura de congelación, cualquiera que sea por otra parte la proporción de sal que contenga, aquel aumenta de densidad hasta el momento de su congelación.

Los valores siguientes permiten darse cuenta de las variaciones de la temperatura del máximo de densidad del agua del mar i de su temperatura de congelación, según la muestra experimentada.

Agua de mar $S_{20}^0 = 1.0273$; máximo de densidad = -3.67° , temperatura de congelación = -1.84° (Despretz).

Mezcla de agua procedente de Heligoland, de Trieste i de Jé-

nova, $\frac{S_0}{4} = 1.0281$; máximum de densidad = -4.74° ; temperatura de congelacion = -2.6° (C. von Neumann) ¹.

Agua del Adriático $\frac{S_{20}}{4} = 1.0267$; máximum de densidad = -3.21° ; temperatura de congelacion = -1.90° . Para $\frac{S_{20}}{4} = 1.0281$, máximum de densidad = -3.90° ; temperatura de congelacion = -2.10° (Rosetti) ².

Wyville Thomson admite que cuando el agua del mar está en movimiento, la temperatura de su máximum de densidad sube hasta -2.55° .

Lenz i Reszow ³ estudiaron experimentalmente la dilatacion del agua del mar, la variacion que sufre, segun su salobridad, i, por consecuencia, su temperatura de densidad máxima. El método consistió en encerrar en un picnómetro de cuello largo, calibrado i graduado, especie de termómetro, aguas de densidades varias, someterlas a una temperatura conocida i medir el aumento de volúmen. Las aguas del mar fueron fabricadas artificialmente, disolviendo en agua destilada las diversas sales que la componen en proporciones convenientes. Se modificaba en seguida la densidad, añadiendo agua destilada i la densidad se calculaba por relacion a la del agua destilada a 0° .

Ocho series de experimentos ejecutados con gran precision permitieron formar un cuadro que daba, para ocho muestras de aguas de densidades comprendidas entre 1.00710 i 1.03812, la variacion de densidad esperimentada de grado en grado entre 0° i 30° . Se reconoció así que para cada muestra la temperatura t de densidad máxima era;

$d_0 = 1.03812$	$t = -5.3^\circ$
1.03352.....	- 4.6°
1.02928.....	- 4.2°

1. Boguslawski, *Handbuch der Ozeanographie*.

2. Gunther, *Lehrbuch der Geophysik und physikal. - Geographie*.

3. R. Lenz, *Über die thermische Ausdehnung des Meerwasser aus den Beobachtung-n des Herrn Reszow berechnet* (Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Saint-Petersbourg, 1881).

1.02621	- 3.7°
1.02045	- 1.2°
1.01579	- 0.8°
1.01392	- 0.4°
1.00710	+ 2.2°

RELACION ENTRE EL VOLÚMEN DEL AGUA DE MAR, SU TEMPERATURA I SU PESO ESPECÍFICO.—Se ha visto que Karsten ¹, tomando por unidad la del volúmen de agua de mar a 17.5°, espresó dicho volúmen a la temperatura t por la fórmula:

$$V \frac{t}{17.5} = 0.99746 + 0.00004t \times 0.000006 t^2.$$

El mismo observador ha relacionado empíricamente el peso específico $S \frac{t}{17.5}$, es decir, el peso del volúmen de una cantidad de agua de mar a t° dividido por el peso del mismo volúmen de agua destilada a 17.5° con el peso Q de la sal contenida en cada litro por medio de la fórmula

$$S \frac{t}{17.5} - 1 = 131 = K$$

o bien

$$S \frac{t}{17.5} = 1 + 0.0077 Q.$$

El valor constante 131 de Karsten es el coeficiente del peso específico; Ermann lo toma igual a 129.

Hann ² reconoció que la fórmula de Karsten no daba de una manera segura el 0.1 por ciento de la cantidad de sal, i llegó a la fórmula siguiente para representar empíricamente la relacion entre el peso específico, la salinidad i la temperatura del agua de mar:

1. G. Karsten, *Tafeln für Berechnung der Beobachtungen an den Küstenstationen*, Kiel, 1874.

2. J. Hann, *Das spezifische Gewicht des Meereswassers in Beziehung auf die Theorie des Meeresströmungen*, Viena, 1875.

$$S_{\frac{t}{0}} = 1.02946 - 0.000006 (6.7 + t) t + 0.0077 (Q - 3.5),$$

en la cual el peso específico es tomado con relacion al agua a 0° i la constante 1.02946 es el peso específico a 0° del agua de mar con una salinidad media de 3.5 por ciento.

Thorpe i Rücker¹ han preferido la fórmula:

$$V_{\frac{t}{0}} = 1 + 0.000057682 t + 0.0000060715 t^2 - 0.000000032983 t^3,$$

aplicable entre 0° i 36° para aguas del mar que tengan una densidad de 1.02867 a 0°.

Con esa fórmula i con esa misma agua de mar diluida hasta la densidad de 1.020 i concentrada por evaporacion hasta la densidad de 1.033, formaron una tabla que sirve para reducir a la temperatura normal de 0° toda densidad observada a temperaturas variables entre 0° i 36°. Reduciendo por el cálculo la tabla de Hubbard para los coeficientes de dilatacion del agua de mar a la temperatura de 0°, i comparándola con la de Thorpe i Rücker, se comprueba que están mas de acuerdo para las temperaturas bajas i elevadas que para las temperaturas medias.

Esta última ofrece ciertamente una precision mayor. Además, resulta de los esperimentos mismos de Thorpe i Rücker que la lei de dilatacion encontrada por ellos no es aplicable a todas las aguas de mar, cualquiera que sea su salinidad, i que cuando se trata de obtener una cuarta decimal exacta, es preciso tomar en consideracion la cantidad de sal.

Tornøe admite para el coeficienté del peso específico K el valor 131.9 ± 0.058 con un error probable de ± 0.15 para una sola determinacion.

EMPLEO DEL PESO ESPECÍFICO PARA LA DETERMINACION DE LA SALINIDAD DEL AGUA DE MAR. — Fundándose en la fórmula

$$\frac{Q}{S_{17.5}^{17.5} - 1} = K \text{ o bien } Q = K \frac{(S_{17.5} - 1)}{17.5}$$

1. Proceedings Royal Society, t. 24.
2. H. Tornøe, *Chemistry*, en The Norwegian North - Atlantic Expedition, 1876-78.

se hace uso del areómetro para tener el peso de una unidad de volumen de agua de mar i deducir la proporción de sal contenida en esa unidad de volumen. Con ese objeto, se reduce por el cálculo la indicación suministrada por el areómetro $S_{\frac{t}{t}}$ a una temperatura normal $S_{\frac{t_1}{t_1}}$ de manera que permita comparar el peso de la unidad de volumen reducida a esa temperatura normal i la cantidad de sal con los resultados experimentales obtenidos en una o muchas muestras particulares tomadas a la temperatura normal.

Ese modo de proceder da lugar a algunas objeciones.

1. Las fórmulas de paso de $S_{\frac{t}{t}}$ a $S_{\frac{t_1}{t_1}}$ están basadas en la dilatación por el calor, medida experimentalmente, de una muestra determinada; i variando esa dilatación con la cantidad de sal i siendo la de sal de la muestra en experimentación actualmente desconocida, puesto que se la busca, no se tiene estrictamente el derecho de aplicar a esa muestra las fórmulas empíricas medidas sobre un tipo diferente.

2. El agua de mar, como lo ha probado Schmelek ¹, no es una disolución, en proporciones variables de agua dulce, de una mezcla de varias sales en proporciones mutuamente fijas. En otros términos, dos muestras que contengan cada una una misma proporción por ciento de sal A, son susceptibles de tener respectivamente esa cantidad A compuesta de una manera diferente. Ahora bien, se ignora la influencia que puede ejercer esa diferencia en los datos físicos que han servido para establecer las fórmulas de transformación $S_{\frac{t}{t}}$ en $S_{\frac{t_1}{t_1}}$. No se puede, pues, afirmar la exactitud física absoluta de esas fórmulas.

3. Admitiendo aun la homogeneidad de composición de la proporción variable de sal contenida en el agua de mar, las diferencias de las cantidades de sal en varias muestras son tan débiles, que Tornøe ², de tanta competencia en estas cuestiones

1. L. Schmelek, *On the solid matter in sea water* (Norwegian North Atlantic Expedition)

2. H. Tornøe, *On the amount of salt in the water of the norwegian sea*, (id.)

aconseja no hacer nunca dosificaciones de sal en las condiciones desfavorables de una instalacion a bordo, sino conservar las muestras en frascos de boca esmerilada i bien cerrados, con el objeto de analizarlas en tierra con todos los recursos de un laboratorio. Esas diferencias, casi insensibles, corresponden a variaciones considerables de las condiciones exteriores. El objeto definitivo que nos proponemos al estudiar la salinidad del mar consiste en investigar las relaciones que existen entre esa salinidad i las condiciones exteriores, i esas relaciones son las de grandes causas a pequeños efectos. El análisis químico, aun directo, es ya un instrumento poco delicado para tan ligeras diferencias, i al sustituirle una aproximacion calculada i por via indirecta, se introduce aun nuevas incertidumbres i se reemplaza, por decirlo así, un instrumento apénas suficiente por otro que lo es menos todavía.

Parece pues necesario, para tener datos libres de toda objecion, analizar directamente i por completo cada muestra, refiriéndose, no a volúmenes sino a pesos, i como es necesario llegar en definitiva a los volúmenes, se deberá, por un experimento subsiguiente, medir directamente el cambio de volúmen producido en cierto peso de agua de la muestra al pasar de la temperatura t en el momento de pesarse a la temperatura t' anotada *in situ*.

RELACION ENTRE LA DENSIDAD DEL AGUA DEL MAR I SU NIVEL.
Bouquet de la Grye ha hecho servir el conocimiento de la salinidad i de la temperatura del mar, es decir, su peso específico, al cálculo de su nivel i al estudio de las corrientes que las surcan ¹.

«Se puede, de una manera jeneral, buscar la forma que toma la superficie del océano segun la salinidad i temperatura de todas las partes que lo componen. Para considerar desde luego la primera faz de esta cuestion, ¿debe continuarse llamando nivel medio, en un puerto, al nivel obtenido por la media de cierto número de alturas tomadas en todas las estaciones? Evidentemente que no, porque no existe ni equilibrio de altura ni comparacion posible entre aguas saturadas diferentemente, i que tienen

1. Bouquet de la Grye, *Recherches sur la chloruration de l'eau de mer* (Annales de Chimie et de Physique, 1882).

densidades variables segun esa salobridad i su temperatura. No puede hacerse entrar en el mismo cálculo las aguas dulces que en la primavera se estienden por nuestras costas i las saladas de otras estaciones. En verano, una onda de marea, cuyo poder es representado por un peso i no por una altura, conducirá a cifras diferentes de las de invierno. I no vaya a creerse que las correcciones afectas a diferentes cloruraciones sean insignificantes. Cuando se busca hoy un nivel medio para operaciones de nivelacion, su valor debe darse casi al milímetro, como por ejemplo cuando se quiere estudiar los movimientos jeolójicos de una costa. Pues bien, para una diferencia de 15°, se ha tenido con la salinidad media 4 milímetros de diferencia por metro de altura. Si la marea tiene 5 metros, la sola correccion debida a la temperatura da diferencias de 2 centímetros, o sea el valor entero de una de las últimas ondas que se ha tenido en cuenta.

«En cuanto a la correccion debida a la diferencia de salobridad es mucho mayor; en Honfleur, en el Haávre, i sobre todo en Saint Nazaire, la cloruracion del agua puede hacer pasar la densidad de 1.028 a 1.012; para 5 metros de marca, la correccion es de 8 centímetros.

«Esas son las diferencias que hacen tan poco comparables las medias de las alturas de la marea obtenidas para largos períodos. En Brest, donde el mareógrafo funciona en la desembocadura del Penfeld, las medias anuales son discordantes.

«Agreguemos que cuando se trata del nivel de equilibrio¹, hai que hacer aun una correccion que es como la altura mínima del nivel del puerto, pues este último nivel queda el mismo para una gran estension del mar, mientras que la costa, a consecuencia de circunstancias locales, de los obstáculos que impiden el juego de las mareas, etc., presenta ondulaciones variadas; pero esta correccion no se aplica a los mares sin mareas ni a las puntas que avanzan en el océano.

«Cuando se busca el nivel de equilibrio del mar, es preciso

1. Importa distinguir el nivel medio de la superficie de equilibrio: aquel es igual a ésta aumentada con la fuerza viva media producida por las olas, el viento, etc. (Bouquet de la Grye).

pues tener en cuenta la densidad i nivel mínimo del lugar, i tener cuidado de completar las indicaciones suministradas por los mareógrafos, agregando para cada día la temperatura del mar i el peso del cloro que contiene en los momentos de alta i baja marea. Si sucediese que los observadores de los mareógrafos no pudiesen emplear la dosificación química, al menos deberán usar un densímetro bastante sensible para poder llegar a una cuarta decimal exacta.

«Los resultados obtenidos pueden reducirse en seguida por medio de un cuadro de conversion a la densidad correspondiente a una misma temperatura.

«El mar no es una superficie de nivel, si llamamos con este nombre a la que sería indicada por una nivelacion jeométrica o la que tendría el mar si tuviese en todas partes la misma densidad, abstraccion hecha de la influencia debida a la atraccion de los continentes.

«Se sabe ya que los mares que no tienen ancha comunicacion con los grandes océanos presentan diferencias de nivel bastante acentuadas; la nivelacion de Bourdaloue, partiendo del Mediterráneo i llegando al golfo de Gascuña, dió diferencias variables, pues las fuentes de informacion en los puertos eran poco precisas; pero, en suma, las cifras obtenidas indicaron todas una elevacion del océano.

«Se ha encontrado tambien por una nivelacion que el mar de Suez estaba mas elevado que el Mediterráneo, i se supone igualmente que el golfo de las Antillas lo está mas que el océano Pacífico.

«Las diferencias en las alturas de los mares son, pues, algo mas que suposiciones; pero como la medida directa de esas diferencias es mui difícil i como aun han ofrecido dudas los resultados obtenidos por un ingeniero eminente, no debe sorprender que un medio de medicion indirecta no se haya ejecutado aun. Es sin embargo mucho mas sencillo que el primero, pues con él no hai que tener en cuenta ni la elevacion de las olas, ni la fuerza viva debida a la traslacion de la onda de marea, ni las mismas mareas; parte del principio de que las diferencias de nivel provienen de los pesos variables de una misma altura de agua.

«Hai, en efecto, en todos los mares, equilibrio de pesos i tendencia solamente al equilibrio de nivel; pasa en grande lo que se observa en los islotes de arena esparcidos en medio del océano Pacífico, reposando sobre arrecifes madreporicos quebrados por todas partes. Cuando se hace un agujero en la arena, se encuentra agua dulce antes de llegar al nivel del Pacífico, agua que asciende i desciende siguiendo la marea, pero conservando tanto su elevacion propia que se la puede hacer escurrir al mar abriéndole un desagüe. Esa agua, rodeada por todas partes de aguas saladas, se eleva a causa de su menor densidad, no mezclándose con la del océano sino lentamente, precisamente a causa de esa diferencia de densidad i del frotamiento a través de las capas de arena, que es considerable. Existe equilibrio de peso i tendencia solamente al equilibrio de los líquidos en capas horizontales de igual densidad.

«En los grandes océanos, la detencion causada por la filtracion a través de algunos metros de arena es reemplazada por el frotamiento de las moléculas unas sobre otras en centenares de léguas; la tendencia al nivelamiento subsiste, pero las diferencias de altura son constantes, pues las causas que las producen obran de una manera continua. Cada molécula de agua, en realidad, corre continuamente hacia el punto preciso que indicaría su densidad siguiendo el camino de la línea de mayor pendiente, que es la de las mayores diferencias de densidad relativa.

«Por tanto, si se pesa en diferentes lugares de un océano hileras de moléculas líquidas en una altura bastante grande para que pueda considerarse la parte omitida como teniendo una densidad uniforme, se tendrá un elemento mui adecuado para dar una idea de la forma de la superficie del mar.

«Al examinar en los grandes océanos la escala decreciente de las temperaturas segun la profundidad, se ve desde luego una circunstancia que debe aumentar la precision de los resultados; el fondo del mar está caracterizado por una temperatura casi invariable i mui baja, en la cual el agua está próxima a su punto de contraccion máxima; una diferencia de 1° hacia 0° no produce mas que cerca del cuarto de la variacion que se encontraría de 19° a 20° ; luego, si la cloruracion es uniforme, se podría admitir que el agua situada mas abajo de cierta profundidad no tiene in-

fluencia directa sobre el movimiento. Es una masa que participa de él, pero no lo produce».

Como aplicacion de esta teoría, Bouquet de la Grye encontró 1.02 metro para la diferencia de nivel entre Brest i Marsella, confirmando así los resultados directos (1.08 metro) de la nivelacion de Bourdaloue.

PLANO INICIAL DE NIVELACION MARINA. — Se ve, por lo que precede, que la diferencia de nivel de dos localidades marinas está en razon inversa de las densidades respectivas del agua en esas dos localidades. Se objetará que asimilando así el agua de mar en esas dos localidades a líquidos de densidades diferentes contenidos en dos vasos comunicantes, se ignora a que profundidad se encuentra el plano de comunicacion inicial. Bien que pueda afirmarse que ese plano está situado a una pequeña profundidad, si se trata de fijar un punto de referencia absoluto, la objecion es discutible si se tiene en cuenta varias circunstancias, i, en particular, el aumento de densidad que experimenta por compresibilidad el agua de las profundidades; pero no existirá, si se trata solamente de diferencias de altura, dadas en relacion inmediata con la marcha de las corrientes marinas.

Para espresar gráficamente el resultado de medidas directas; para trazar, como en topografía terrestre, el perfil entre dos puntos cualesquiera de la superficie del mar, construir la carta orográfica del océano i obtener así una nocion de las líneas de mayor pendiente seguida por el agua de las corrientes marinas, como lo hace en tierra el agua de los rios, importa mucho tener un plano inicial. Ahora bien, nada impide que se tome un plano situado, no debajo, sino encima de la superficie del agua. Se escojerá con ese objeto el plano de densidad de 1.0000, i se referirá a dicho plano las densidades medidas, contando en las perpendiculares a ese plano, i debajo de él, longitudes proporcionales a los valores de las densidades. El conjunto de los puntos así obtenidos constituirá la superficie mas o menos accidentada del océano. En el perfil, cortado por una seccion cualquiera de la superficie, no se podrá, es verdad, determinar en valor absoluto la diferencia de altura entre dos puntos, pero no cabrá duda de que el perfil representado será

semejante, en la acepcion matemática de la palabra, al perfil verdadero del océano en cuanto a la densidad. En otros términos, será un perfil cuya escala sola será desconocida.

Es preciso no olvidar que el nivel de la superficie del océano varía en realidad a cada instante. Estrictamente hablando, una nivelacion marina no es exacta sino cuando sus acotaciones están tomadas en la misma época; no se deberá, pues, emplear mas que las densidades medidas en una misma estacion o durante un mismo mes. Mientras mas se aproximen las acotaciones a esa condicion ideal de ser tomadas simultáneamente, tanto mas precisa resultará la carta orográfica, i, por consiguiente, dará mucho mejor cuenta de los fenómenos.

La densidad, es decir el peso en gramos del litro de agua de mar en el punto i en el momento mismo donde se observa, es una funcion compleja de la temperatura i de la salinidad. Esos dos elementos, variables en cada medida, son inseparables, pues, por ejemplo, un agua mui caliente i mui salada puede poseer la misma densidad i estar por consecuencia absolutamente nivelada con otra mui poco salada pero mui fria. En definitiva, se compara $S_{\frac{t}{4}}$ en un punto del océano con $S_{\frac{t}{4}}$ en el mismo momento i en otro punto del océano. El areometro suministra en ambos casos la densidad con relacion al agua destilada a 4°. El instrumento es fácil de manejar i permite operar con una rapidez i precision incomparablemente superiores a la de una dosificacion de sal, cualquiera que sea el método elegido. Su única correccion es la relativa a su propia dilatacion, pues está sumerjido en una agua de temperatura diferente a la que poseía en el momento en que se le graduó. Esta correccion es fácil para un areómetro ordinario, pues entra en el cálculo necesario para un instrumento del modelo *Challenger* que, propiamente hablando, no suministra la densidad misma, sino solamente datos suficientes para valuarla. El areómetro para las nivelaciones en la superficie del mar corresponde por tanto mui bien al barómetro para las nivelaciones en la superficie de los continentes.

APLICACION A LA CORRIENTE DEL GULFSTREAM.—Maury había supuesto que los bancos de Terranova estaban formados por los

despojos acarreados desde las rejiones polares por los témpanos venidos del norte al impulso de la corriente del Labrador, i que, después de haber contorneado la costa oriental de Terranova, se habían fundido al contacto de las aguas calientes del Gulfstream; dejando caer en el fondo los detritus minerales de que venian cargados. Se admitía además que la corriente fria dirigida de norte a sur pasaba por debajo del Gulfstream, del oeste al este, e iba a mezclarse con las aguas profundas del Atlántico. El estudio oceanográfico i jeológico de las rejiones submarinas que rodean a Terranova, así como los de la isla misma, han probado que los despojos minerales proceden en su mayor parte de las costas vecinas de donde han sido segregados por las heladas. Transportados por los hielos costeros, descienden en la costa oriental i sobre todo en la occidental de la isla, bajo el impulso de la corriente del rio Cabot, comprendiendo bajo ese nombre la masa de agua procedente del golfo de San Lorenzo que desemboca en el océano por el estrecho de Cabot, i vienen a fundirse en contacto con las aguas calientes del Gulfstream. Pero las densidades tomadas en varios puntos ¹ han probado que ni esa corriente del rio Cabot, ni la del Labrador se sumerjen debajo del Gulfstream ²; sus aguas, aunque frías, son poco saladas a causa de la fusion de los hielos polares, de la mezcla de las aguas dulces del San Lorenzo con las aguas de toda la isla de Terranova, que por su constitucion i su clima puede compararse a una esponja; su densidad es la misma que la de las aguas del Gulfstream. Resulta que las aguas de la corriente del Labrador se confunden con las del Gulfstream, la entibian, detienen en parte su impulso i las obligan a esparcirse en forma de

1. J. Thoulet, *Sur la mesure de la densité de l'eau de mer; considérations sur le régime des courants marins qui entourent l'île de Terre-Neuve.* (Annales de Chimie et de Physique).

2. La exploracion de la corriente del Labrador i del Gulfstream hecha en julio de 1889 por la goleta *Grampus*, de la comision de pesca, parece haber demostrado que el paso de las aguas frias de la corriente proveniente del norte debajo de las aguas calientes del Gulfstream se efectúa progresivamente hasta las proximidades del estrecho de la Florida, de manera que esas aguas frias van a juntarse en las profundidades del medio del Atlántico, esplicando, entre otras particularidades, la pendiente en sentido inverso que limita en el seno del océano las aguas del Gulfstream.

abanico i a repartir la inmensa cantidad de calor que tienen almacenada, no en un solo punto de Europa, que quedaría convertido en una gran estufa, sino en toda la Europa occidental templando su clima.

Las densidades encontradas durante los meses de verano por el *Challenger* i por Thoulet a bordo de la *Clorinde*, en 1866, han permitido trazar (fig. 85) un perfil longitudinal *A B C D E F G* i tres perfiles transversales *a b C c d e*, *a' b' c' B d' e' f'* i *a'' b'' A f''* del Gulfstream. Esas figuras muestran el curso del rio marino que desciende desde las alturas de las costas de América hasta las llanuras representadas por las aguas de las rejiones centrales del Atlántico, la existencia de la corriente que va de norte a sur a longo de la costa norteamericana, el límite llamado *cold-wall*, la cresta que sirve de arista medianera al rio i por fin la pendiente lateral hacia el este i el centro del Atlántico que arrastra a ese lado i hasta las latitudes setentrionales de la Islandia i del Spitzberg los objetos flotantes procedentes del golfo de Méjico, del mar Caribe i de la América ecuatorial.

CARTAS DE PESOS ESPECÍFICOS.— Se ha construido cartas de las áreas de igual densidad del agua del mar, en la superficie i en las profundidades. Se encuentran varias en las memorias del *Challenger*¹. La manera de representacion adoptada parece dar lugar a algunas objeciones.

Los pesos específicos medidos en la superficie del Océano durante toda la campaña del *Challenger*, en verano e invierno, i durante tres años, están inscritos en una misma hoja; sin embargo, es evidente que la densidad en un punto dado, siendo funcion de la temperatura, varía segun las estaciones, es decir continuamente, i que no es comparable con una densidad tomada en otro punto, aunque sea próximo, en una época diferente. Para ser de verdadera utilidad, una carta de este jénero debe ser hecha para un solo mes. Los pesos específicos son reducidos a una temperatura

1. Buchanan, *Report on the specific gravity of samples of Ocean water* (Report on the scientific results of the voyage of H. M. S. *Challenger*, *Physics and Chemistry*).

normal (15.56°). De una manera jeneral, nada es mas susceptible de disminuir la utilidad de una carta semejante que la reduccion de las cifras que representa a una media cualquiera. Suponiendo aun que las densidades estén tomadas simultáneamente en el globo entero, cuando se desea descubrir las causas o las leyes de la variacion de una variable, no hai que hacer artificialmente esa variable todo lo constante posible, es decir, suprimir anticipadamente la variacion. Una carta debe espresar los resultados de la observacion, lo que existe en realidad, i cuando está construida en las condiciones enunciadas mas arriba, representa desde luego lo que no es, lo que no será jamás, porque sería la inmovilidad, cuando por el contrario lo que se trata de figurar i estudiar son los movimientos.

Las cartas de densidades en profundidad por curvas isopíneas merecen lás mismas críticas: con mucha frecuencia contienen datos para épocas mui separadas unas de otras, las cifras están reducidas a la temperatura normal i no están corregidas de la presion. Por eso se observa con asombro la superposicion de capas cuya densidad crece de abajo a arriba, espacios aislados, intercalaciones de agua pesada en medio de otra lijera o inversamente. La correccion de la presion es indispensable, pues el agua, a una profundidad de 1000 metros por ejemplo, no tiene la densidad que indica un areómetro sumerjido en esa agua a bordo de un buque, sino esa densidad aumentada por la compresion que experimenta el agua por esos 1000 metros que pesan sobre ella. El agua medida sobre cubierta es inerte, mientras que la del fondo desempeña un papel en la naturaleza. Si se cuida de tomar por densidad de las aguas el valor $S_{\frac{t}{4}}$, siendo t la temperatura en su sitio, i si se corrige de la presion, se obtiene diagramas de notable sencillez que son la espresion de la verdad, de un hecho real, haciendo sensible a los ojos la manera como varía con la profundidad el peso de un litro de agua tomado a una profundidad cualquiera.

El diagrama (fig. 86) muestra la distribucion de la densidad en profundidad de norte a sur al través del Atlántico; las cifras son las del *Challenger*, corregidas como se ha dicho. Esta carta difiere

singularmente de las que se ha publicado. Se ve cuan regulares son las líneas, aun haciéndoles representar variaciones de una unidad de cuarto orden en el valor de las densidades; las capas de igual densidad o isopíneas ofrecen aun algunas ondulaciones superficiales, igualándose i superponiéndose en seguida regularmente por orden de densidades crecientes de la superficie al fondo. Entre los 125 valores que han servido para construir el diagrama, solamente tres veces ha sucedido una densidad pequeña a una densidad mayor colocada encima i la diferencia ha sido de 0.00041, 0.0005 i 0.0007, es decir, no afectando mas que a la cuarta decimal, que en rigor es siempre discutible, aun admitiendo que no haya habido un error de lectura. Las capas profundas son pues notablemente calmas ¹; las variaciones no tienen lugar mas que a una débil profundidad, lo que hace fácil las medidas de densidades, así como sería necesario tomar, para dilucidar las leyes de la evaporacion i de la caída en profundidad, moléculas de agua hechas mas pesadas a consecuencia de su concentracion en sal. Aunque ese descenso debe verificarse, es mui probable que tenga una importancia mucho menor del que se le atribuye i que sus efectos son ocultados por las corrientes i la agitacion superficial debida a los vientos.

1. Si se compara la figura 86 con la carta de las isotermas de la misma seccion del Atlántico, se nota que en esta última las curvas no son horizontales i que presentan notables anomalías cerca del fondo en los puntos correspondientes a las observaciones del 3 de mayo de 1876 i del 6 de abril de 1875. Ahora bien, estas anomalías desaparecen en la carta perfectamente regular de las densidades, i como por otra parte la densidad es funcion de la temperatura i de la compresion, resulta que en esos puntos el agua de mar debe tener una composicion diferente de la que posee en las capas superyacentes. Esto hecho parece confirmar los esperimentos de Dittmar i de Buchanan, que han visto que ciertas muestras de agua recojidas en grandes profundidades por el *Challenger* poseían una reaccion ácida. Habría entonces mezcla de agua salada i de ácido carbónico proveniente de emanaciones volcánicas submarinas i liquidadas por la presion Véase a este propósito el trabajo de Thoulet titulado: *De quelques objections á la théorie de la circulation verticale océanique* (Revue générale des sciences pures et appliqués, juillet 1890).

En resúmen, las cartas de igual densidad serían de estrechado interés si reuniesen la condición de ser hechas para cada uno de los doce meses del año a la de ser la expresión rigurosa de la verdad, es decir, de representar con cuatro decimales las densidades *in situ* en la superficie i en profundidad, o en otros términos, reducidas a la temperatura indicada por el termómetro descendido al mismo tiempo que la botella para recojer la muestra i corregidas de la presión.

4. — P R E S I O N

COMPRESIBILIDAD DEL AGUA DE MAR.—El estudio de la compresibilidad del agua de mar fué hecho en la misma época, en 1851, por Wertheim, en sus medidas de la velocidad de propagación del sonido en los líquidos, i por Grassi¹. Este operó por medio del mismo piezómetro que había ya servido a Regnault en estudios análogos. El instrumento consiste en un recipiente de vidrio o cristal, de forma regular, esférica o en cilindro terminado por dos medias esferas, soldado a un tubo delgado sumergido en el agua de un recipiente de cobre rojo cerrado con una tapa bien ajustada. A voluntad puede ejercerse la presión en el interior o en el exterior del piezómetro o en ambas partes al mismo tiempo, midiendo cada vez el cambio de nivel del líquido que llena el piezómetro.

Siendo la compresibilidad la disminución esperimentada por la unidad de volumen, una agua de mar artificial de una densidad de 1.0264 a 20° tenía por compresibilidad 0.0000436 por atmósfera de presión. Wertheim encontró 0.0000467. Según la cifra de Grassi, como una agua de densidad igual a 1.026 esperimenta ya una

1. Grassi, *Recherches sur la compressibilité des liquides* (*Annales de physique et de chimie*, t. 31, 3^a serie).

presión de 1 atmósfera a la profundidad de 10.07 metros, la contracción de volúmen será $\frac{0.0000436}{10.07} = 0.00000432$ a 1 metro de profundidad i a n metros será de $0.00000432 n$.

Grassi encontró además que la compresibilidad de una disolución salina, i el agua del mar está en este caso, aumenta con la temperatura, al contrario de lo que tiene lugar para el agua destilada. La compresibilidad correspondiente a 1 atmósfera es constante, cualquiera que sea la presión; en fin, para las diversas disoluciones de una misma sal, la compresibilidad es tanto menor cuanto mayor es la cantidad de sal; en otros términos, la compresibilidad es tanto mas considerable cuanto mas alejada está la disolución de su punto de saturación ¹.

El profesor Tait ² volvió al estudio de esa cuestión, llegando a manifestar que la verdadera compresibilidad del agua de mar a 12° era dada por la fórmula:

$$0.00666 (1 - 0.034 p),$$

en la cual p es el número de toneladas inglesas por pulgada cuadrada de superficie que comprime al agua, es decir, representa de una manera mui aproximada la profundidad en millas debajo de la superficie.

Así, para 1 tonelada inglesa equivalente a 1016.048 quilógramos, un cubo de 1 pulgada en la superficie será:

$$1 - [0.00666 (1 - 0.034)] = 0.993567.$$

La densidad, aun suponiéndola igual a 1.026 en la superficie, será, en la profundidad donde la presión es de 1 tonelada, es decir, a 1535 metros, igual a 1.0326.

1. Cailletet ha medido el coeficiente de compresibilidad del agua destilada privada de aire de densidad igual a 1000, i lo ha encontrado igual a 0.0000451 a 8° i con una presión de 705 atmósferas, valor no corregido de la contracción del recipiente. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1872).

2. Proceedings of the Royal Society, Edimburgo, núm. 114.

De donde, por metro de profundidad, la compresibilidad será 0.00000430.

Los valores de la compresibilidad del agua de mar dados por Wertheim, Grassi i Tait, son, pues, mui aproximados unos a otros.

En 1875 a bordo del *Challenger*, Buchanan hizo algunos experimentos sobre la compresibilidad del agua; se sirvió para ese objeto de su piezometro lleno de agua destilada, amarrándolo a la sondalesa al lado de un termómetro. Conociendo la profundidad por la longitud de la sondalesa que se había arriado, la presión por la profundidad, i la temperatura por el termómetro, las comparaba con la indicación suministrada por el índice del piezometro i podía tratar de valuar la relación existente entre esas tres cantidades. Veinte experimentos verificados en el Pacífico del Sur a profundidades que variaban entre 500 i 2300 brazas, i con temperaturas comprendidas entre 1.4° i 4.03°, fijaron la compresibilidad media del agua en 0.0008986 para 100 brazas, o sea 0.000004913 para 1 metro. En el Pacífico del norte, para profundidades comprendidas entre 2740 i 3125 brazas, esa compresibilidad no fué mas que de 0.000878, o sea 0.000004801 para 1 metro, i por consiguiente un poco menor que la precedente.

PRESIÓN EJERCIDA EN LAS CAPAS PROFUNDAS DEL OCÉANO 1.—

Si 1 atmósfera es la presión ejercida al nivel del mar i en la latitud de 45° por una columna de mercurio a la temperatura de 0° i de 76 centímetros de altura, admitiendo que 1 braza es igual a 1.82876694 metro i que la densidad del mercurio a 0° es de 13.5959, i si S representa la densidad del agua tomada con relación al agua destilada a 4°, la presión ejercida por 1 braza de agua del mar será:

$$\frac{1.82876694}{13.5959} \cdot \frac{S}{0.76} = 0.1769851 S \text{ atmósferas,}$$

al nivel del mar i en 45° de latitud.

1. H. Mohn, *The North Ocean, its depths, temperature and circulation.* (Obra citada).

Representando por $a_0 = 0.1769851$ el factor constante, 1 atmósfera equivaldrá a una presión en brazas de

$$\frac{1}{a_0 S} \quad \text{o bien} \quad \frac{5.6502}{S}$$

La presión ejercida por una braza de agua del mar es proporcional a la fuerza de la gravedad, que varía con la latitud i con la profundidad debajo de la superficie del océano. Ahora bien, esa variación de la fuerza de la gravedad con la latitud se espresa por la fórmula ¹:

$$g_\varphi = g_{45} (1 - \beta \cos 2 \varphi)$$

siendo g_φ la intensidad de la gravedad al nivel del mar en la latitud φ , g_{45} la intensidad de la misma al nivel del mar en la latitud de 45° i $\beta = 0.00259$ una constante.

Pero la fuerza de la gravedad varía con la profundidad a que se encuentre en el seno del océano la capa que se considere, pues a consecuencia de la compresibilidad aumenta también la densidad de esa capa con la profundidad. De manera que esa fuerza de la gravedad, en la latitud φ i en la profundidad h , será representada por la espresion

$$g_{\varphi h} = g_{45} (1 + \beta \cos 2 \varphi) (1 + b h)$$

poniendo el coeficiente constante $b = \frac{1}{R} \left(2 - 3 \frac{d_0}{D} \right)$, donde $R = 3476982$ brazas a la latitud de 70° es el radio terrestre, $d_0 = 5.6$ la densidad media de la tierra, o en otros términos,

$$b = 0.00000041698.$$

La densidad del agua de mar en las profundidades es necesariamente mayor que en la superficie, puesto que esa agua está comprimida por el peso de las capas que la cubren. Si la presión en cierto punto de la profundidad es de p atmósferas, $S_0 \left(S \frac{p}{4} \right)$

1. J. J. Broch, *Accélération de la pesanteur, etc.* (Mémoires et travaux du Bureau international des poids et mesures).

la densidad a la presión de 1 atmósfera, el valor de la densidad S_p a la presión de p atmósferas, es decir, a la profundidad h , será:

$$S_p = \frac{S_0}{1 - \eta p}$$

El coeficiente de compresibilidad del agua pura depende de la temperatura t y de la presión; admitiendo que el agua del mar está sometida a las mismas leyes, podremos poner

$$\eta = (\eta_0 - 0.159 t - 0.000314 t^2) (1 - 0.00009325 p),$$

en la que t es la temperatura del agua, p la presión que experimenta en atmósferas y η_0 el coeficiente de compresibilidad a 0° y bajo la presión atmosférica ordinaria, el cual es, a 17.5° y para el agua de mar de densidad de 1.0264 , según Regnault, 46.4787×10^{-6} , según Buchanan 46.291×10^{-6} , y según Tait 46.392×10^{-6} , siendo por término medio 46.387×10^{-6} .

En esas condiciones, la presión dp que ejerce bajo la acción de la gravedad una columna vertical de agua de dh de altura, siendo proporcional a la fuerza de la gravedad, se tiene

$$dp = a_0 \frac{S_0}{1 - \eta p} dh \frac{g \cos \varphi}{g_{45}} = a_0 \frac{S_0}{1 - \eta p} (1 - \beta \cos 2\varphi) (1 + bh) dh$$

Si se integra esta ecuación entre los límites $h=0$ y $h=h$ adoptando para la densidad del agua un valor constante Σ igual a la media de las densidades de las capas superyacentes, tendremos

$$p_{\varphi h} = \frac{a_0 \Sigma (1 - \beta \cos 2\varphi) \left(1 + \frac{1}{2} bh\right)}{1 - \frac{1}{2} \eta p_{\varphi h}} h.$$

Se puede, para simplificar la expresión, reducirla a la latitud normal de 45° , lo que dará

$$p_{45 H} = \frac{a_0 \Sigma \left(1 + \frac{1}{2} bH\right)}{1 - \frac{1}{2} \eta p_{45 H}} H,$$

representando H la profundidad en estas condiciones de simplificación.

El interior del océano está evidentemente dividido en capas de igual presión, siendo fácil comparar la profundidad de una de esas capas en una latitud cualquiera del globo con la profundidad donde se encuentre en la latitud de 45°, poniendo

$$P_{\varphi h} = P_{45 H}$$

o bien

$$(1 - \beta \cos \varphi) \left(1 + \frac{1}{2} b h\right) h = \left(1 + \frac{1}{2} b H\right) H,$$

de donde

$$h = \frac{H}{1 - \beta \cos 2\varphi}.$$

Siendo el denominador mayor que la unidad para las latitudes superiores a 45°, resulta que la profundidad de una misma superficie de igual presión o de igual nivel será tanto menor cuanto mas elevada sea la latitud. Esto es lo que muestra el cuadro siguiente, que indica en brazas la profundidad de varias superficies de nivel en diversos paralelos:

LATITUD 45°	LATITUD 60°		LATITUD 70°		LATITUD 80°	
H	h	H-h	h	H-h	h	H-h
100 br.	99.87	0.13	99.80	0.20	99.76	0.24
500	499.35	0.65	499.01	0.99	498.78	1.22
1000	998.91	1.29	998.02	1.98	997.57	2.43
1500	1498.06	1.94	1497.03	2.97	1496.35	3.65
2000	1997.41	2.59	1996.03	3.97	1995.14	4.86

Siendo la densidad del agua de mar en la profundidad H i a la presión de p atmósferas, como hemos visto

$$S_H = \frac{S_0}{1 - \eta p}$$

se puede ponerla bajo la forma

$$S_H = S(1 + \varepsilon H),$$

o bien

$$S_H = S(1 + 0.0000085248 H).$$

Todas esas fórmulas deben ser divididas por el número constante 1.82876694 para expresarlas en metros, de manera que n representa la profundidad en metros, la última fórmula quedará

$$S_H = S\left(1 + \frac{0.0000085248}{1.82876694} n\right).$$

o tambien

$$S_H = S(1 + 0.0000046614 n).$$

CORRECCION DE PRESION PARA LAS DENSIDADES.—La fórmula sirvió para calcular el cuadro siguiente, que da la corrección de presión, es decir, el número por el cual se deberá multiplicar la densidad encontrada para una agua tomada a la profundidad de n metros, con el objeto de tener en cuenta la presión ejercida por las capas superyacentes.

METROS	BRAZAS	CORRECCION	METROS	BRAZAS	CORRECCION
20	10.94	1.00009	550	300.75	1.00256
25	13.67	1.00012	600	328.09	1.00280
30	16.40	1.00014	650	355.43	1.00303
35	19.14	1.00016	700	382.77	1.00326
40	21.87	1.00019	750	410.11	1.00350
45	24.61	1.00021	800	437.45	1.00373
50	27.34	1.00023	850	464.79	1.00396
55	30.07	1.00026	900	492.13	1.00419
60	32.81	1.00028	950	519.47	1.00443
65	35.54	1.00030	1000	546.82	1.00466
70	38.28	1.00033	1100	601.50	1.00513
75	41.01	1.00035	1200	656.18	1.00559
80	43.75	1.00037	1300	710.86	1.00606
85	46.48	1.00040	1400	765.54	1.00652
90	49.21	1.00042	1500	820.22	1.00699
95	51.95	1.00044	1600	874.92	1.00746
100	54.68	1.00047	1700	929.59	1.00792
110	60.15	1.00051	1800	984.27	1.00839
120	65.62	1.00056	1900	1038.95	1.00886
130	71.08	1.00060	2000	1093.63	1.00932
140	76.55	1.00065	2200	1203.00	1.01025
150	82.02	1.00070	2400	1312.36	1.01119
160	87.49	1.00074	2500	1367.04	1.01165
170	92.96	1.00079	2600	1421.72	1.01212
180	98.43	1.00084	2800	1531.09	1.01305
190	103.89	1.00088	3000	1640.45	1.01398
200	109.36	1.00093	3200	1749.81	1.01491
220	120.30	1.00102	3400	1859.18	1.01585
240	131.23	1.00112	3500	1913.86	1.01631
250	136.70	1.00116	3600	1968.54	1.01678
260	142.17	1.00121	3800	2077.90	1.01771
280	153.11	1.00130	4000	2187.27	1.01864
300	164.04	1.00140	4500	2460.68	1.02098
320	174.98	1.00149	5000	2734.08	1.02331
340	185.91	1.00158	5500	3007.49	1.02564
350	191.38	1.00163	6000	3280.90	1.02797
360	196.85	1.00168	6500	3554.31	1.03030
380	207.79	1.00177	7000	3827.72	1.03263
400	218.73	1.00186	7500	4101.13	1.03496
450	246.07	1.00210	8000	4374.53	1.03729
500	273.41	1.00233			

PIEZÓMETRO DE BUCHANAN. — Este sabio ideó un piezómetro de que se sirvió con ventajas Mohn en 1877 i en 1878, durante las dos últimas campañas del *Vöringen*, ya como termómetro de profundidad, ya para comprobar las correcciones de presión que hai que aplicar a los termómetros Miller-Casella.

Dicho instrumento (fig. 87) es un termómetro de mercurio cuyo recipiente A, de volumen mui considerable, no está protegido contra la presión exterior; el asta, dividida en milímetros i dos veces encorvada sobre sí misma, está llena de agua pura de B a C i en seguida de mercurio, i su estremidad, abierta, está sumerjida en la ampolla D llena de mercurio. Esta última es esférica i su cuello rodea la estremidad del asta. Un trozo de tubo de caucho E la une a dicha asta, i para que el agua pueda penetrar libremente i ejercer su presión sobre el mercurio de la ampolla, se intercala el tubo de vidrio H entre el asta del termómetro i el tubo de caucho. Un índice I, atraible con el iman, sigue los movimientos de subida de la columna mercurial, pero queda inmóvil durante su descenso; las cifras indican centímetros. El instrumento está fijado a una placa de ebonita i, cuando se emplea en el mar, se le encierra en un estuche de cobre.

La division en la cual se detiene la estremidad de la columna mercurial C depende de la temperatura i de la presión. Se determina las cifras indicadas a diversas temperaturas, bajo la presión atmosférica, comparando el piezómetro con un termómetro majistral. En el instrumento de Mohn una variación de 1° correspondía a unos 3 milímetros. Cuando se le sumerje a cierta profundidad, la presión comprime al vidrio, al agua pura del tubo i al mercurio, de manera que a una temperatura dada, el extremo C de la columna mercurial indica valores mayores, es decir, muestra una temperatura mas baja que en el aire, porque el efecto debido a la compresibilidad del agua predomina. Para 100 brazas de profundidad, la corrección de temperatura positiva era de 0.15° o sean 0.4 milímetros de la escala. Como en el mar la temperatura decrece jeneralmente con la profundidad, la lectura de la division marcada por la estremidad inferior del índice convertida en temperatura i corregida de la influencia de la presión dará la temperatura buscada de la capa profunda.

La correccion relativa a la presion se valúa de la manera siguiente:

La comparacion del piezómetro con un termómetro majstral, permite establecer una fórmula en la cual se representa por

C el volúmen interior del piezómetro a 0° i a partir de la division 0 mm. en el tubo capilar,

c el volúmen comprendido entre dos divisiones o el correspondiente a la altura de 1 mm. de tubo capilar,

m_0 la lectura del piezómetro (extremo del mercurio) a 0° ,

m_t la lectura del piezómetro a t° ,

α i β constantes relativas a la dilatacion cúbica de la cubierta de vidrio,

v_0 el volúmen del agua a 0° , a la presion atmosférica,

v_t el volúmen del agua a t° , a la presion atmosférica,

$$\frac{v_t}{v_0} = \frac{(C - cm_t)(1 + \alpha t + \beta t^2)}{C - cm_0}$$

o bien

$$m_0 + \left(\frac{C}{c} - m_t\right) \frac{v_0}{v_t} t + \left(\frac{C}{c} - m_t\right) \frac{v_0}{v_t} t^2 \beta = \frac{C}{c} - \left(\frac{C}{c} - m_t\right) \frac{v_0}{v_t}$$

Segun esa fórmula i los datos suministrados por la esperiencia, se ha encontrado los valores

$$m_0 = 11.398018,$$

$$\alpha = 0.000025813,$$

$$\beta = -0.0000003603,$$

pudiéndose por tanto valuar a m_t por la fórmula

$$m_t = \frac{C}{c} - \left(\frac{C}{c} - m_0\right) \frac{v_t}{v_0} \frac{1}{1 + \alpha t + \beta t^2}$$

i como, segun Broch,

$$\frac{v_t}{v_0} = \begin{cases} 1 - 0.000060306 t + 0.0000079279 t^2 - 0.000000042604 t^3 \\ 1 - \alpha t + \beta t^2 - \gamma t^3 \end{cases}$$

se tiene

$$m_t = \frac{C}{c} - \left(\frac{C}{c} - m_0 \right) [1 - (a + \alpha) t + (b - \beta + \alpha^2) t^2 - ct^3]$$

Tratemos ahora de valuar la presión en función de la profundidad.

Si representamos por

h la profundidad en brazas (1 braza = 1.82876694 m.),

b el crecimiento en intensidad de la gravedad por braza, o sea el valor constante 0.00000041698,

φ la latitud,

β una constante = 0.00259,

S la densidad del agua de mar en la profundidad h (relacionada con el agua destilada a 4°),

Σ la densidad media del agua en la extensión de la columna de agua que ejerce su presión,

a_0 una constante = 0.1769851,

γ' i ε' constantes que expresan la compresibilidad del agua mar,

p la presión en atmósferas en la profundidad h ,

tendremos

$$d_p = \frac{a_0 S (1 - \beta \cos 2\varphi) (1 + bh) dh}{1 - \gamma' p + \varepsilon' p^2};$$

integrando, se tiene

$$p = \frac{a_0 \Sigma (1 - \beta \cos 2\varphi) (1 + \frac{b}{2} h)}{1 - \frac{\gamma'}{2} (1 - \frac{2\varepsilon'}{3\gamma'} p) p} h;$$

ahora bien, según Regnault i Buchanan,

$$\gamma' = 46.385 - 0.1590 T - 0.000314 T^2$$

ε para el agua pura = 0.006107 millonésimas

de donde

$$\frac{\varepsilon'}{\eta'} = \frac{\varepsilon}{\eta_0} = 0.0001218,$$

i

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{\varepsilon'}{\eta'} = 0.00008118.$$

Mohn, por experimentos directos en el mar, midió a η' i a p por aproximaciones sucesivas, obteniendo así la tabla siguiente:

h	φ	Σ	T	η' en millonésimas	p en atmósferas
93	78°2'	1.02694	2.8°	45.937	16.95
416	78 2	760	2.0	46.066	75.97
1216	74 58	786	0.26	46.344	222.89
1280	72 36	786	-1.07	46.555	234.66
1333	77 58	781	-0.66	46.490	244.48
1343	78 1	781	-0.66	46.490	246.33
1487	76 30	782	-1.20	46.575	272.90
1590	75 1	787	-0.78	46.500	291.93
1686	76 25	774	-1.36	46.602	309.66
1985	75 16	1.02765	-1.40	46.607	365.01

DETERMINACION DE LA COMPRESIBILIDAD DEL AGUA EN EL PIEZÓMETRO.—Representando por

t la temperatura en el fondo del mar,

m la lectura del piezómetro (temperatura t) a la presión atmosférica,

m' la lectura del piezómetro (temperatura t) en el fondo indicado por la posición del índice,

η_0, ε i α constantes (α = coeficiente de compresibilidad del vidrio),

C, c, α, β, p las mismas cantidades que antes, se tiene

$$\left(\frac{C}{c} - m\right) \eta^t p - \left(\frac{C}{c} - m\right) \varepsilon p^2 - \left(\frac{C}{c} - m'\right) \alpha p = m' - m;$$

ahora bien,

$$\eta_t = 50.153 - 0.1590 t - 0.000314 t^2 \text{ millonésimas,}$$

$$\varepsilon = 0.00623600 \times 10^{-6},$$

$$x = 0.7963205 \times 10^{-6},$$

segun observaciones hechas por Mohn directamente en el piezómetro sumergido en el mar al lado de un termómetro, de manera que la observacion del piezómetro da la presion por la fórmula

$$p = \frac{m' - m}{\left(\frac{C}{c} - m\right) (\eta_t - \varepsilon_p) - \left(\frac{C}{c} - m'\right) x},$$

i cuando la presion es conocida se obtiene la profundidad en brazas por la fórmula

$$h = \frac{1 - \frac{\eta'}{2} \left(1 - \frac{2}{3} \frac{\varepsilon}{\eta} p\right) p}{a_0 \Sigma (1 - \beta \cos 2 \varphi) \left(1 + \frac{b}{2} h\right)^p}$$

Se ve cuan largos i laboriosos son estos cálculos; la mayor parte de las constantes no se aplican mas que a un solo instrumento siendo necesario calcularlas de nuevo para otro piezómetro; ademas el instrumento parece ser difícil de construir, porque de tres ensayados por Mohn, uno solo funcionaba convenientemente. El piezómetro podrá prestar servicios para comprobar sondas ejecutadas con una piola, que presenta siempre, bajo la influencia de las corrientes, una curvatura notable, causa de incertidumbre respecto de la profundidad alcanzada; pero no puede hacerse la misma objecion a las sondas ejecutadas con alambres de acero, únicos usados hoy para las grandes profundidades.

SUPERFICIE LÍMITE, SUPERFICIE DE DENSIDAD ¹.—Supongamo un océano constituido por una multitud de tubos ríjidos verticales estendiéndose desde la superficie hasta el fondo; si el agua tu-

1. Mohn, *The North Ocean*, etc.

viera la misma densidad en todo ese océano, la altura sería la misma en todos los tubos; pero si la densidad es diferente, lo que realmente sucede siempre, la altura en cada tubo será inversamente proporcional a la densidad media de la columna de agua que se extiende desde el fondo hasta la superficie.

El agua de mar es mas lijera a longo de costas i mas pesada afuera, de donde resulta que el nivel será mas elévado en las cercanías de tierra, de manera que si NNN (fig. 88) es una superficie de nivel, la superficie del agua en el conjunto de los tubos coincidirá con OOO , i como la presión en el punto mas profundo debe ser la misma en todos los tubos, las alturas OB i OB' estarán en la misma relacion que la de la densidad en OB' i en OB .

OOO es una superficie de igual presión; en el punto mas profundo B , la superficie $B'BB'$ coincidirá con la superficie de nivel; mientras que en una profundidad intermedia, una superficie de igual presión tendrá una curvatura intermedia entre la de la superficie OOO i la superficie de nivel. Todas las superficies de igual presión estarán escavadas en el centro i elevadas en los bordes.

Supongamos que todas las paredes de los tubos se trasformen en agua que tenga la misma densidad que la de la capa mas próxima: la superficie OOO no podrá permanecer fija, sino que, siguiendo la pendiente, las movedizas moléculas de agua se deslizarán hacia el centro de la cuenca sobre todas las capas de igual presión, dando lugar a una corriente que tendrá por efecto disminuir la depresión del mar, i la superficie OOO será reemplazada por la superficie cóncava TTT .

Pero entonces la presión en la profundidad será modificada. La presión, que era anteriormente constante en la superficie de nivel $B'BB'$ no lo será ya; habrá aumentado en B , puesto que la masa de agua superyacente habrá aumentado, disminuyendo en B' , puesto que la columna de agua que está encima de ese punto habrá tambien disminuido. Se producirá, pues, un máximo de presión en B i un minimum en B' ; la disposición de la presión será inversa de lo que es en la superficie del agua, i la superficie de igual presión será convexa en vez de cóncava. Entre las dos deberá encontrarse una superficie de transición $N'N'$, que será la de nivel i a la cual se da el nombre de superficie límite.

El gradiente, o la diferencia de presión, aumenta desde la superficie de nivel $N'N'$ hasta la superficie exterior en la dirección del centro; aumenta desde $N'N'$ hasta el fondo, aunque en una dirección escéntrica, es decir, del centro hacia los bordes.

Una corriente se manifestará, pues en el sentido de las flechas (fig. 89). Será, sin embargo, modificada por el desvío causado por la rotación de la tierra, la fuerza centrífuga, la inercia i el frotamiento. Como el movimiento es uniforme, podemos despreñar la inercia; el desvío causado por el movimiento de la tierra i la fuerza centrífuga obran en el mismo sentido en las capas superiores; pero son opuestos en las capas inferiores. En fin, el frotamiento, que es débil en el seno del agua, se hace mas importante en las costas i en el fondo. Resulta que en la superficie i en las capas superiores a la superficie límite, el movimiento es ciclónico en espiral, trasportando el agua con una velocidad tangencial relativamente mui grande i con una velocidad centrípeta relativamente débil. La velocidad horizontal es nula en la superficie límite, en el punto central de presión mínima i en las partes laterales; será máxima en la superficie i disminuirá con la profundidad, pará hacerse nula en la superficie límite. Para una misma superficie de nivel existe en alguna parte un máximo de velocidad entre el minimum de presión del centro i las partes laterales. El máximo absoluto se encuentra pues en la superficie, entre el medio i el borde, i mas cerca de este último.

En las capas inferiores a la superficie límite, el movimiento es anticiclónico en espiral, i el agua es arrastrada del centro hacia los bordes; como el gradiente es menos rápido, como la fuerza centrífuga obra en oposicion con la fuerza resultante del movimiento terrestre, i como el frotamiento es mayor, el movimiento horizontal es mas lento. La velocidad es nula en la superficie límite, en el máximo de presión central i en el fondo. En una misma superficie de nivel, es mayor en alguna parte entre el centro i el borde; su máximo absoluto se encuentra entre el centro i el borde i a cierta profundidad debajo de la superficie límite. La línea de puntos mB representa el lugar de las velocidades horizontales máximas i las ordenadas horizontales de la curva Vv , su tamaño relativo.

El movimiento horizontal está acompañado por movimientos verticales que obligan al agua a descender hacia el minimum de presión central i a subir a lo largo de los bordes de la cuenca; esos movimientos verticales tienen que vencer mucho mas frotamiento que el movimiento horizontal.

Se ve que, limitándonos a tomar en consideración la diferencia de densidad entre el agua de los bordes mas lijera i el agua del centro mas pesada, se obtiene el sistema de corrientes que acaba de ser descrito. Esta desigualdad es evidentemente modificada por las corrientes marinas debidas a la influencia del viento i a otras causas. Pero, en suma, las diferencias de densidad forman una superficie diferente de la superficie de nivel i que se llama superficie de densidad. Se conocerá su forma cuando se sepa la profundidad a que se encuentra la superficie límite, pues se tomará entonces debajo i encima de ella, siendo una superficie de nivel, distancias inversamente proporcionales a las densidades medidas. Por otra parte, la profundidad de la superficie límite será determinada por la posición del punto a partir del cual los movimientos del agua tienen lugar en direcciones opuestas; bastará, pues, conocer la velocidad media encima i debajo de ese punto.

Admitiendo que la sección de la cuenca oceánica sea parabólica, encontró Mohn que las profundidades de la superficie límite son:

Para $\frac{V}{v} = 1$	740 brazas
= 2.....	474 "
= 3.....	349 "
= 4.....	276 "
= 5.....	229 "

Consideraciones sacadas de experimentos verificados durante la campaña del *Vöringen* inducen a Mohn a dar a esta superficie límite la profundidad de 300 brazas, correspondiente a la relación de las velocidades $\frac{V}{v} = \frac{3.622}{1}$. Se notará que mientras mas elevada es la superficie límite, menor es la importancia de las diferencias de densidad como fuerzas productoras de corrientes.

Mohn calculó para el océano del Norte, basándose en las densi-

des medidas durante la expedición, la forma de la superficie de densidad, es decir, sus coordenadas verticales con relación a la superficie de nivel, i la ha representado por curvas de igual nivel espaciadas unas de otras 10 centímetros encima i debajo de aquella superficie.

5.—PROPIEDADES ÓPTICAS

El estudio de las propiedades ópticas del mar i de su agua es complicado; los diversos fenómenos, tales como se observan en la naturaleza, dependen de un gran número de factores diferentes, de los cuales ninguno es fácil i sí muchos son imposibles de valorar aisladamente. Como se trata en vano de estimar la parte exacta de cada uno, su acción común se escapa al análisis. El fenómeno total mismo es muy difícil de representar numéricamente, lo cual suprime la verdadera base de una investigación científica. Después de recordar algunos principios de óptica, consideraremos las propiedades medibles, tales como la absorción de los rayos luminosos i el índice de refracción, abordaremos en seguida el estudio de la coloración i de la transparencia óptica i actínica del océano i de los lagos.

PRINCIPIOS GENERALES DE ÓPTICA.— La luz es un movimiento vibratorio del éter. Esas vibraciones u ondulaciones tienen lugar en toda la longitud de la línea de propagación de la luz o rayo luminoso, perpendicularmente a esa línea de propagación i en todos los azimutes en el caso de la luz llamada natural, pero en un solo plano en el caso de la luz polarizada. El ojo humano es incapaz, sin la ayuda de instrumentos especiales, de percibir la diferencia que existe entre la luz natural i la luz polarizada.

Cuando un cuerpo transparente es herido por la luz, una parte de ésta es reflejada i difundida, otra parte penetra en el interior del cuerpo sufriendo en su camino una desviación llamada re-

fraccion, i una última parte es absorbida en cantidad mas o menos considerable.

Se distingue en una luz el color, caracterizado por la longitud particular de la ondulacion, i la intensidad. La luz blanca, tal como llega del sol, se compone de rayos de una infinidad de colores diferentes, desde el rojo, cuya longitud de onda es relativamente grande (671 millonésimas de milímetro), hasta el morado, cuya longitud de onda es por el contrario corta (406 millonésimas de milímetro). Un haz de luz blanca, penetrando en un prisma, sale esparcido; queda aislado cada uno de los rayos simples de que se compone i cuya sucesion es el espectro solar.

El espectro solar ofrece el máximo de intensidad luminosa en el amarillo. A ese espectro luminoso están superpuestos otros dos espectros invisibles, uno compuesto de rayos caloríficos estendidos del lado del rojo i mas allá, el otro compuesto de rayos químicos o actínicos, es decir, capaces de producir ciertas acciones químicas, tales como el ennegrecimiento del cloruro de plata. Este último se encuentra en el lado morado i no se estingue mas que a una distancia igual a tres veces, cuando menos, la longitud del espectro luminoso.

Si un rayo de luz pasa de un medio a otro, del agua al aire, por ejemplo, o recíprocamente, la relacion entre el seno del ángulo de incidencia, es decir, el ángulo que en el primer medio forma ese rayo con la normal a la superficie de separacion de los dos medios i el seno del ángulo de refraccion, es decir, el ángulo formado con la normal en el segundo medio, es constante. Se llama ese valor el índice de refraccion, i se tiene $\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = n$. Todo cuerpo trasparente posee, relativamente al aire, un índice de refraccion que le es especial i que puede, por consiguiente, servir para caracterizarlo.

El índice de refraccion es mayor que la unidad cuando el rayo pasa de un medio menos denso, como el aire, a un medio mas denso, como el agua; es mas pequeño que la unidad cuando el rayo pasa de un medio mas denso a otro que lo es menos. En este último caso existe cierto valor límite del ángulo de incidencia para el cual el ángulo de refraccion alcanza su valor máximo de 90°, i el rayo, dirijiéndose del agua al aire, sale rasando la superficie del

líquido. Este es el ángulo de reflexion total. Si el ángulo de incidencia traspasa el valor límite, el rayo no podrá salir del primer medio para penetrar en el segundo.

Todo rayo de luz reflejado por una sustancia trasparente se polariza en parte por la reflexion; se polariza completamente bajo el ángulo llamado de polarizacion, en que su tanjente es igual al índice de refraccion de la sustancia

$$\tan j a = \frac{\operatorname{sen} i}{\operatorname{sen} r} = n.$$

ABSORCION DE LA LUZ AL TRAVÉS DEL AGUA.—Un objeto iluminado por la luz del día, mezcla de rayos diversamente coloreados, absorbe los rayos de ciertos colores i refleja aquellos que no absorbe. Ofrece, pues, al observador, el matiz complementario del absorbido, que es el que da el nombre del color propio del objeto.

El agua examinada por transmision posee un color propio. Para reconocerlo se toma, como Bunsen, un tubo ennegrecido de 2 metros de largo, cerrado por dos cristales paralelos en sus dos estremidades; se le llena de agua i se mira a través de él el color de un objeto blanco, o bien se hace pasar en el tubo un haz de rayos luminosos que se recibe a la salida sobre un objeto blanco, en el cual se observa directamente el tinte. Operando de esta manera con aguas dulces naturales, aun con las mas puras, se nota siempre una coloracion verde.

Spring¹, después de haber llenado de agua destilada con grandes precauciones, es decir, pudiendo considerarse como químicamente pura, un tubo de vidrio de 5 metros de largo, cerrado por dos cristales paralelos, rodeado por una vaina negra para interceptar toda iluminacion lateral i colocado perpendicularmente a una ventana provista de cristales deslustrados, observó que el verdadero color del agua era el azul puro. «El mas hermoso azul del cielo, tal como puede contemplarse en un bello dia desde la cumbre de una montaña elevada sobre las groseras emanacio-

1. W. Spring, *La couleur de l'eau*. (Revue scientifique, 1883).

nes del suelo, solo ese color puede serle comparado». El agua absorbe por tanto los rayos rojos i amarillos de la luz blanca solar.

Segun Spring, el agua examinada con luz transmitida absorbe los rayos luminosos segun el órden de su densidad creciente en el espectro. Como el rojo i el morado son menos intensos que el amarillo, serán absorbidos antes que él. De ello resulta que el último color perceptible a través de una capa de agua que va aumentando de espesor, será el amarillo. Aumentando aun mas ese espesor, desaparecerá el amarillo, quedando el líquido opaco, es decir negro. Si se pudiera examinar una cantidad suficiente de agua, aun químicamente pura, aparecería absolutamente negra.

Para estudiar mejor el fenómeno, se examina el espectro de absorcion del agua. Con este objeto Soret i Sarasin ¹ dispusieron, entre un manantial luminoso (lámpara de gas o luz solar reflejada por un helióstato i un espectroscopio) uno o varios tubos de 1.10 metro de largo llenos de agua, i vieron que la absorcion disminuía con la refranjibilidad de los rayos luminosos, de manera que con un espesor suficiente, los rayos rojos i anaranjados eran mui débiles o apagados. Boas ², tomando como unidad un espesor de un centímetro cúbico, obtuvo como coeficientes de absorcion de varios colores:

Para el rojo.....	0.9966
Para el amarillo.....	0.99745
Para el azul	0.9986

Cuando el espesor del agua varía en progresion aritmética, la absorcion varía en progresion jeométrica cuya razon es diferente segun la refranjibilidad de los rayos, i resulta de ello que el color del agua por trasmision no puede conservar exactamente el mismo tono, cualquiera que sea la longitud de la columna atravesada por la luz.

1. J. L. Soret, *Sur la couleur de l'eau*. (Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, 1887), i J. L. Soret et Ed. Sarasin, *Sur le spectre d'absorption de l'eau* (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 1884).

2. Boas, *Beiblätter*, 1881.

Además, la absorcion no es contínua. Se nota en el anaranjado, cerca de la raya D, una faja oscura que empieza a aparecer claramente cuando el espesor del agua llega a 2 metros, existiendo tambien en el agua del mar. Existe probablemente otra, coincidiendo con la raya C en el anaranjado. Vogel ¹, observando con el espectroscopio la luz de la gruta de Capri, vió en el verde, entre E i T, una faja reconocida igualmente por Tacchini, así como un refuerzo de la raya F en el azul.

Soret i Sarasin encontraron que el límite del espectro, por el lado menos refranjible, se aproxima lentamente al anaranjado a medida que se va operando en espesores mayores, manifestándose al mismo tiempo una penumbra pronunciada que se estiende hasta la raya C.

Los efectos de la absorcion son aumentados, segun Spring, si el agua contiene cuerpos estraños incoloros en disolucion, sean líquidos o sólidos. En cuanto a las sales, el efecto depende menos de la cantidad disuelta que de la proximidad de la sal en el punto de solidificacion. En otros términos, pequeñas cantidades de una sal poco soluble dan a un mismo espesor de agua un tinte mas amarillo que grandes cantidades de otra sal mas soluble; pero Soret i Sarasin no son de la misma opinion.

Las investigaciones de Wild ² mostraron que la temperatura posee una influencia en la absorcion de la luz, i que mientras mas caliente está el agua, mayor fraccion de luz absorbe, de manera que el agua fria es mas trasparente que el agua caliente. Se ha encontrado experimentalmente que para el agua destilada i filtrada con papel los coeficientes de transparencia, es decir, las fracciones de luz incidentes que atraviesan la unidad de longitud (1 decímetro), eran:

A 24°.....	0.91790
A 17°.....	0.93968
A 6.2°.....	0.94769

En otros términos, la absorcion seria próximamente de 2 rayos

-
1. H. W. Vogel, *Praktische Spectralanalyse*.
 2. H. Wild, *Ueber die Lichtabsorption der Luft* (Poggendorf Annalen, 1858).

en 1000 para 1° de elevacion de temperatura i por decímetro de espesor del agua.

PARTÍCULAS INFINITAMENTE PEQUEÑAS EN SUSPENSION.—La accion de las partículas sólidas infinitamente pequeñas en suspension en el agua fué estudiada por Tyndall. El ilustre físico inglés atribuye el azul del cielo a innumerables burbujas de vapor de agua flotantes en la atmósfera, i que, a consecuencia de su infinita pequeñez, no son susceptibles de reflejar mas que los rayos de cortísima longitud de onda, como el azul. Como toda reflexion produce una polarizacion, el fenómeno tiene por consecuencia la polarizacion de la luz procedente del cielo. Tyndall aplicó al agua la misma teoría, e hizo sus esperimentos en el lago Lemán i después en el Mediterráneo, cerca de Niza, admitiendo que el agua, bajo cierto espesor, es siempre azul, a causa de la absorcion de los rayos de gran longitud de onda por las partículas sólidas, aun las incoloras.

Si en una agua ópticamente vacía, como la llama Tyndall, se pone en suspension una cantidad suficiente de partículas sólidas relativamente gruesas, la luz es interceptada de una manera uniforme, cualquiera que sea la refranjibilidad de los rayos. El espesor de la capa que produce esa intercepcion de los rayos directos depende evidentemente del número i grosor de las partículas. Cuando los sedimentos son de mui pequeñas dimensiones, el medio ejerce una absorcion tanto mayor cuanto mas refranjibles son los rayos, es decir, cuanto mas se aproximan al morado. A medida que la accion de las partículas va siendo mas preponderante, la luz trasmitida es coloreada de amarillo, en seguida de anaranjado i después de rojo, mientras que los rayos azules, morados i ultra-morados son estinguidos.

Resulta que los rayos reflejados i difundidos por las partículas en suspension en un líquido son coloreados de azul i además polarizados por el hecho mismo de que son reflejados, puesto que toda reflexion luminosa implica una polarizacion ¹. El agua de un

1. J. L. Soret, *Sur l'illumination des corps transparents* (Archives des sciences de la bibliothéque universelle, 1870).

lago parece azul porque los rayos mas refranjibles son difundidos en mayor proporcion que los otros, mientras los rayos rojos i anaranjados son absorbidos por el agua en su doble trayecto para llegar a las partículas difusoras i volver en seguida hasta el ojo del observador.

Estando el cielo cubierto, la luz del agua no será polarizada, porque la luz incidente, siguiendo una infinidad de direcciones diversas, se polarizará por difusion en una infinidad tambien de planos diferentes; en otros términos, será natural. Lo mismo sucede cuando la superficie del agua está ajitada, porque los rayos solares cesan de ser paralelos en el interior del agua i son refractados en direcciones mui diversas.

Cuando el sol brilla, i la superficie del agua está en calma, la luz es polarizada en una direccion casi en ángulo recto con los rayos solares.

Soret atribuye únicamente a las partículas en suspension el mismo fenómeno de polarizacion que ocurre en el aire; pero Lallemand, que admite la esplicacion tratándose de los gases, piensa que para los líquidos resulta de una propagacion lateral del movimiento vibratorio del éter, i Hagenbach¹, apoyándose en experimentos hechos en el lago Lucerna, esplica ese efecto de polarizacion i de coloracion azul del agua de un lago por la reflexion i refraccion que se efectúan en las capas de desigual densidad que existen forzosamente en el seno de la masa líquida calentada por el sol

Soret esperimentó introduciendo en el agua de una vasija partículas sólidas mui finas, tales como precipitados de carbonatos, sulfatos i cloruros obtenidos por la adiccion de algunas gotas de una lijera disolucion de acetato de plomo o de nitrato de plata, o con tinta de China simplemente desleída, i comprobó siempre la produccion de los efectos de iluminacion, de polarizacion i de coloracion azul. Además, estudió las perturbaciones importantes

1. E. Hagenbach, *Sur la polarisation et la couleur bleue de la lumière réfléchié par l'eau ou par l'air*. (Archives des sciences de la bibliothèque universelle, 1870).

que la superficie del mar o de un lago puede ejercer en los fenómenos de polarización atmosférica ¹.

DIFUSION. — El agua pura absorbe, pues, por trasmisión sobre todo, los rayos rojos; si se le agregan materias pulverulentas muy finas, todos los rayos serán debilitados, principalmente los azules: los dos efectos se superpondrán para dar al agua natural su coloración, porque estando las dos estremidades del espectro así interceptadas, no quedará más que el medio, i el tinte del agua por luz transmitida tomará matices verdes, amarillos o morenos, según que las partículas desempeñen un papel cada vez más preponderante. Inversamente, los rayos reflejados i difundidos serán polarizados i coloreados de azul por las partículas en suspensión.

Examinemos ahora un lago o el mar. Parecen luminosos porque la luz del cielo penetra en ellos por todas partes difundiéndose en toda su masa hasta las mayores profundidades a que puede llegar. Además, como se trata de aguas naturales, es decir, conteniendo siempre partículas finas en suspensión, o en otros términos, aguas que no están ópticamente vacías, su color será azul, en primer lugar porque los rayos rojos han sido absorbidos en el doble trayecto recorrido por la luz para ir de la superficie a las partículas difusoras i volver al ojo del observador, i en segundo lugar porque esas partículas emiten rayos azules. En fin, a esos dos efectos se agregará también la coloración propia del agua, que es azul.

INDICE DE REFRACCION. — Varios procedimientos sirven para medir el índice de refracción de un líquido. Por lo jeneral, se le encierra en un frasco prismático de vidrio, del cual se conoce exactamente el ángulo del vértice o ángulo refrinjente A; se coloca el prisma en el centro de un círculo dividido, se hace caer sobre él un rayo de luz que lo atraviesa sufriendo una refracción i que se recoge a su salida en un antejo fácil de ser movido horizontalmente en todas direcciones sin dejar de estar dirigido hacia

1. J. L. Soret, *Influence des surfaces d'eau sur la polarisation atmosphérique et observation de deux points neutres à droite et à gauche du soleil.* (Comptes rendus de l'Académie des sciences, 1888).

el centro del círculo, i cuyo movimiento angular se mide en la graduacion del círculo. Haciendo jirar el prisma sobre sí mismo, sin perder de vista con el anteojo el rayo luminoso, se observa cierta posicion para la cual la desviacion del rayo luminoso posee un valor mínimo δ indicado por la posicion que ocupa el anteojo en el círculo dividido. Esos elementos bastan para calcular el índice de refraccion n del líquido, segun la fórmula:

$$n = \frac{\text{sen } \frac{A + \delta}{2}}{\text{sen } \frac{A}{2}}$$

Como el índice varía con la temperatura i con el color de la luz, se toma esa temperatura con un termómetro en el momento del experimento, cuidando de servirse solo de una luz monocromática, lo mejor amarilla, que se obtiene fácilmente disolviendo una sal cualquiera de sosa, cloruro de sodio, por ejemplo, en el alcohol de la lámpara productora de luz.

El índice de refraccion del agua pura es para el amarillo de 1.33.

El índice de refraccion del agua de mar fué medido por los SS. Soret i Sarasin¹, con agua procedente del Mediterráneo, sacada a 4 kilómetros afuera de Niza. Se empleó el método ordinario del goniómetro i la luz solar; el prisma hueco era de vidrio negro i su cavidad estaba cerrada por láminas de cuarzo de caras paralelas; un orificio vertical permitía la introduccion de un termómetro. El nonio del espectrómetro daba el tercio de minuto directamente ó 10" por estima. Los resultados obtenidos pueden considerarse como exactos hasta una unidad de la 4ª decimal, i están resumidos en el siguiente cuadro para las temperaturas de 20° i 10°; se ha agregado, como término de comparacion, los índices del agua destilada a 20°. La quinta columna contiene las diferencias entre el agua de mar i la destilada a 20°. Por último,

1. J. L. Soret et E. Sarasin, *Sur l'indice de réfraction de l'eau de mer*. (Archives des sciences physiques et naturelles, 1889).

las diferencias de los índices del agua de mar a 10° i 20° están inscritos en la sexta columna.

Rayos solares	ÍNDICES			Diferencia 3 - 2	Diferencia 4 - 3
	1 Agua des- tilada a 20°	2 Agua de mar a 20°	3 Agua de mar a 10°		
A.	1.32896	1.33593	1.33679	0.00697	0.00086
B.	1.33045	1.33736	"	0.00691	"
C.	1.33120	1.33816	1.33906	0.00696	0.00090
D.	1.33305	1.34011	1.34092	0.00706	0.00081
F.	1.33718	1.34437	1.34518	0.00719	0.00081
h.	1.34234	1.34973	1.35064	0.00739	0.00091
H.	1.34349	1.35105	1.35187	0.00056	0.00082
				Media.	0.00085

El índice de refracción de una disolución varía con la proporción de sal disuelta; como, por otra parte, un líquido es tanto más pesado cuanto mayor es la cantidad de sal que contiene. Hilgard¹ ideó establecer empíricamente la relación entre el índice de refracción i la densidad de una agua de mar, i prácticamente, reemplazar la medida de esa densidad con un areómetro, operación delicada con tiempo duro, por la medida del índice de refracción mediante el aparato llamado densímetro óptico, sobre el cual no tiene influencia el movimiento del buque.

El aparato (fig. 90) no es más que una simplificación del instrumento de los laboratorios, el goniómetro para medir los índices de refracción. La lámpara de alcohol salado L envía un haz de rayos de luz monocromática amarilla a un antejo colimador B

1. Charles D. Sigsbee, *Deep-sea sounding and dredging*. (U. S. Coast and Geodetic Survey, 1880).

que los hace paralelos. Atraviesan el frasco prismático C lleno de agua de mar, en que se toma la temperatura con el [termómetro α , sufren una refraccion i llegan al segundo anteojo D a través del cual mira el observador. El prisma queda fijo de una manera permanente. Para llevar el rayo luminoso al retículo del anteojo, se mueve éste en el plano horizontal en un ángulo indicado por el cilindro dividido M. Se conoce el ángulo del prisma A, se mide el ángulo de desviacion mínima δ , i se puede pues calcular el índice n ; una tabla de comparacion indica la densidad correspondiente al índice, i aun, para evitar todo cálculo, la graduacion del cilindro da inmediatamente el índice i la densidad.

El aparato está fijado sólidamente, de manera que el movimiento del buque no tenga influencia alguna en la operacion.

Hilgard asegura obtener con su densímetro óptico la densidad del agua de mar con una aproximacion de 0.00006. Los límites del movimiento que el cilindro M puede comunicar al anteojo D, permiten tomar el índice del agua destilada. De tiempo en tiempo se mide este índice, que es conocido, sirviéndose del resultado para arreglar el aparato.

COLORACIONES DEBIDAS A LOS CUERPOS EXTRAÑOS. — Cuando una agua está mezclada con materias extrañas minerales u orgánicas, su coloracion es modificada.

Una materia mineral comunica evidentemente su tinte al líquido en el seno del cual está en suspension. En la bahía Loango ² las aguas son muy rojizas, como si estuviesen mezcladas con sangre, i se comprobó que ese tinte depende de la naturaleza del fondo, que es fangoso i rojizo. El mar es rojo en la desembocadura del Amazonas, i amarillo en la del Hoang-ho, a causa del color particular de los sedimentos arrastrados por esos rios. El comandante Cialdi atribuye de una manera jeneral el color verde del océano a los fangos removidos por las olas. Ha suministrado gran número de observaciones en apoyo de esa teoría, que se relaciona tambien con el problema de la profundidad en que se deja sentir

2. Arago, *Oeuvres complètes*, t. 9.

la agitacion de la superficie. Esa profundidad es funcion de la naturaleza jeológica del fondo, de la violencia i de la duracion del movimiento. La verdadera solucion consistiría en hacer filtraciones en condiciones determinadas i en una misma localidad, anotando, con la coloracion, la proporcion de las materias sólidas.

Las sustancias minerales en suspension son rojas, amarillas, verdes o blancas; en estos tres últimos casos ofrecerán una escala de tonos verdes, pues el blanco mismo, visto por transparencia i por consecuencia de la absorcion, dará amarillo, que mezclado con el tinte azul propio del mar, producirá el verde.

Sabemos que si las materias están en estado de estremada fineza, cualquiera que sea su color propio, darán lugar a tonos verdosos, como se ve un ejemplo a lo largo de las costas inglesas de la Mancha, donde el agua contiene en suspension partículas impalpables de creta blanca. La propiedad que tienen las aguas saladas de precipitar las arcillas, que quedan indefinidamente en suspension en las aguas dulces puras, explica la coloracion verde del mar casi jeneral en la desembocadura de los rios.

Las materias orgánicas obran de una manera casi análoga. En 1848 H. Sainte-Claire Deville ¹, i Wittstheim en 1861 ², habían creído, por el análisis químico, que las aguas pardas o amarillas encierran mas materias orgánicas que las aguas verdes, i éstas mas que las aguas blancas. Segun la abundancia relativa de esas materias, el agua debía, pues, pasar por la gama de azul, verde, amarillo, pardo o negro. La explicacion, sin ser inexacta en todos los casos, no tiene sin embargo la jeneralidad que se le atribuía, porque el color no depende únicamente de la proporcion de las materias orgánicas; pero es cierto que éstas comunican al agua un tinte verde. Spring hizo a éste respecto un experimento decisivo. Cuando el agua con que llenaba su tubo de 5 metros i de la cual examinaba en seguida el color, no había sido destilada con perfeccion, aparecía sin embargo azul en el momento en que la vaciaba; pero poco a poco, a consecuencia del desarrollo de algas, aunque invi-

1. Annales de chimie et de physique, 1848.

2. Vierteljahreschrift für praktische Pharmacie, 1861.

sibles por sí mismas, el agua iba tomando un tinte verde que aumentaba con el tiempo, i que no tardaba en volverse azul por la adición de $\frac{1}{10000}$ de bicloruro de mercurio, que mataba las vejetaciones. El agua quedaba indefinidamente azul si desde el principio se le agregaba el bicloruro.

Se ha comprobado directamente la presencia de materias vejetales que dan coloracion particular al mar. La *Vineta* observó, en parajes del mar del Japon, que el tinte amarillento particular del agua era debido a una capa flotante de pólen acarreado por el viento. En la desembocadura del Tajo, a 400 o 500 metros de la costa, se estendían, el 3 de junio de 1845, en un espacio de 8 kilómetros de largo, fajas de un rojo sanguíneo que estaban formadas de algas, el *Protococcus atlanticus*, del cual en un solo centímetro cúbico de agua existen 40 000 individuos. Scoresby, i mas tarde el botánico Roberto Brown, esplicaron el color verde-olivo de los mares de Groenlandia por la presencia de diatómeas i de organismos vejetales que atraen una multitud de terópodos, medusas i entomóstracos, que a su vez atraen un gran número de peces i ciertas ballenas a las cuales sirven de alimento.

Los organismos que flotan en las aguas son por lo jeneral de naturaleza animal, i el estudio de la coloracion del mar es por tanto del dominio de la zoolojía. Esos seres poseen un color particular a cada especie. Pouchet¹ observó que las pescas hechas con redes finas dan depósitos parduscos con ciertos copépodos i moluscos, azules con otros i rosados con una tercera variedad de aquellos. Frecuentemente cambian de coloracion, segun estén vivos o muertos, siendo tambien su abundancia mas o menos considerable segun las circunstancias exteriores. Si la temperatura se eleva o disminuye; si el sol en su carrera ilumina el agua en una direccion perpendicular u oblicua; si el viento ajita violentamente el mar o solo se limita a rizar su superficie; si una corriente cambia momentáneamente la temperatura o la salobridad: inmediatamente esos animales, subiendo o bajando en el seno de las capas líqui-

1. G. Pouchet, *La couleur des eaux de la mer et les pêches au filet fin*. (Association française pour l'avancement des sciences, Toulouse, 1887).

das, orijinarán por su presencia o su ausencia, i gracias al número prodijioso de sus individuos, cambios completos o modificaciones variadísimas en la coloracion que el mar posee ya, debido todo a fenómenos físicos únicamente. La zoología i la física se prestan mútuo apoyo para explicar esos hechos, pues la presencia de tales o cuales seres determinados, en tal o cual profundidad, en tal o cual paraje, corresponde a un conjunto de condiciones especiales del medio ambiente. Esas observaciones ofrecen una aplicacion inmediata en los estudios relativos a la pesca de los peces comestibles, i sería de desear que fueran hechos por todos con tanto método como en los Estados Unidos, en Escocia i en Noruega; ni una ni otra de esas dos ciencias obrando independientemente, podría resolver un problema tan complicado.

COLOR DE LAS AGUAS NATURALES.—Newton suponía que el verdadero color del mar era el verde. Aitken adoptó un modo de observacion directa empleado anteriormente por Scoresby i examinó en su sitio el agua de mar a través de un tubo ennegrecido en el interior; sumerjió tambien discos pintados de colores diferentes, i reconoció que a una profundidad de 2 piés el blanco se cambiaba en azul, el amarillo en verde i el púrpura en morado. Beetz trató de jeneralizar esos esperimentos, haciendo penetrar un rayo luminoso en un recipiente que contenía un líquido cualquiera i estudió su matiz después de varias reflexiones sucesivas en espejos sumerjidos que obligaban al rayo a atravesar varias veces la capa líquida, dando un resultado semejante al que se habría obtenido si esa capa hubiese sido mucho mas gruesa. Forel se sirvió para el mismo estudio de un solo espejo plano que sumerjía a algunos centímetros de profundidad i observaba verticalmente el tinte de agua. Por último, Schleinitz, a bordo de la *Gazelle*, había notado que el mar era tanto mas azul cuanto mas sal contenía, i tanto mas verde cuanto menor era la cantidad en disolucion, atribuyendo por tanto el matiz del agua al grado de salinidad.

En definitiva, el matiz del mar o de un lago, tal como aparece a un observador, es la resultante de rayos luminosos de coloraciones mui diversas.

El color propio del agua es azul.

Por transmision, el agua absorbe los rayos del lado rojo del espectro i rechaza los rayos del lado azul.

Por accion de las partículas finas en suspension, el agua absorbe los rayos del lado azul i rechaza los rayos del lado rojo.

Por difusion, el agua rechaza los rayos azules.

Las materias disueltas dan coloraciones variables en la escala del amarillo, del verde o del pardo.

El tinte es tambien funcion de las variables siguientes:

La profundidad del agua;

El color particular del fondo;

La intensidad de la luz del cielo;

La nebulosidad o la coloracion del cielo;

La altura del sol encima del horizonte;

La temperatura i la salinidad, que hacen variar el índice de refraccion del agua;

La agitacion del agua en la superficie i la direccion del movimiento de las olas con relacion al observador;

La naturaleza, la dimension i la cantidad de las materias minerales o vegetales gruesas en suspension; estas variables dependen de la naturaleza jeológica del fondo, de su profundidad, de la fuerza, duracion i direccion de la agitacion superficial, i suministran en jeneral tonos amarillos o rojos;

La presencia de animales en relacion con las condiciones de temperatura, de salinidad, de iluminacion i de corrientes; la profundidad variable a la cual se sumerjen bajo la influencia de las mas ligeras modificaciones esperimentadas por el mar i por la atmósfera.

DENOMINACIONES DADAS A LOS MARES A CAUSA DE SU COLOR.
 Muchos mares llevan el nombre de un color, i esa designacion indica algunas veces el color de sus aguas: el mar Amarillo es amarillento en las bocas del Hoang-ho; el golfo Pérsico, o mar Verde de los orientales, ofrece un tinte verde debido a animales, i que contrasta con el azul oscuro del océano Indico, mientras que, inversamente, el Kuro-siwo o rio Negro de los japoneses contrasta por su color azul oscuro con el tinte particular del mar Amarillo

el mar Blanco está durante una parte del año cubierto de hielo o de nieve. Otras veces el nombre implica caracteres menos importantes, sea la presencia de pequeñas conchuelas purpúreas, abundantes en las orillas del mar Bermejo o golfo de California, o bien el tinte rosado de los bancos de coral del mar Rojo, mientras que el nombre de mar Negro puede ser solo debido a las tempestades de que con tanta frecuencia es teatro, i durante las cuales las negras nubes del cielo comunican su tinte a las olas.

Un fenómeno notable i que se relaciona con la óptica del mar, es el de la gruta Azul, cerca de Nápoles. Esa gruta, en la que no se puede penetrar sino embarcado, pasando por una estrecha abertura, tiene las paredes iluminadas por un brillante tinte azul i si un nadador se sumerge en las aguas, sus movimientos hacen aparecer en el seno de la masa líquida mil juegos de luz, mil centelleos de ese mismo brillo azulado. El efecto se explica fácilmente. La luz que ilumina la gruta llega solo despues de haber atravesado el agua, recorriendo un trayecto mui largo, no en profundidad, sino horizontalmente; ha tomado por consiguiente el tinte azulado del mar por luz transmitida, tanto mas brillante cuanto mas resplandece el sol en el exterior i cuanto mas nítida esté el agua en sus capas superficiales.

POLARISCOPIO DE ARAGO.—Arago se ocupó tambien de la coloracion del Océano ¹. Pensaba que el agua del mar posee dos colores totalmente diferentes, el verde por luz transmitida i el azul por luz reflejada, i trató de explicar, con ayuda de esa hipótesis, los diversos tintes observados en un mar poco profundo con fondo de arena blanca.

«Donde el mar es mui profundo, dice, la luz se refleja en el agua i parece azul; pero si el mar no lo es mucho, la arena del fondo recibe luz a través de una capa de agua, llegando, pues, ya verde; volviendo de la arena al aire, el tinte verde se oscurece algunas veces bastante para predominar sobre el azul». Esta teoría, que no tenía en cuenta circunstancias múltiples bajo cuya

1. Arago, *Oeuvres complètes*, t. 9.

influencia se encuentra el fenómeno, lo condujo a idear un instrumento, el polariscopio, que recomendó para distinguir de lejos por el color los arrecifes ocultos bajo el agua.

Siendo el agua verde por luz transmitida i azul por luz reflejada, supongamos un escollo situado a una pequeña profundidad rodeado de agua profunda. Para un marino situado a bordo de un buque, sobre cubierta o en la arboladura i a cierta distancia del escollo, éste, visto por luz transmitida, presenta una coloracion verde que podría servir para reconocerlo, pero que no es perceptible porque está mezclada, al salir del agua, con una gran cantidad de luz reflejada, mucho mas intensa i de coloracion azul. El mar ofrecerá pues en todas partes el mismo tinte, i nada anunciará la proximidad del peligro. Pues bien, toda luz reflejada por el agua es polarizada completamente bajo un ángulo de 37° , cuya tanjente es igual al índice de refraccion, i si no lo es completamente, lo será en proporcion tanto mas considerable cuanto mas se aproxime a 37° el ángulo bajo el cual los rayos luminosos se reflejan. Sería, pues, ventajoso libertarse de la luz reflejada azul, porque siendo eliminada, el color por luz transmitida, que no ha sufrido reflexion, volvería a tomar preponderancia i el tinte verde del escollo sería discernible.

Existen ciertos cuerpos cristalizados que, interpuestos en el trayecto de un rayo de luz natural cuyas ondas vibran en todos los azimutes, lo obligan a no vibrar mas que en un plano único, o en otros términos, lo trasforman en luz polarizada. Colocado un cuerpo de esta clase en el trayecto de un rayo polarizado, se presentan dos casos: o bien el plano de vibracion de esa luz polarizada coincide con el plano segun el cual el cristal obliga a vibrar la luz que lo atraviesa, i entonces el rayo polarizado atraviesa el cristal sin experimentar modificacion; o bien los dos planos se cruzan en ángulo recto, i el rayo polarizado, incapaz de atravesar el cristal, se estingue. Por el contrario, un rayo de luz natural que entrase al mismo tiempo pasará al ojo del observador tomando el estado de luz polarizada no perceptible para aquel. Un cristal de ese jénero, colocado entre el ojo i el mar, debe por consiguiente detener los rayos azules reflejados, es decir polarizados, i no dar libre paso mas que a los rayos verdes procedentes del es-

collo, no reflejados ni polarizados. El escollo se destacará en verde sobre un fondo sombrío i se hará por tanto visible.

Sin embargo, el instrumento no es de ningun uso práctico por los motivos siguientes:

Los cuerpos mas cómodos para servir de polariscopios son un mineral pardo violáceo o verdoso llamado turmalina i una combinacion de dos prismas de espato de Islandia llamado prisma de Nicol, del nombre de su inventor. La turmalina absorbe mucha luz i comunica su propio tinte al rayo que la atraviesa, lo cual es una doble desventaja; el prisma de Nicol, incoloro, absorbe la mitad de la luz que lo atraviesa, i, como por la absorcion ejercida por el agua, el escollo envía ya un tinte mui débil, cuando éste tiene que ser debilitado aun la mitad mas, resulta que no se percibirá ya nada de él. Además, la luz reflejada no es enteramente polarizada mas que bajo un ángulo de 37° ; con una inclinacion diferente es polarizada incompletamente, pudiendo pues atravesar el polariscopio. Este efecto es exajerado por las menores rizaduras de la superficie del agua, cuyas ondulaciones reflejan i difunden la luz en todos sentidos. Por fin, el polariscopio obliga a no emplear mas que un solo ojo, i la esperiencia enseña que se aprecia entonces mucho menos los matices que si se hace uso de los dos.

TRASPARENCIA ÓPTICA; ESPERIMENTOS DE BÉRARD, DE SECCHI I DE CIALDI.—La traspárencia óptica de una masa de agua es la facilidad mayor o menor que posee un observador para percibir un objeto a través de ella. El límite de visibilidad o la distancia mas allá de la cual el objeto sumerjido cesa de ser visto da una medida de la traspárencia.

El estudio de la traspárencia óptica fué hecho por Bérard, el P. Secchi i el comandante Cialdi, los SS. Wolf i Luksch, Forel, i por los sabios de la comision nombrada por la Sociedad de física de Jinebra.

Bérard ¹ comandante del *Rhin*, en julio de 1845, durante la

1. Arago, *Notes sur quelques résultats obtenus pendant le voyage du capitaine Bérard à la Nouvelle Zélande.* (Œuvres complètes, t. 10).

travesía de las islas Wallis a las Mulgrave, en el Pacífico, distinguió a 40 metros de profundidad un plato de porcelana blanca colocado en una red sumerjida en el mar.

El P. Secchi i el comandante Cialdi repitieron sistemáticamente, a bordo de la *Immacolata Concezione*, el experimento de Bérard, afuera de Civita-vecchia, en el mes de abril de 1865 ¹. Sumerjieron discos de diferentes dimensiones i colores, i en condiciones de observacion bien determinadas, anotando la distancia a la cual dejaron de verse. Uno de los discos era un plato de porcelana de 43 centímetros de diámetro, el otro era de lona pintada con albayalde i estendida en un círculo de fierro de 2.37 metros de diámetro. El tiempo estaba absolutamente en calma, teniéndose, sin embargo, el cuidado de echar al mar un poco de aceite, que suprimió las mas lijeras rizaduras de la superficie, mejorando notablemente la visibilidad. Se anotaba la altura del sol, los discos eran descendidos hasta su desaparicion, i después subidos hasta su reaparicion, adoptándose la media de las dos profundidades.

Los experimentos permitieron formular las leyes siguientes:

De dos objetos que se han sumerjido al mismo tiempo, el mayor será visible a profundidad mas grande; pero existe un límite mas allá del cual queda sin influencia el tamaño.

Un objeto sumerjido se verá tanto mas profundamente cuanto mas en sombra se encuentre el observador, porque entonces su vista estará protegida contra los efectos de la luz reflejada por la superficie del agua, que atenúa por su brillo la luz mucho mas débil enviada por el objeto. Por esto es mui ventajoso emplear un tubo o antejo de agua cuya estremidad esté sumerjida en el agua i que debe tener, segun Secchi y Cialdi, un diámetro de unos 25 centímetros.

En igualdad de circunstancias, un observador verá un objeto sumerjido a una profundidad tanto mayor cuanto mas se acerque él a la superficie del agua. Esta lei parece ser contradicha por el uso tan jeneral en los buques de subir a los palos para percibir los arrecifes, i por el hecho de que se distingue mejor el fondo desde

1. Cialdi, *Sul moto ondoso del mare*.

lo alto de un escarpe elevado o desde un globo. En una ascension verificada en Cherburgo en agosto de 1876, el aeronauta vió desde una altura de 1700 metros el fondo de la Mancha, con estremada nitidez, al través de un espesor de 60 a 80 metros de agua. El hecho es verdadero i mui interesante, por cuanto permitiría aplicar la aerostacion a los trabajos hidrográficos rápidos, sobre todo ayudada por la fotografía. Para esplicar esta contradiccion aparente, se notará que, en ese caso el fenómeno es diferente. Un punto A (fig. 91) debajo del agua envía sus rayos en todos sentidos, i a causa de la reflexion total, los rayos emitidos visibles en el aire serán únicamente aquellos comprendidos en el cono M' A M, cuyo ángulo B A M corresponde al ángulo de reflexion total, que para el agua pura es de 37°. Como consecuencia de la refraccion, el haz de rayos luminosos que sale del agua será tanto mas cerrado cuanto mas paralelo sea al eje del cono. La absorcion luminosa será tanto menor cuanto menor sea el espesor del agua recorrida por la luz, es decir, en la direccion vertical. El observador que se encuentre colocado en una posicion perpendicular encima del objeto está al abrigo de los rayos refejados por la superficie del agua. En último caso, abarcando el aeronauta un espacio mas considerable, los matices de los diversos fondos le ofrecerán un contraste que hará mas distintos los contornos. Todas esas causas accesorias vienen a modificar un fenómeno que, considerado solo, está mui conforme con la lei.

El límite de visibilidad aumenta con la altura del sol, porque los rayos solares tienen entonces mas enerjía, i a causa tambien del trayecto mas considerable que, para una misma profundidad, tienen que correr en medio del agua cuando están inclinados sobre el horizonte, iluminando menos el objeto. Sin embargo, esta influencia es mucho menor de lo que se podría suponer.

El color del cielo, o su serenidad, ejerce una influencia sobre el límite de visibilidad, porque las nubes absorben una parte de la luz solar, i su color, reflejado por el agua, altera i atenúa el matiz mismo de ella.

En los ensayos hechos con tres discos iguales, blanco, amarillo de ocre i color de fango (*color terroso o fango di mare*, probablemente azul verdoso), el blanco manifestó la visibilidad máxi-

ma; los otros colores fueron tanto mas prontamente estinguidos cuanto mas oscuros eran. Los diversos matices del blanco mostraban aun diferencias que dependian del poder difusivo de la sustancia que cubría los objetos. Así fué que, para dimensiones iguales, desaparecía a mayor profundidad un plato de porcelana que un disco de lona pintado con albayaide.

No hai ventaja alguna en servirse, para examinar el objeto sumerjido, de un antejo o de un tubo, si no están sumerjidos en el agua.

La conclusion jeneral de estos esperimentos es que, para un observador colocado encima del agua, «mas allá de una profundidad de 45 metros, los objetos adquieren, al menos en el Mediterráneo, el color del agua del mar, i por consiguiente, es entonces imposible distinguirlos».

ESPERIMENTOS DE WOLF I LUKSCH.—Estos hicieron esperimentos en el Adriático en 1880, a bordo del *Hertha*. Sumerjieron tambien discos de varios colores, mates o brillantes, i con ayuda de un aparato especial apreciaban el momento en que el disco sumerjido no ofrecía mas que el décimo de la intensidad luminosa que había poseido en el aire. Median en centímetros la distancia d , i denominando coeficiente de estincion el valor $\alpha = \frac{1}{d}$, encontraron en el mar $\alpha = 0.00021$.

ESPERIMENTOS DE LOS SABIOS SUIZOS.—Forel repitió en el lago Lemán en 1873 los esperimentos de Secchi i Cialdi ¹, adoptando un disco de metal blanco mate barnizado o un plato de porcelana blanco de 25 a 30 centímetros de diámetro suspendido de una cuerda de 20 metros de largo, graduada de metro en metro. Con el objeto de no ser molestado en su observacion por la luz i los reflejos del cielo, se abrigaba con un paraguas oscuro o bien rodeaba su cabeza con un velo negro, i miraba al través de un pequeño barril o caja de madera desfondada, que evitaba las vibra-

1. F. A. Forel, *Le lac Léman*, Jinebra, 1886, *De la pénétration de la lumière dans les lacs d'eau douce* (Festschrift für Albert von Kolliker, 1887), i *L'éclairage des eaux profondes du lac Léman* (Association française pour l'avancement des sciences, Congrès d'Oran, 1888).

ciones de la superficie del agua. El agua es mas clara a medio lago que en las orillas; en la estremidad de un cabo que en el fondo de un golfo; en una costa donde el agua es profunda que donde el fondo baja mui lentamente; en invierno que en verano. En efecto, un disco blanco de 25 centímetros de diámetro desaparece a una distancia mínima de 5.3 metros en agosto i de 15.4 en marzo; el límite de visibilidad media es 6.6 metros en verano i 12.7 en invierno; jamás ha pasado de 27 metros. Esos diferentes fenómenos se relacionan con la estratificación térmica de los lagos, variable segun las estaciones, i con el grado de opacidad producido por la presencia de materias estrañas en suspension i cuya cantidad depende precisamente de la estratificación térmica.

Forel notó que el color del agua cambiaba con el movimiento de las olas i con el modo de iluminacion, porque los planos en número infinito que presenta entonces la superficie iluminada obran como otros tantos espejos que reflejan i aun descomponen diferentemente la luz segun la orientacion. Una misma capa de agua posee pues, en un mismo momento, un matiz diferente para dos espectadores que la observaran desde dos puntos diferentes.

Un fenómeno accesorio del movimiento de las aguas en la superficie es la desviacion del rastro luminoso reflejado de los astros, que, algunas veces, sale del plano vertical que pasa por el ojo del observador i por el astro. En el caso en que la cresta de las olas es oblicua de izquierda a derecha i de adelante atras, el rastro está a la derecha del plano vertical, i a la izquierda cuando las olas tienen una dirección inversa.

En 1883 la Sociedad de física i de historia natural de Jinebra encargó a una comision, compuesta de los señores Plantamour, J. L. i C. Soret, de la Rive, C. de Candolle, Sarasin, Fol, Pictet i Rilliet, hacer investigaciones sobre el color i transparencia de las aguas del lago de Jinebra ¹. Esos experimentos fueron hechos de noche

1 *Rapport sur les expériences préliminaires de la Commission pour l'étude de la transparence du lac, présenté a la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève le 3 Août. 1884* (Archives des sciences physiques et naturelle, 1884,) i *Recherches sur la transparence des eaux du lac Léman faites en 1884-1886 par une réunion de membres de la Société de Physique*, rapport rédigé au nom de la Commission par Albert Rilliet. (Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, 1887.

primeramente en el Ródano, con una lámpara eléctrica encerrada en una caja de palastro provista de una ventanilla redonda de 20 centímetros de diámetro i cerrada por un cristal, la cual sumergían en el agua a lo largo de uno de los machones del puente de la máquina hidráulica de Jinebra, que suministraba la electricidad. El haz luminoso lanzado horizontalmente a través del agua era recibido en un espejo plano ajustado en la estremidad de un antejo de agua, colocado debajo de la superficie. Se medía el límite de visibilidad o de vision neta, es decir, la distancia, variable segun las condiciones jenerales de los esperimentos, a la cual dejaba bruscamente de distinguirse el punto luminoso i que puede ser apreciada con una precision de algunos decímetros. Se medía en seguida el límite, mucho menos fácil de determinar, de la visibilidad difusa, o sea la distancia a la cual deja de percibirse toda iluminacion del agua. Se hizo además otros esperimentos en varios sitios del lago Lemán, empleando como focos luminosos bujías, lámparas de aceite, el arco voltaico i lámparas de incandescencia Edison. Para obtener luz coloreada, se colocaba vidrios de colores delante de la abertura de la caja metálica estanca cerrada con el cristal i tambien algunas veces con una lente. A veces el foco luminoso estaba sumerjido como a 1 metro de profundidad, i los observadores, provistos de un antejo de agua, se iban alejando en un bote i median las distancias límites de visibilidad neta i difusa. Otras veces se sumerjía la lámpara i los observadores la examinaban desde la superficie, ya oblicuamente, ya colocándose directamente encima.

De esta manera se llegó a las leyes siguientes:

1^a La luz difusa se propaga a una distancia próximamente doble de aquella en que cesa de percibirse netamente el punto luminoso.

2^a Las cifras que marcan los límites de visibilidad neta i difusa varian con el estado de pureza del agua. Para comprobar esta lei, Sorét i Sarasin hicieron esperimentos de laboratorio observando un objeto brillante a través de espesores diversos de un líquido enturbiado por un lijero precipitado de cloruro de plata o por tinta china i contenido en un colorímetro en el que se hacía variar a voluntad la longitud de la columna. Reconocieron que el

espesor de agua turbia necesaria para impedir la vision de un cuerpo iluminado o luminoso por sí, que se mira a través de esa agua, varía con la dimension del cuerpo. Mientras mayor es éste mayor es tambien el límite de visibilidad neta, sin que haya proporcionalidad.

3^a El agua del Lemán es mucho mas trasparente en invierno que en verano.

4^a El límite de visibilidad neta aumenta con la intensidad de la luz, si bien menos rápidamente que aquella. En efecto, si se reemplaza la luz eléctrica por una lámpara de moderador, el límite neto se hace menor, pero no en relacion con la enorme diferencia luminosa. En un experimento con un disco blanco de Secchi, éste, iluminado por el sol, desapareció a una profundidad de 17 metros, mientras que una lámpara Edison, de un poder de 6 bujías, mostró el límite de vision neta a unos 33 metros, i el límite de luz difusa a 52 metros. A medida que el dia declina, el límite de visibilidad de un disco blanco varía solo mui lentamente; sin embargo, la distancia a la cual desaparece el disco de dia es mucho mas pequeña que aquella a que cesa de verse de noche la luz de las lámparas.

5^a Comparando el límite de visibilidad neta obtenido con la luz eléctrica, segun se haya o no concentrado i hechos paralelos sus rayos con una lente, se encuentra una diferencia sensible, aunque pequeña. Lo mismo sucede con el límite de visibilidad difusa.

6^a Se producen diferencias notables en el límite de estincion, segun se haga uso de luz roja, verde o azul. Los rayos rojos son absorbidos notablemente mas que los otros.

7^a Siendo los rayos mas refranjibles interceptados con mas facilidad por un medio turbio que los rayos de corta lonjitud de onda, un objeto parece amarillo, anaranjado o rojo a medida que se va aproximando al límite de la visibilidad neta.

El máximo de distancia obtenida por la comision jinebrina para una lámpara eléctrica provista de un regulador Burgin, fué de 38.5 metros para la vision neta i 82.8 metros para la luz difusa.

TRASPARENCIA ACTÍNICA.—El límite de oscuridad actínica es el espesor máximo de agua a través de la cual cesa de ser impre-

sionada una sustancia sensible a los rayos actínicos del espectro. Ofreciendo diversas sustancias una diferencia considerable de sensibilidad, el límite de oscuridad variará evidentemente con cada una de ellas.

La solución del problema de la transparencia de las aguas es de gran importancia para la botánica i la zoolojía marina i lacustre; sin embargo, podría ser peligroso aplicar inmediatamente las leyes de la transparencia actínica a la transparencia óptica; una de ellas no parece ser rigurosamente proporcional a la otra i no sería, por consiguiente, rigurosamente medida por ésta, porque los rayos actínicos, cuyo efecto indican las sustancias sensibles, no se confunden con los rayos luminosos. Existen, es verdad, en la porción luminosa del espectro, hacia la raya A., continuando a través del azul; pero por otra parte, rebasan mucho al espectro visible. Empleando una excelente comparación de Regnard, la placa sensible es absolutamente ciega en la cámara iluminada con luz roja donde el fotógrafo mismo distingue los objetos que lo rodean.

Las primeras investigaciones fueron hechas en 1873 por Forel¹, que comprobó que el cloruro de plata contenido en una botella de vidrio blanco no había cambiado de color después de haber estado sumergida durante tres días a 60 metros de profundidad en el lago Lemán. Algun tiempo después, el mismo sabio empleó el papel salado i albuminado sensibilizado por el nitrato de plata, encontrando con este indicador que el límite de actividad actínica había sido de 45 metros en verano i de 100 en invierno, resultado conforme con los obtenidos con el disco Secchi.

El doctor Asper² se sirvió en 1881 de placas Monkhoven de bromo-ioduro de plata en los lagos de Zurich i de Walenstad. Tuvo la idea de amarrar varias de esas placas, superponiéndolas,

1. F. A. Forel, *Matériaux pour l'étude de la taune profonde*. (Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles, 1874).—Id, *Instructions pour l'étude des lacs*.—Id, *Expériences photographiques sur la pénétration de la lumière dans les eaux du lac Léman*. (Comptes rendus de l'Académie des sciences, 1888).—Id, *Eclairage des eaux profondes du lac Léman*. (Association française pour l'avancement des sciences, Congrès d'Oran, 1888).

2. Asper, *Ueber die Lichtverhältnisse in grosse Wassertiefen* (Kosmos 1885, i Archives de la Société helvétique des sciences naturelles, 1881).

a una misma sondalesa, e instaló durante la noche el aparato entre dos aguas sacándolo de la noche siguiente, i encontró el límite entre 150 i 160 metros. A los 140 metros la accion es ya comparable a la de una esposicion durante una noche clara i sin luna.

Forel renovó en 1887 su esperimento con la disposicion de Asper, pero usando siempre el papel albuminado sensibilizado. Comparó el efecto fotográfico a varias profundidades en el agua, después de una esposicion de dos dias, al obtenido en el aire, gracias a una escala de tintes obtenidos esponiendo a la luz, durante tiempos determinados, una serie de papeles sensibilizados.

Reconociendo cuan difieil es comparar la sensibilidad fisiológica de la retina humana con la de una sustancia fotosensible, Forel es de parecer que la retina del hombre, así como el nervio óptico de los animales, cuya sensibilidad no es mucho mayor que la de las placas Monkhoven estrasensibles, encontrarian su límite de oscuridad absoluta a una profundidad un poco mayor que el de las placas, es decir, hacia 200 metros. La curva de absorcion de la luz en el lago Lemán, tal como está indicada por la comparacion de la escala de tintes obtenidos en el aire, no tiene la forma de curva asintótica, i la rejion profunda de las aguas debe ser absolutamente oscura para las sustancias fotosensibles como tambien para la retina del hombre i de los animales.

Fol i Sarasin¹ espusieron tambien a varias profundidades del lago Lemán placas con jelatino-bromuro rápido de Monkhoven. Esas placas estaban perfectamente protegidas contra la accion de la luz, salvo en el momento del esperimento, e iban encerradas en un aparato especial consistente en una caja provista de dos postigos de laton. Durante el descenso en el agua el aparato queda cerrado; pero tan pronto como el escandallo toca en el fondo, se abre aquel dejando aparecer las placas i se cierra otra vez cuando el escandallo deja el fondo al cobrarse la sondalesa. Para operar en profundidades distintas, basta hacer variar la distancia que separa la plomada del aparato.

1. H. Fol et E. Sarasin, *Pénétration de la lumière du jour dans les eaux du lac de Genève et dans celles de la Méditerranée*. (*Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, 1887).

En esos experimentos, las placas estuvieron espuestas durante diez minutos, i eran desarrolladas en seguida por un tratamiento uniforme de diez minutos con oxalato de fierro. Su comparacion permitió reconocer las leyes siguientes:

1^a Los rayos del día penetran en el lago de Jinebra, en setiembre, a 170 metros de profundidad i probablemente un poco mas; a esa hondura, la fuerza de impresion, en pleno día, es casi comparable con la de una noche clara i sin luna.

2^a A 120 metros de profundidad la accion de los rayos transmitidos es aun mui fuerte.

3^a En setiembre, con tiempo cubierto, los rayos penetran luminosos mas abundante i profundamente en el agua que en agosto con un tiempo absolutamente despejado (170 metros en lugar de 130).

4^a El límite estremo de la accion de los rayos del día, en invierno (18 de marzo de 1885) está en este lago un poco mas allá de 200 metros. En el mes de abril la profundidad es de unos 200 metros.

Esos experimentos fueron repetidos en el Mediterráneo, por primera vez a bordo del aviso de la marina francesa *Albatros*, los días 25 i 26 de marzo de 1885, frente al cabo Ferrat, cerca de Villefranche, en profundidades de 400 a 600 metros, i por segunda vez el año siguiente, a 1400 metros frente al cabo Boron, que separa la rada de Villefranche del golfo de Niza, a bordo del aviso *Corse*. Después de haber comprobado que en el mes de marzo, a medio día i con buen sol, los últimos resplandores de la luz diurna llegaban a 400 metros de la superficie, Fol i Sarasin se pusieron a estudiar la penetracion de los rayos actínicos en las profundidades del mar a diversas horas del día. Para ello hicieron uso de placas sensibles con jelatino-bromuro estrarápido Lumière, protegidas con un barniz cóntra la accion del agua de mar, dispuestas unas encima de otras a lo largo de una sondaesa i encerradas en una serie de cajas que se abrian en el momento en que el escandallo descansaba en el fondo, cerrándose tan pronto como aquel, al cobrarse la sondaesa, obraba por su peso sobre unos muelles de que cada una iba provista. Se operó en 550 metros de profundidad, siendo

la duracion de la esposicion i del desarrollo con oxalato de fierro respectivamente de diez minutos, como en el caso precedente.

Se reconoció que el límite de los rayos activos se encuentra muy exactamente por 400 metros en abril, a medio dia, con buen tiempo, lo cual comprobó una lei ya formulada.

Las capas situadas a 300 metros están iluminadas cada dia, no por corto tiempo, sino durante todo el tiempo en que el sol está sobre el horizonte; a 350 metros los rayos activos penetran cuando menos durante ocho horas por dia.

Fol i Sarasin inventaron aun un aparato para contener las placas cuya abertura es independiente de la intervencion del fondo. Consiste en un bastidor circular horizontal que lleva una serie de placas fotográficas obturadas por discos provistos de aberturas i que jiran bajo el impulso de un movimiento de relojería. Cuando el sistema llega a la profundidad requerida, se da el movimiento enviando un mensajero a lo largo de la sondalesa, los discos empiezan a jirar, sus aberturas pasan delante de las placas, las descubren permitiéndoles impresionarse, i son en seguida reemplazadas por las partes llenas, que vienen a cubrir i proteger las placas impresionadas. El aparato funciona de una manera muy satisfactoria.

El doctor Regnard espuso en la Esposicion Universal de 1889, con las colecciones del príncipe de Mónaco, bajo el nombre de fotómetrografo, un instrumento destinado a medir la intensidad de los rayos actínicos a través de una capa de agua. Dicho instrumento está basado en el principio de la lámpara eléctrica submarina del mismo sabio, i se compone de un cilindro atravesado, en el sentido de su eje, por una abertura cerrada con un cristal i detrás de la cual se desarrolla con una velocidad uniforme una faja de papel sensible movido por un aparato de relojería. Para que el mecanismo no sufra las consecuencias de la presión cuando se le sumerge en grandes profundidades, la cavidad estanca comunica con un globo de caucho lleno de aire que se comprime al descender, manteniendo así en el interior del cilindro una presión igual a la que experimenta exteriormente. Se saca la faja de papel, se la fija i como cada hora se encuentra registrada en ella, se obtiene, de esta manera, una marca cuya intensidad varía en razón de las va-

ciaciones de actividad actínica de los rayos solares en cada hora del día.

MEDIDA DE LA COLORACION DEL MAR I DE LOS LAGOS.—Humboldt¹ trató de representar el color del mar por una cifra, comparándolo con la escala del cianómetro de Saussure, simple disco dividido en 51 sectores iguales, de los cuales el primero está pintado de blanco i el último de azul casi negro. Forel, en sus trabajos sobre los lagos de Suiza, con el objeto de conservar el recuerdo del tinte ofrecido en un momento cualquiera, se limitó a considerar el agua verticalmente, ya a simple vista, ya con un tubo que detenía los rayos difusos, o anteojos de agua, i copiaba el matiz con colores al óleo, a la acuarela o al pastel, resultándole mas cómodo esto último.

Esos colores opacos representan difícilmente el tinte trasparente, mucho mas delicado i sutil, del líquido iluminado por la luz del día. En atencion a esto Forel imaginó una gama compuesta de líquidos coloreados. Preparaba dos disoluciones, una azul i otra amarilla, i las mezclaba en proporciones centesimales, a las que atribuía números de orden segun la proporción en centésimos del licor amarillo añadido al azul.

La disolucion azul es el agua celeste de los farmacéuticos al $\frac{1}{200}$; compuesta de 1 gramo de sulfato de cobre, 9 de amoníaco i 190 de agua; la disolucion amarilla se compone de 1 gramo de cromato de potasa disuelto en 199 de agua. Estando los dos líquidos mezclados en proporciones centesimales,

el núm.	0 contiene	0 amarillo i	100 azul
— 10	—	10	— 90 —
— 25	—	25	— 75 —
— 50	—	50	— 50 —, etc.

Se encierra estas disoluciones en tubos de vidrio blanco de 8 milímetros de diámetro interior que se sueldan con la lámpara.²

1. Günther, obra citada.

Como la disolucion amarilla está mas fuertemente coloreada que la azul, con el objeto de tener tintes casi equidistantes, se compone la gama con los números 0, 2, 5, 9, 14, correspondientes a los tintes del océano Atlántico, del Mediterráneo, del lago Lemán i de los lagos azules, i 20, 27, 35, 44, 54 i 65, a los tintes de los lagos verdes del norte de Suiza. Sin embargo, nada impide, si se desea, aumentar el número de tubos, pudiéndose tambien en caso de necesidad tomar disoluciones límites mas concentradas, al 1 por 100 por ejemplo. Para las aguas mui oscuras, se interpone un lente ahumado, simple o doble.

Cuando se quiere usar la escala, se mira el agua verticalmente colocándose en la sombra, la cabeza cubierta con una tela negra o simplemente con un paraguas negro. A bordo de un buque se busca hacia proa el sitio en donde la ola de rechazo, no rota aun, se inclina contra el costado negro del buque; de esta manera se evita los efectos de reflexion de la luz del cielo, i se ve el verdadero tinte del agua, al cual se da el número del tubo que contiene el matiz correspondiente.

Una manera cómoda de proceder es bajar un disco de 30 centímetros de diámetro, blanqueado con albayalde, subiéndolo lentamente; llega un momento en que la iluminacion de los tubos de la gama i del disco es la misma, permitiendo esto hacer una comparacion mui exacta. Se apunta entonces al mismo tiempo el número del tubo i la profundidad a que ha llegado el disco.

DEFORMACION DE LAS IMÁJENES; GLORIA; ILUSION DE AGRANDAMIENTO DE UN OBJETO SUMERJIDO.— Forel estudió otros fenómenos ópticos observados por él en el lago de Jinebra. Ricco había observado que la imájen del sol experimenta una deformacion por su reflexion en el espejo esférico formado por la superficie del mar. Forel demostró que sucedía lo mismo en la superficie del lago Lemán¹, pues los objetos fuertemente iluminados i en tiempo de calma dan lugar a una imájen mui deprimida situada debajo de la imájen real no alterada. De esta manera se tiene una de-

1. F. A. Forel, *Images réfléchies sur la nappe sphéroïdale des eaux du lac Léman*, (Comptes rendus de l'Académie des sciences, 1888).

mostracion de la esfericidad de la superficie de las aguas, pudiéndose deducir de allí los elementos de un cálculo que puede dar la medida del radio terrestre.

Cuando un observador que tiene el sol a su espalda examina su sombra en la superficie del lago ligeramente agitado, en sitios donde el agua es bastante opaca u ofrece un espesor suficiente para no dejar ver el fondo, ve la sombra de su cabeza rodeada por una auréola o gloria, haz de rayos diverjentes alternativamente oscuros i luminosos. Forel¹ analizó las condiciones del fenómeno i lo atribuyó a las diferencias de iluminacion de las capas de agua, segun correspondan a las superficies convexas o cóncavas de las olas. La produccion de esa gloria demuestra la facultad de iluminacion del agua a consecuencia de las partículas pulverulentas que encierra. El agua físicamente pura no produce sombra ni gloria, mientras que un líquido absolutamente opaco, la tinta o el mercurio, ofrecen una sombra en su superficie pero no gloria. Thoulet observó el fenómeno en el mar del Norte, en las mismas condiciones señaladas por Forel.

Un objeto observado al través de una capa de agua parece mas grande de lo que es realmente². La fraccion de reduccion, es decir, la disminucion del tamaño aparente del objeto para llegar al tamaño natural, está representada por la espresion

$$m = \frac{a - b}{a}$$

en la cual a es el ángulo bajo el cual los rayos luminosos salidos de las estremidades del objeto entran en el ojo del observador o sea el ángulo del tamaño aparente, i b el ángulo de tamaño real, segun el cual los rayos extremos penetrarian en el ojo si no existiese ninguna capa de agua interpuesta. La ilusion es física i debida a la refraccion, siendo tanto mayor cuanto mas profunda es el agua i cuanto menos elevado está el ojo sobre el agua i

1 i 2. F. A. Forel, *Une variété nouvelle ou peu connue de gloire sur le lac Léman, e Illusion de grossissement des corps submergés dans l'eau* (Bulletin de la société vaudoise des sciences naturelles, 1874).

cuanto mas alejado de la vertical el objeto que se examina. Forel advierte que hai que tomar en cuenta una ilusion subjetiva por falsa apreciacion de la distancia, error tanto mas considerable cuanto mas opalina es el agua, al mismo tiempo que permanece, sin embargo, lo suficientemente limpia para no ser percibida como un medio interpuesto. La ilusion del agrandamiento de un objeto sumerjido puede llegar a un tercio, i mas del tamaño real del objeto.

MAR DE LECHE; FOSFORESCENCIA DEL MAR.—Aun se producen otros fenómenos por la presencia de animalillos en el seno de las aguas oceánicas. En el del mar de leche, éste parece trasformado en un inmenso llano cubierto de nieve e iluminado por un reflejo crepuscular. Mui frecuente en el océano Índico, aparece solo de noche, de repente, desapareciendo al salir la luna, i durante toda su aparicion, al contrario de lo que tiene lugar cuando el mar está fosforescente, el horizonte queda perfectamente limitado. Esto es debido a animales cuya longitud varía entre 0. 1 i 0. 2 milímetro.

La fosforescencia se ve en todas las rejiones del globo, aun en el mar del Norte i en el Báltico; pero en los mares tropicales es donde se manifiesta con todo su esplendor cuando el tiempo está en calma i caloroso. Durante mucho tiempo se ha atribuido el fenómeno al resplandor producido por materias fosforescentes, a la insolacion o a un desarrollo de electricidad causado por el frotamiento mutuo de las partículas del agua; pero se sabe hoi que resulta de la presencia de animales en el agua. Muchos de los seres vivientes del océano son fosforescentes; se conoce mas de 100 especies que manifiestan esa propiedad. La emision de luz es continua o intermitente, lo mas frecuentemente blanca, raras veces azul, verde, amarilla o roja, como en las alcionarias, i cesa siempre después de la muerte de los individuos. Los abismos del océano no están alumbrados mas que por el débil resplandor de la fosforescencia de los animales que lo habitan, autozoarios, ofuros, hidroides, crustáceos i peces errantes que buscan su alimento al través de los bosques de gorgonias, que se ponen tambien luminosas por la agitacion de las corrientes o por otras causas. El

príncipe de Mónaco, en sus pescas de alta mar, empleó para atraer a los animales lámparas eléctricas sumerjidas a grandes profundidades, i Fol se sirvió para el mismo objeto de materias fosforescentes, cuya luz, menos deslumbradora, parece obrar con mas eficacia.

6.—BIOLOGÍA DEL MAR

Aunque el estudio de la vida en el seno de los mares parece pertenecer esclusivamente a la zoolojía, es imposible pasar aquí en silencio la descripción de los diversos aparatos de pesca empleados en todas las expediciones oceanográficas i no dar un resumen de las condiciones jenerales de existencia de los seres que pueblan el mar i representan un papel tan considerable en su economía. Los depósitos submarinos no son en su mayor parte mas que una acumulacion de despojos de animales; el color del océano resulta, en parte, de animales o de vejetales que mezclan diversamente su coloracion propia con la que es natural al agua i con la que proviene de varias causas físicas. La presencia, en una localidad, de una planta, i sobre todo de un animal dotado de la facultad de moverse voluntariamente, es la afirmacion de un conjunto de condiciones físicas especiales, temperatura, salinidad, presión, que caracterizan el medio donde esos seres se encuentran favorablemente, porque si fuera de otra manera, o no existirían, o bien, como [poseen la facultad de huir, no se les encontraría en los lugares examinados ¹. Su ausencia es así mismo una prueba de un estado de cosas diferente, al menos en algunos puntos, de las condiciones definidas de sus habitáculos. La planta i el animal son verdaderos instrumentos de física mui delicados, que suministran indicaciones, no de un orden único de fenómenos como el termómetro para la temperatura o el areómetro para la densidad, sino de todo un conjunto de fenómenos complejos. La

1. J. Thoulet, *Les principes scientifiques des grandes pêches*. (Revue générale des sciences pures et appliquées, 1890).

lectura de esos instrumentos vivientes, cuya graduacion abarca solamente tres grados: presencia, ausencia i rareza, es por consiguiente estremadamente dificil, i es por tanto lójico empezar por el empleo de los instrumentos inanimados de nuestros laboratorios, con los cuales estamos familiarizados i que son mas sencillos para interrogarlos, puesto que tienen la ventaja de no ser sensibles mas que en una sola condicion de las mil que constituyen el estado jeneral del medio, siendo además sus indicaciones a la vez mas precisas i mas delicadas. Por eso la mayor parte de las naciones marítimas, ya se trate de ciencia pura, ya mas especialmente de una aplicacion práctica, como la industria de la pesca, están de acuerdo en que el trabajo de los naturalistas no puede hacerse de una manera fructuosa hasta haberse terminado, tan completamente como sea posible, la obra del oceanógrafo, que debe precederlo estableciendo bases precisas e indiscutibles. Todo estudio de los seres que viven en una localidad determinada del mar, plantas i animales, está condenado a no ser mas que una descripcion, si no se guia i apoya en el conocimiento previo de la localidad, de su topografía, de su jcoología, de la distribucion de las temperaturas en el seno de las aguas i de la composicion de éstas. En otros términos, si la última palabra es de la botánica i de la zoolojía, la primera pertenece sin disputa a la oceanografía. Por otra parte, el naturalista viene a su vez a instruir al oceanógrafo, suministrándole algunas veces la solucion de problemas que ha tratado en vano de resolver. De esa manera fué como Murray ¹ probó que las aguas calientes del Atlántico no penetran en el mar del Norte, i pudo asegurar *a priori* la existencia de la cresta Wiville-Thomson, gracias a una sencilla comparacion de las faunas de las costas oriental i occidental de Escocia.

En Francia, los pescadores, obligados por la despoblacion de los fondos próximos a las costas a ejercer su industria en alta mar, reclaman el establecimiento de mapas topográficos con colores

1. John Murray, *The physical and biological conditions of the seas and estuaries about North-Britain* (Philosophical Society of Glasgow, 1886).

indicadores i mapas jeológicos submarinos ¹ En Noruegá ² en el laboratorio de agricultura marina de Flodevig, cerca de Arendal, dirigido por el capitán Dannevig, i que se ocupa de la fecundación artificial i de la repoblación del mar con peces diversos, langostas i bacalaos, se ha reconocido que además de la temperatura conveniente, el agua de los estanques de cría debe presentar una densidad de 1.022, absolutamente necesaria para impedir que las crías se vayan al fondo. Si la densidad es menor, todos los pequeños bacalaos, que aun nadan con dificultad, no pueden luchar mucho tiempo contra su peso que los arrastra, i acaban siempre por caer al fondo, donde pronto perecen.

Esos ejemplos muestran que la manera de obrar en zoolojía es en muchos casos, la manera de obrar en física, en química i en topografía, i también que la zoolojía i las ciencias exactas se prestan mutuo apoyo; no debe, pues, el oceanógrafo descuidar mas los importantes datos ofrecidos por los vegetales i animales que un jeólogo los que le suministra la paleobotánica i la paleozoolojía. Bastará recordar que el mundo civilizado pesca anualmente por valor de dos billonés de francos en el mar i que la industria de la pesca da medios de vivir a una población de un millón de marinos, para no insistir mas en los graves problemas económicos i sociales cuya solución depende inmediatamente del conocimiento de las leyes teóricas.

Aparatos de pesca

DRAGAS.—Las dragas (fig. 92) son redes de mallas apretadas, mantenidas en un marco de fierro cuya abertura está provista de dos hojas del mismo metal que sirven de cuchillo para raspar el fondo. Esas hojas, que al principio estaban inclinadas en un án-

1. V. Guillard, *Des progrès de la pêche côtière sur le littoral du Morbihan*. (Bulletin de la Société bretonne de géographie de Lorient, 1889).

2. C. Raveret-Wattel, *L'Agriculture marine en Norvège* (Revue des sciences naturelles appliquées, Bulletin bi-mensuel de la Société nationale d'acclimatation de France, 1889).

gulo de 10°, tenían la desventaja, en los fondos fangosos, de recoger mucho limo, de manera que el aparato, inmediatamente lleno de él, recojía pocos animales. Al presente esas hojas están horizontales, i se levanta aun todo el sistema amarrando esteriormente en la entrada un pedazo de cable grueso. Para proteger mejor los organismos delicados e impedir que la draga sea rota por las rocas, se envuelve la red en un saco de lona o de cuero. En la parte posterior lleva una barra de fierro con pesos de plomo i algunos lampazos, para enredar algunas especies de animales marinos. Las dragas tienen dimensiones variables: las del *Blake* tenían una longitud de 1.20 metro i una abertura de 90 centímetros por 11. En los dragados pocos profundos no se hace uso del marco ni del saco de lona, pero se hace la draga misma de un tejido mas resistente, algunas veces de fibra de coco, que suele prestar buenos servicios.

Para izar, el *Challenger* empleaba cabo de cáñamo de Italia, ventajosamente reemplazados actualmente por cables de seis alambres de acero galvanizado que rodean una alma de cáñamo. La circunferencia de los adoptados por la *Coast and Geodetic Survey* de Estados Unidos es de 2.86 centímetros, pesando una libra por braza, o sean 247 gramos por metro, i pasando su carga de ruptura de 3630 kilogramos. A bordo del *Medusa* se sirvió Murray para pequeñas profundidades de un cable constituido en totalidad por alambres de cobre fosforado. El *Talisman* hizo uso de un cable compuesto de 42 alambres de acero, reunidos en 6 cordones de 7 alambres cada uno, torcidos sobre una alma de cáñamo; tenía 1 centímetro de diámetro, pesaba 344 gramos por metro i podía soportar sin romperse una tracción de unos 4500 kilogramos.

Se sostiene a esos cables con el acumulador de discos de caucho o con el dinamómetro de resortes encajados del príncipe de Mónaco. El acumulador no sirve en realidad mas que cuando se cobra la draga, porque durante el arrastre, el mejor aparato es sin duda alguna la curva que hace el cable debajo del agua: segun su forma mas o menos aplanada, se arregla el andar del buque. Los alambres de acero constituyen, además, un excelente teléfono, bastando tocarlos con la mano, para quedar ente-

rado de la naturaleza cascajosa, arenosa, fangosa o rocosa del fondo, i modificar en consecuencia el esfuerzo de traccion.

Se sumerge o se sube la draga a razon de 200 metros en 2.5 a 3 minutos, i se la arrastra durante 20 minutos con una velocidad de 1.5 a 3 millas por hora, segun la naturaleza del suelo submarino.

BARREDERAS.—La barredera difiere poco de la que emplean ordinariamente los pescadores. Es una red (fig. 93) mantenida abierta por una armadura de fierro, como tambien por sartas de balas de plomo por un lado i de pedazos de corcho por otro. Su longitud es de unos 4.57 metros por 3.05 i está formada por dos bolsas de mallas que en la primera son mayores que en la segunda, con el objeto de evitar la acumulacion de fango. Su estremidad, en punta, lleva como peso una bala. Se la arrastra con una velocidad de 2 a 3 millas por hora, después de haberla fijado al cable por una amarra que se rompe si la armadura es detenida por cualquier accidente, de manera que se pueda salvar siquiera el cable i la red. La barredera es preferible a la draga porque recoge menos fango, mas animales i éstos mucho menos espuestos a averías. La draga no sirve mas que en los fondos rocosos que harían pedazos la red.

«Segun la profundidad que se debe explorar ¹, i tambien segun el tiempo reinante, se utiliza una barredera de 2 o 3 metros de abertura. Puede decirse, de una manera jeneral, que con buen tiempo puede hacerse uso de una barredera de 3 metros para fondos que lleguen a 3600. Pasada esa profundidad, es prudente no emplear sino redes de 2 metros. En cuanto a la sobre carga que debe dársele, era a bordo del *Talisman* de 188 kilogramos para los fondos mayores de 3000 metros». El *Challenger* llegó con la barredera hasta profundidades de 4850 metros.

El principe Alberto de Mónaco ² perfeccionó aun ese jénero de

1. F. Filhol, *La vie au fond des mers*, Paris, 1886.

2. Se encontrará excelentes indicaciones acompañadas de figuras que representan diferentes aparatos de pesca en un folleto titulado: *Recherches des animaux marins; progrès réalisés sur l'«Hirondelle» dans l'outillage spécial*, por el principe de Mónaco, 1889 (Extractado del «Compte rendu de séances du Congrès international de zoologie de 1889»).»

redes: su barredera de estribos, que contiene varios lampazos en su interior, sirve para el fondo, mientras que su barredera de superficie recoge los organismos que flotan en la superficie del agua o un poco mas abajo. Estos se acumulan sin peligro de ser rotos ni mutilados en un recipiente de zinc colocado en la estremidad de la red i mui fácil de separar.

RASTRA DE LAMPAZOS.—La rastra de lampazos (fig. 94) se emplea sola en fondos mui desiguales, rocosos o coralíferos, peligrosos para las dragas i barrederas. Coje estrellas de mar, erizos, corales, cangrejos, esponjas i aun algunas veces pequeños peces. Se compone de 12 o 15 grandes lampazos suspendidos de ella. Tambien suele formarse de dos piezas de madera, unidas de manera que formen la letra A i en las cuales se anarra, además de lampazos, cuerdas provistas de anzuelos.

NASA DE PROFUNDIDAD; ILUMINACION DE LAS AGUAS PROFUNDAS. El príncipe Alberto de Mónaco ¹ completó el empleo de la dra- ga i de la barredera con el de una nasa que queda inmóvil en el fondo, i en la que las especies voraces, atraídas por medio de cebos, son llevadas hasta la superficie perfectamente protegidas contra todo deterioro accidental.

Esas nasas son de alambre de fierro con mallas de 1 centímetro i tienen la forma de un cilindro cuyas dos bases son troncos de cono abiertos hacia adentro en las bases pequeñas; el conjunto está sostenido por una armadura de maderâ o de fierro. Se las ha descendido hasta la profundidad de 758 metros con la ayuda de un cable compuesto de 42 alambres de acero en 6 cordones de 4.5 milímetros i resistiendo a 1000 kilógramos; se abandonan dejándolas valizadas con boyas.

El príncipe de Mónaco perfeccionó esa nasa, que tenía los inconvenientes de ser pesada, embarazosa para guardarla i desumirse fácilmente en el fango, por otra en forma de prisma triangular i en

1. Prince A. de Monaco, *Sur l'emploi de nasses pour des recherches zoologiques en eaux profondes* (Comptes rendus de l'Académie des sciences 1888).

que la mayor parte de la armazon es de madera, con el objeto de obtener mayor lijereza. Las entradas se encuentran en las dos bases triangulares, i en su interior hai otras pequeñas nasas de tela metálica, descansando el todo en el fondo por una de sus caras rectangulares sujeta por sacos llenos de lastre. Ese aparato, amarrado a un cable de acero de 3000 metros, ha funcionado con todo éxito hasta profundidades de 1370 metros.

El Dr. Regnard ¹ imaginó servirse, como cebo, de una lámpara incandescente Edison de 12 volts, suspendida por el sistema Cardan en el interior de la nasa i puesta en accion por dos pilas Bunsen, en las que el ácido nítrico era reemplazado por ácido crómico. Esas pilas iban dentro de una caja de fierro herméticamente cerrada cuya cubierta, para poder resistir a la presion, estaba provista de dos agujeros, uno para dar paso a los alambres de la lámpara, i el otro en comunicacion con un globo de tela de caucho sostenido por una red i lleno de aire. Cuando se sumerje el sistema, el globo es comprimido a medida que baja e introduce en la caja de las pilas aire con la misma presion a que está sometido. Existe, pues, una presion igual afuera i adentro de la caja.

Fol empleó como cebo sustancias fosforescentes, cuyos débiles resplandores atraian a los peces.

REDES FINAS DE SUPERFICIE.—Para coleccionar muestras de la fauna pelájica, es decir, los individuos que viven en la superficie del agua, se emplean redes de gasa o clarin de seda para cernedores de molinos. Su forma es la de un tronco de cono de cerca de 1 metro de largo con un diámetro de 25 centímetros en la base mayor i de 8 a 10 en la menor; la abertura está sostenida por un círculo de metal, i se arrastra el aparato por la superficie con una velocidad moderada. Cuando se desea recojer individuos mui pequeños, se hace uso de redes de muselina que tengan 50 o 60 hilos por centímetro, i cuyas mallas tienen, por consiguiente, 0.02 milímetro de ancho (núm. 120 del comercio).

1. P. Regnard, *Sur un dispositif destiné à éclairer les eaux profondes*. (Comptes rendus de l'Académie des sciences, 1888).

Se ha ideado varios sistemas para que esas redes no se abran sino a una profundidad determinada, o bien para que queden abiertas durante cierto trayecto, sea horizontal o vertical, cerrándose despues i trayendo dentro al subirlas la fauna recojida sin haberse mezclado con la de capas diferentes. Entre los diversos modelos propuestos, se cita la trampa de Sigsbee ¹ la red de Guerne ², la de Cheen ³, profesor de la Universidad de Koenigsberg, i la del príncipe de Mónaco ⁴. Un modelo sencillo, sobre todo para pequeñas profundidades, es la red Turbyne ⁵ (fig. 95), adoptada a bordo de la *Medusa*. Dos cuerdas la unen al buque: una A, sirve para el arrastre, i la segunda, B, guiada por anillos, rodea la abertura de la red. Se sumerje la red cerrada, manteniendo la cuerda B fuertemente tesa, i cuando ha llegado a la distancia deseada se la afloja, quedando abierta la red; por último, antes de subirla, se tesa otra vez la cuerda B, i queda nuevamente cerrada la red.

APARATOS VARIOS.—Los oficiales de la Comision de pesquerías americanas (*U. S. Commission of fish and fisheries*) idearon o perfeccionaron un gran número de aparatos destinados a recojer los animales marinos, como la draga-rastrillo (*Rake dredge*) i el aparato de seguridad para dragas (*Check stop*), o a aislar los animales colectados del fango que los envuelve sin mutilarlos, como el tamiz oscilante (*Cradle sieve*), la mesa-tamiz (*Table sieve*). Tambien se sirvieron a bordo del *Travailleur* de esferas metálicas huecas que podian abrirse i cerrarse herméticamente segun un diámetro, provistas de mui pequeños agujeros i que se ajitan en el agua después de haberlas llenado de limo. El dibujo i descripcion de esos aparatos se encuentran en la obra de Sigsbee ⁶, o en las

1. A. Agassiz, *Three cruises the Blake*.

2 i 3. Príncipe de Mónaco, *Sur les filets fins employés à bord de l'Hirondelle* (Comptes rendus des séances de la Société de Biologie, 1887).

4. Príncipe de Mónaco, *Le filet fin à rideau* (Résultats des campagnes scientifiques du yacht *V'Hirondelle*, Paris, 1889).

5. *The Scottish marine station*, Edimburgo, 1885.)

6. Charles D. Sigsbee, *Deep sea sounding and dredging*, Washington, 1880).

relaciones oficiales anuales de la Comision de pesquerías americanas.

CONSERVACION DE LAS MUESTRAS ¹.—Cuando se trata de animales delicados, tales como celenterios, larvas pelágicas de moluscos i de equinodermos i ciertos anélidos, no obtendríamos mas que muestras incompletas i mutiladas, si nos contentáramos con sacar la red del agua e invertirla i sacudirla en una cuba llena de agua. Es preciso, por el contrario, sostener la red en un recipiente adecuado de tal manera que quede siempre medio llena de agua, i vaciarla poco a poco en una gran cuba. Se recojerá los animales uno a uno con la ayuda de un pipeta i se les pondrá en frascos llenos de agua de mar, teniendo cuidado de no mezclar las especies ni meter tampoco muchas muestras en un mismo frasco. Tomando estas precauciones, se podrá obtener muestras intactas de animales delicados i conservar con vida durante cierto tiempo, especies que de otra manera morirían rápidamente por no estar en un estado de perfecta integridad.

El ácido ósmico en disolucion de 1 por 100 es lo que mas conviene para la conservacion de organismos de estructura jelatinosas, tales como los celenterios; pero esa manera de obrar exige de parte del operador una gran habilidad, por variar el tratamiento con cada especie i depender además del grosor de la muestra, de la consistencia del tejido, etc. En cuanto a las larvas i a los pequeños anélidos, un tratamiento por el ácido ósmico o por el sublimado corrosivo durante algunos momentos (disolucion saturada de agua dulce o de agua de mar), dará jeneralmente buen resultado. Despues del tratamiento por uno de estos reactivos, se lava el objeto con agua comun i se conserva en alcohol de 95°, que se cambia dos o tres veces.

El tratamiento con el ácido ósmico o con el sublimado, que exige ser vijilado de cerca i que no puede ser aplicado mas que por los zoólogos de profesion, deberá emplearse en las muestras en

1. Debo esta parte a la competente pluma de mi amigo i colega R. Koehler.

que se desea conservar los detalles de estructura i que se destinan a investigaciones histológicas. Esas manipulaciones delicadas serán inútiles, si uno se propone simplemente coleccionar animales pelájicos para hacer de ellos un examen somero, i mucho mas si no se trata de recojer especies delicadas de difícil conservacion, como celenterios de cuerpos blandos i jelatinosos o larvas de diferentes grupos, sino crustáceos, anélidos, radiados, etc., que constituyen, en la mayor parte de los casos, casi la totalidad de las pescas pelájicas. Bastará en tal caso mantener esos animales en un estado de conservacion suficiente para permitir a los zoólogos a quienes se proporcione las muestras el hacer su determinacion, i suministrar de esa manera datos útiles para los estudios oceanográficos. Es mui importante operar perdiendo el menor tiempo posible, no siendo indispensable que todos los animales estén en un estado de integridad perfecta, ni que los tejidos estén fijados como si estuviesen destinados a estudios histológicos. El alcohol a 95° se encuentra siempre indicado, i las muestras se conservarán en él de una manera suficiente.

Sin embargo, en lugar de echar directamente el contenido de la red en un frasco con alcohol, es preferible obrar de la manera siguiente: la red, con su contenido, se invierte i ajita en una gran cuba llena de agua de mar, repitiendo la operacion varias veces seguidas hasta que la pesca sea suficiente. Además se tiene preparado un frasco con dos tubuladuras de las cuales una lleva un embudo i la otra un tubo largo provisto en su parte superior de un pedazo de esterilla fina o tela. Se vierte despacio en el embudo el agua que contiene los productos de la pesca, quedando detenidos en el frasco los animales que no han podido atravesar las mallas de la tela. De esta manera se obtiene un gran número de animales en una cantidad pequeña de agua, que se reemplaza en seguida por alcohol, renovado dos o tres veces.

Las algas se conservan perfectamente en agua alcanforada.

La fauna marina ¹

FAUNA DE LAS COSTAS.—Los animales que viven en el océano se dividen en tres faunas: la de las costas, la fauna pelájica o de los animales de superficie i la fauna profunda. El reparto de las dos primeras está en estrecha relacion con la distribucion en profundidad i en superficie de las plantas destinadas a su nutrición. En el sentido vertical, las plantas no pasan el límite de penetración de la luz, es decir, 200 metros a lo sumo, lo cual corresponde a la zona de la meseta continental. En cuanto a su distribucion en superficie, tanto en las cercanías de las costas como en alta mar, depende de diversas condiciones físicas, del medio ambiente, densidad, salobridad, corrientes, i sobre todo temperatura, que ejercen una influencia inmediata en la presencia de tal o cual especie vegetal particular. Las diatómeas, por ejemplo, son plantas pelájicas de mares frios, mientras las oscilarias son plantas pelájicas de mares tropicales. La naturaleza del suelo submarino ejerce una influencia considerable, que Forel ² pudo comprobar en los lagos por el estudio del papel que desempeña el fieltro orgánico, que permite a los animales arrastrarse en una especie de piso resistente mientras que se sumerjirian en el fango. Es evidente que debe suceder lo mismo en el océano i en los fondos fangosos del Mediterráneo, que son seguramente la causa de la pobreza de la fauna de este mar. Esto fué lo que determinó a los pescadores bretones a reclamar la confeccion de cartas jeológicas submarinas hasta una distancia de unas 100 millas de la costas cuando menos ³.

1. Nos hemos servido, para la redaccion de este capítulo, de las obras siguientes: Moseley, *Discours prononcé à l'Association anglaise pour l'avancement des sciences* (Nature, 1883); H. Filho, *La vie au fond des mers*, Paris, 1886, i A. Agassiz, *Three cruises of the U. S. Coast and Geodetic Survey steamer «Blake»*, 1885.

2. F. A. Forel, *La faune profonde des lacs suisses*, 1888.

3. V. Guillard, *Des progrès de la pêche côtière sur le littoral du Morbihan* (Bulletin de la Société bretonne de géographie de Lorient, 1889).

La mayor parte de los animales marinos comestibles pertenecen a la fauna de las costas, de lo cual resalta la importancia del estudio oceanográfico de la meseta continental. Se ha dividido aun esa zona en subdivisiones, segun las especies de que cada una está mas habitada. No nos es posible entrar aquí en pormenores respecto de ese particular, que constituye, por decirlo así, la base científica de la industria de la pesca. Los diversos problemas que se presentan son demasiado numerosos, i son en la actualidad, por parte de los gobiernos, objeto de observaciones regulares i su conjunto se ha hecho, en realidad, una rama de la oceanografía relacionada con la zooloía.

Los peces permanecen raras veces estacionados en una misma rejion, porque sus necesidades varian con el período de su existencia; se ven, pues, forzados a migraciones, consecuencias éstas de causas naturales i sometidas, por consiguiente, a leyes. Esas leyes apenas empiezan a ser conocidas i, sin embargo, de ellas depende la industria de la pesca. Desde algunos años, por ejemplo, la sardina abandona las costas de Francia, frecuenta cada vez mas la de Galicia, i en ciertas épocas desaparece completamente. En un interesante trabajo ¹, Hautreux trató de dilucidar el ciclo de esas migraciones, i reconoció que la sardina es aficionada a las aguas calmas que tienen una temperatura próxima a 15° i no inferior a 12°. Los bacalaos, peces de aguas frías, como los arenques, viven en las capas de temperatura comprendida entre 7° i 10°; pero para buscar su alimento avanzan, sea en la superficie, sea en profundidad, hasta la isoterma de 12°, sin pasarla jamás. Ahora bien, el bacalao se nutre con sardinias i se comprende como la isoterma de 12° es para estas últimas una barrera infranqueable, mas allá de la cual es inútil procurar encontrarlas. El problema zoológico e industrial se reduce, por tanto, a un problema de oceanografía que consiste en conocer las oscilaciones verificadas en diversas localidades i en varias estaciones por la isoterma de 12°.

1. Hautreux, *La pêche de la morue au Sénégal* (Bulletin de la Société de Géographie commerciale de Bordeaux, 1888.)

Lo mismo sucede con el bacalao. Hautreux, computando con cuidado las fechas de la pesca de ese pez en los mares setentrionales, en Terranova, en Islandia, en las Feroes i en Noruega, i las épocas en que diversas expediciones científicas marítimas lo han capturado a grandes profundidades en las rejiones mas meridionales, cerca de las islas Maderas i Canarias, siguiendo la posición de la capa oceánica de temperatura comprendida entre 7 i 10°, i calculando la velocidad probable de las corrientes submarinas, esplicó científicamente la presencia del bacalao a pequeña distancia de la superficie, cerca de las costas del Senegal i de Marruecos, donde los pescadores de las Canarias cojen anualmente de 5000 a 8000 toneladas. Es efectivamente en esos parajes donde, segun Hautreux, sube a la superficie la capa de agua fría que desde el norte va progresivamente sumerjiéndose hasta unos 1500 metros; se conoce por la presencia en los alrededores del cabo Blanco de una capa de agua de 150 quilómetros de largo i cuya temperatura es constantemente inferior en algunos grados a la de las aguas que la rodean. Termina esponiendo para nuestros pescadores la posibilidad de cojer, durante el invierno, el bacalao en esos parajes casi tropicales i de fácil navegacion, en una época en que no pueden ser frecuentados los mares de Islandia i de Terranova.

El sabio meteorologista i oceanógrafo Mohn reconoció que en las islas Lofoten el bacalao desova con preferencia en aguas de temperatura comprendida entre 4° i 5°¹, i aconsejó al gobierno tuviera durante la estacion de la pesca un crucero encargado de investigar continuamente, por medio de sondajes termométricos, la posición de la capa de 4° a 5°, para indicar a los pescadores de cada localidad la profundidad a que deben hacer descender sus cordeles.

En Estados Unidos, dos buques del gobierno, el *Albatross* i el *Fish Hawk*, están continuamente ocupados en el estudio de la ciencia de la pesca, que podría definirse el estudio de las

1. H. Mohn, *La température de la mer et la pêche aux Lofoten* (Morgenbladet, Cristianía, 1889.)

relaciones existentes entre la habitacion de los peces comestibles en los diversos períodos de su existencia i las condiciones físicas del medio ambiente. En Escocia, la *Scottish Marine Station* de Granton ¹, con su yate *Medusa* i su laboratorio flotante *Ark*, se ocupa en dilucidar de una manera sistemática i completa, la oceanografía de las costas, el relieve del suelo submarino, la jeolojía de los fondos, las variaciones de salinidad i de temperatura, con el objeto de dar en seguida documentos establecidos sobre medidas precisas a los zoólogos encargados de las cuestiones que interesan a la ciencia de los seres vivientes o a la industria de las pesquerías. La absoluta necesidad de esos sistemas de investigaciones está ahora admitida por la mayor parte de las naciones marítimas.

FAUNA PELÁJICA.—Si el estudio de los grandes animales pelájicos es de importancia bajo el punto de vista de la zoolojía pura i aun de la industria, como por ejemplo en el caso de las diversas especies de ballenas, la oceanografía, por el contrario, está mas inmediatamente interesada en el conocimiento de los mas pequeños, cuya influencia es considerable en los problemas relativos a la coloracion del mar i a la jeolojía oceánica. En realidad, nunca son absolutamente independientes los fenómenos: los pequeños animales son la presa de los grandes, i a la distribucion jeográfica de unos está frecuentemente sometida la de los otros.

Las áreas de distribucion de las especies pelájicas están definidas tambien por las condiciones del lugar, sobre todo por la de las plantas destinadas a servir de nutricion a los animales, cuya presencia o ausencia ejerce una influencia inmediata. Curiosos fenómenos dan a esas áreas estensiones mas vastas. Las relaciones entre la flora i la fauna pelájica son a veces tan estrechas, que existe entre ciertos animales i ciertas plantas una asociacion de interés mutuo; aislados se verían forzados a reducir su lugar de

1. J. Thoulet, *De l'état des études d'océanographie en Norvège et en Ecosse* (*Rapport sur une mission du ministère de l'instruction publique*, Archives des missions scientifiques, 1889).

habitacion, mientras que reunidos, cada uno de ellos asegura la nutricion del otro, pudiendo de esa manera estenderse en grandes espacios. Los radiados tienen en sus tejidos numerosas células amarillas, que son algas, pero de ninguna manera parásitas; se nutren con los productos secretados por el animal, que a su vez se alimenta con los productos elaborados por la planta.

La temperatura es la condicion capital de habitabilidad para los pequeños animales de alta mar. Ellos viven i mueren en las mismas áreas que ocupan, i como después de su muerte sus despojos minerales no obedecen mas que a las leyes de la gravedad, descienden lentamente acumulándose en el suelo submarino para formar depósitos que son la proyeccion horizontal de las áreas superficiales de dispersion. Esa especie de lluvia sólida obra además mezclando las diversas capas de agua en una misma vertical i estableciendo en toda la masa oceánica, hasta en las partes mas profundas, un equilibrio en la proporcion de los gases disueltos. Cada partícula sólida desciende envuelta en un tegumento de aire tomado en las aguas superficiales directamente aireadas al contacto de la atmósfera i lo abandona en el seno de las profundidades. Así se puede explicar la existencia de una fauna en las rejiones inmóviles de los abismos del océano. Otro factor puede tomarse en consideracion: la profundidad del agua, que influye en la duracion del descenso, es decir, en la disolucion, i por consiguiente, en la desaparicion de la materia mineral antes de llegar al fondo. Pero, de todas maneras, si los depósitos submarinos no se estienden en todas partes debajo de las áreas de dispersion superficiales, no se les encontrará mas que en los parajes correspondientes a esas áreas.

La salobridad, la densidad i las corrientes tienen tambien su importancia. Los foraminíferos pelájicos viven principalmente en las aguas calientes; los fangos de globigerinas se estienden debajo de las aguas del Gulfstream, mientras que en las mismas latitudes se detienen súbitamente debajo de la corriente fría que desciende del norte orillando las costas de América. La corriente misma obra mecánicamente arrastrando los despojos de los animales i diseminándolos mas allá de los límites que en vida no podian franquear.

La mayor parte de los animales de alta mar son hialinos i transparentes, circunstancia que los hace casi invisibles, salvo en grandes masas, i que les permite escapar de sus enemigos; otros por un mimetismo tendente a su proteccion contra el peligro, ofrecen el mismo color que el medio que los rodea; un pez el *Antennarius marmoratus*, i algunos crustáceos i moluscos que viven en los sargazos del Atlántico norte, están matizados de pardo, amarillo o verde, de manera que su aspecto se confunde con el de las plantas que les sirven de refujio.

Sorprendido el príncipe de Mónaco por la abundancia de la vida animal en la superficie del océano, mostró que la tripulacion de una embarcacion abandonada sin víveres en el Atlántico norte, sobre todo en un punto cualquiera de los mares templados o calientes, (i lo que se sabe de la alimentacion de los grandes cetáceos de los mares polares permite hacer estensiva esta observacion hasta mas allá de las zonas templadas), podría salvarse de la muerte por inanicion, si poseyera, siquiera en parte, el material siguiente: una o varias redes de estameña de 1 a 2 metros de abertura con 20 metros de piola para recojer la fauna pelájica libre o tamizar los sargazos, i, mejor aun, una red imitando las construidas en la *Hirondelle* con el nombre de barrederas de superficie; algunas cuerdas de 50 metros terminadas cada una por 5 o 6 metros de alambre de bronce recocado, sobre el cual se fija un anzuelo grande con cebo artificial para el atun; una pequeña fisga para arponear ciertos peces de los restos de naufragios; algunos anzuelos brillantes en los cuales éstos últimos suelen ser cojidos algunas veces sin cebo alguno, i un arpon para los peces mayores que siguen a las embarcaciones ¹.

Los animales pelájicos temen jeneralmente la luz; de noche se aproximan a la superficie para sumerjirse otra vez cuando aparece el sol. Esto sucede aun con otros que no tienen ojos. Además de estas oscilaciones diurnas, emigran a veces al fondo durante periodos mas o menos largos, apareciendo algunas veces brusca-

1. Príncipe A. de Mónaco, *De l'alimentation des naufragés en pleine mer*, (Comptes rendus de l'Académie des sciences, 1888);

mente para producir los fenómenos de coloracion, de fosforescencia i de lactescencia. Un animal puede ser pelájico o habitar las profundidades segun el período de su existencia, encontrarse en la superficie en el estado larvario i sumerjirse cuando ha llegado al estado adulto. Los entomóstracos pelájicos, cladóceros i copépodos siguen el límite de la zona iluminada, i durante el día descienden a profundidades de 10 a 20 metros. Asper i Heuscher estudiaron esa cuestion en los lagos Lemán i de Zurich, reconociendo que la pesca de micro-organismos era muy variable en épocas diferentes para una misma localidad i una misma profundidad. Con el objeto de cerciorarse de esas migraciones en sentido vertical se hace uso de redes que se abren i cierran en profundidades determinadas.

FAUNA PROFUNDA.—Se creía en otro tiempo que toda vida animal cesa a una profundidad de 500 metros. Sondando Ross, en, 1818, en el mar de Baffin, a una profundidad de 1000 metros subió varias especies de animales en una muestra del fango del fondo, pero creyó que esos seres habian sido cojidos por el escandallo al cobrarlo. Mas tarde, Forbes pudo afirmar, después de numerosos dragados en el mar Ejeo, que la fauna disminuía con la profundidad i que existía un cero de vida animal hacia 500 metros, asercion que se acojó como confirmando la creencia jeneral, sin comprobarse si su exactitud aparente no era debida a causas particulares.

Sin embargo, en 1860, el naturalista Wallich, que acompañaba al *Bull-dog*, encargado de estudiar el trazado del cable telegráfico submarino entre Europa i América, en las aguas de Islandia, de Groenlandia i de Terranova, recojió asterias por 2300 metros; pero fué preciso rendirse a la evidencia cuando poco tiempo después, habiéndose roto en 2200 metros el cable sumerjido entre Bona i Cerdeña, se subieron sus fragmentos i en ellos comprobó Milne-Edwards la presencia de varios pólipos i conchuelas coloreadas, a pesar de la oscuridad de esos abismos, i no diferentes de las especies pliocenas. Entonces se reconoció la necesidad de observaciones sistemáticas i precisas.

Los Estados Unidos tuvieron el honor de entrar los primeros

en esa vía; las primeras exploraciones zoológicas submarinas tuvieron lugar bajo la iniciativa del *Coast and Geodetic Survey*, a bordo del *Corwin* en 1867 i del *Bibb* en 1868. Los ingleses hicieron su expedición del *Lightning* en 1868, continuando desde esa época sus investigaciones, que, por otra parte, los americanos no interrumpieron nunca con el *Hassler* en 1871 i 1872 i después con el *Blake* i con los buques del Estado afectos al servicio de la administración de las pesquerías. El impulso estaba dado. Los noruegos ejecutaron sus tres campañas del *Vöringen* i Francia cooperó por su parte con las cuatro expediciones del *Travailleur* i del *Talisman* de 1880 a 1883, bajo la dirección de Milne-Edwards.

Cuatro factores dan a la fauna profunda sus caracteres jenerales: la presión, la oscuridad, la calma completa i la uniformidad de temperatura de las rejiones profundas.

Para los peces, es difícil establecer un límite bien determinado entre las especies que habitan las profundidades medias i las de los abismos. Los métodos de pesca no están suficientemente perfeccionados para que se pueda afirmar de una manera absoluta que el animal no ha sido capturado entre el fondo i la superficie; además, los peces son mui buenos nadadores, i nada se opone a que verifiquen grandes migraciones en profundidad, con la condición de hacerlo mui lentamente, para evitar los peligros de un cambio rápido de presión. Con esas reservas, puede asegurarse que los peces de superficie son los mas numerosos como especies i como individuos; entre 180 i 900 metros, su número es aun bastante considerable, pero en seguida disminuye rápidamente a medida que aumenta la profundidad.

Bajo el punto de vista anatómico, los peces de los abismos son notables por una atrofia mas o menos completa de los órganos de locomoción i del aparato de sostenimiento; los huesos son mas porosos, las escamas han desaparecido, i la fibra muscular, aunque conservando su constitución histológica fundamental, está atrofiada. Se reconoce la influencia de la presión, tan poderosa en animales de organización superior. Los peces traídos bruscamente desde unas 50 brazas solamente llegan muertos a la superficie i en los que son cojidos a profundidades verdaderamente considerables,

sobre todo los que poseen una vejiga natatoria, ésta se abulta, los gases que contiene se dilatan, rechazan al estómago, obligándolo a salir fuera por la boca, los ojos son espulsados de sus órbitas, las escamas se desprenden i el animal se asfixia. Por esta misma causa sucede que un cadáver que llega a esa profundidad no vuelve a salir nunca a la superficie, porque la presión no permite a los gases desarrollados por la descomposición tomar un volumen suficiente para elevar el cuerpo.

El Dr. Regnard, en interesantes experimentos, estudió los fenómenos que tienen lugar cuando se somete a los animales marinos a muy grandes presiones¹. Operando con peces, reconoció que a 100 atmósferas el animal no recibía ninguna incomodidad; a 200 atmósferas quedaba un poco adormecido, pero no tardaba mucho en reponerse; a 300 agonizaba, i a 400 quedaba muerto i rígido, esto último de una manera característica. El límite entre la fauna superficial i la profunda se ha colocado así sintéticamente entre 2000 i 3000 metros. Se ha encontrado peces hasta en 5000 metros pero su constitución difiere de la de los peces de superficie por la ausencia de vejiga natatoria, i probablemente también por una composición diferente de la sangre.

Los peces de las profundidades son siempre de color sombrío, negros o grises. Para compensar la falta de luz i permitirles guiarse i encontrar su presa, la mayor parte de ellos son fosforescentes emitiendo resplandores amarillos, verdosos o morados. Esa propiedad reside en una mucosidad secretada por glándulas situadas en los costados, en la cola, debajo de la cabeza i muy raramente en el dorso; otras veces, el animal está provisto de aparatos especiales, placas fosforescentes colocadas debajo de los ojos o en las partes laterales del cuerpo. Los peces fosforescentes tienen ojos normales, pero muy grandes, otros están generalmente privados de los órganos de la visión, si bien, para que puedan alcanzar su presa, toma entonces su boca un desarrollo tan exagerado, que el cuerpo ya no es más que un simple anexo de ese enorme embudo; otros, por último, tienen largos tentáculos, especies de antenas o fila-

1. P. Regnard, *Les conditions de la vie dans les profondeurs de l'Océan*. (Revue scientifique, 1884).

mentos muy delgados, luminosos algunas veces, que son los órganos de exploración.

Los crustáceos están esparcidos desde la superficie del mar hasta las mayores profundidades; ofrecen, con frecuencia, admirables coloraciones, roja, rosa, parda o morada. Algunos tienen ojos atrofiados o ausentes; otros los tienen perfectamente conformados y fosforescentes. Tan pronto la fosforescencia emana de todo el cuerpo como se limita a regiones particulares, no manifestándose a veces más que accidentalmente, como, por ejemplo, cuando se irrita al animal.

Los moluscos de los abismos están también privados algunas veces de ojos; las conchas son raras veces de grandes dimensiones, siempre delgadas, frágiles y de color pálido, si bien en ciertas especies están irisadas y con matices perlados; la mayor parte de los bivalvos poseen conchas delicadamente esculpidas. Estos animales son probablemente menos activos que sus congeneres que habitan las costas, pues sus tejidos son muy blandos y poco aptos para realizar movimientos bruscos o enérgicos.

Las demás clases de animales están también representados en los abismos: anélidos, equinodermos coloreados de rojo, carmin, pardo, azul y amarillo, asterias, equínidos verdes, medusas, corallinas; casi todos son fosforescentes. El estudio de sus caracteres, y de la variación de sus formas, a pesar de su estremada importancia científica, es demasiado técnico para que hagamos de ello más extensa mención aquí. Nos limitaremos a declarar que la población de los abismos en los mares cerrados es muy limitada, sin ser por eso nula. El Mediterráneo, en particular, es notablemente pobre, a causa de su temperatura uniforme de 12.7° a partir de los 400 metros, de su fondo fangoso, muy desfavorable al desarrollo de las especies animales privadas de órganos para fijarse, y por fin, a causa de la corriente de salida que va hacia el Atlántico, oponiéndose a la inmigración de las especies oceánicas.

Una de las grandes causas de interés relacionadas con el descubrimiento de los peces de los abismos, dice Filhol¹, consiste

1. H. Filhol, *La vie au fond des mers*, 1886.

en que nos ha sido posible comprobar de que manera ciertos organismos determinados parecen haber llegado a adaptarse a condiciones de vida para las cuales parecían no haber sido hechos. Durante una parte de los tiempos geológicos, la tierra no presentaba en su superficie las depresiones profundas i los grandes relieves que presenta en nuestros días. Los continentes no ofrecían sus grandes alturas ni los océanos sus abismos. Poco a poco, a medida que la tierra, bajo la influencia del enfriamiento que no cesaba de experimentar, se quebraba, el fondo de los mares bajaba cada vez mas, la igualdad de temperatura que se estableció entre la zona marina profunda de las rejiones cálidas i templadas i las zonas marinas superficiales o poco profundas de las rejiones frías, permitió a las especies vivientes en estos últimos puntos extenderse sobre espacios cada vez mas considerables. Pero esas formas animales han encontrado condiciones de vida diferentes de las del medio en el cual se hallaban anteriormente colocadas: ausencia de alimento vegetal, ausencia de luz i tranquilidad absoluta de las aguas. Su organismo fué entonces modificado, adaptándose a las nuevas situaciones biológicas; en una palabra, fué transformado. Los órganos fosforescentes vinieron a producir la luz en medio de rejiones donde los rayos solares no llegaban, los órganos de exploracion se desarrollaron, los caracteres carnívoros se sustituyeron a los caracteres fitófagos, al mismo tiempo que se producían las modificaciones de la boca para cojer por sorpresa enormes presas que debían hartar al animal durante largo tiempo.

De esta manera, las exploraciones submarinas vinieron a dar a los zoólogos que pretendían que las formas animales no constituyen tipos invariables llamados especies, argumentos de gran valor. Parece, en efecto, cuando se observa esos sorprendentes animales, que un organismo es una especie de pasta blanda, que la naturaleza amasa incesantemente, perpetuando la existencia por adaptaciones renovadas sin cesar durante el trascurso del tiempo.

7.—LOS HIELOS

Los hielos árticos i antárticos representan un papel capital en la economía del océano. La distribución de la temperatura i de las densidades en el seno de los mares i todas las consecuencias que de ello resultan, tienen por elementos principales el frío de las rejiones polares i el calor de las tropicales; dependen también del endulzamiento de las aguas producido por la fusión de los hielos bajo las latitudes subglaciales, i de la evaporación que concentra i hace más pesadas las aguas tropicales i subtropicales. Si el primer fenómeno compensa la contracción de las aguas debido al frío, el segundo modera su dilatación, i por consiguiente, su disminución de densidad por el calor. De esta manera se verifica esa circulación del océano que Maury comparaba con una respiración, sea que se admita la existencia de una circulación profunda en la superficie entera del suelo submarino, sea que se admita, por el contrario, el reposo de los abismos i se trate de encerrar el ciclo del movimiento en una zona superficial cuya profundidad no pase de uno o dos miles de metros, i en que solo la observación directa permitiría fijar el límite inferior, seguramente variable en varios puntos.

Estudiaremos primeramente las diversas propiedades físicas del hielo i describiremos en seguida los fenómenos múltiples que presenta en la naturaleza, en la tierra, en las aguas dulces, i por último en las saladas.

Propiedades físicas del hielo

NIEVE, NEVISCA, HIELO.—La nieve es agua solidificada en sistema exágono bajo la forma de copos; recojidos éstos sobre un paño negro i examinados con el microscopio, se presenta aquella

como estrellas de seis radios cruzados en ángulos de 60° i ofreciendo disposiciones estremadamente variadas (fig. 96). Scoresby dibujó en los mares polares 96 especies de copos, descubriéndose desde aquella época un número igual de formas nuevas. Se ignora la causa de esas variaciones, pero se sabe que ninguna es peculiar a una rejion determinada, porque en Paris se ha recojido copos de nieve que tenían una forma absolutamente idéntica a la de los copos de nieve ártica.

El hielo de los lagos está compuesto de partes cristalinas cuyo eje principal está dispuesto verticalmente, es decir, perpendicularmente a la superficie del agua. Tyndall consiguió poner en evidencia su estructura haciendo atravesar una lámina de hielo por un haz de rayos solares concentrados por medio de una lente. El calor provoca la fusion de cristales aislados en el espesor de la placa, i se ve aparecer en su lugar estrellas de seis radios llamados flores de hielo (fig. 97), que son en cierta manera individuos negativos i que se llenan con su agua de fusion. Pero como el hielo posee una densidad menor que el agua, el espacio vacío no queda nunca completamente ocupado por el agua de fusion, i queda en el centro de cada estrella un hueco que se destaca fuertemente en negro cuando se proyecta el fenómeno sobre una pantalla i que representa la diferencia entre el volúmen del hielo i el volúmen del agua resultado de su fusion.

Cuando una capa de nieve es comprimida, sea artificialmente, sea naturalmente, por el peso de las capas que la cubren, toma una estructura granular, aumentada aun por el agua de fusion que traspada a la superficie al través de los intersticios i que se conjela de nuevo al rededor de los granos ya formados. Se cambia entonces en *nevisca*¹ i después en hielo de ventisquero, agregado irre-

1. No vemos inconveniente en traducir así la palabra *nevé* de los franceses e ingleses, tanto por su parecido como por no existir otra mas apropiada en castellano; nos parece que lo es mas que *nevada* usada por algunos autores i que ya tiene dos acepciones relacionadas con su significado meteorológico.

Sin razon al parecer hace equivalentes la Academia española las palabras *nevisca* i *nevasca*; esta última, por su consonancia, su terminacion aumentativa, etc., conviene mas para espresar una borrasca o temporal de nieve, el *blizzard* de los europeos i norte-americanos (Tr.)

gular de granos cristalinos distintos, separados unos de otros por pequeñas hendiduras capilares, i cuya estructura es mui parecida a la del mármol ¹. Existe, pues, un paso gradual entre la nieve, la nevisca i el hielo de ventisquero. Cuando ésta es mojada por agua de mar a -2° , se convierte en hielo compacto ².

Se conoce yacimientos de hielo fósil en localidades donde la temperatura media del suelo es inferior a 0° , i donde, por consiguiente, éste no se deshiela nunca completamente; en la punta Elefante, isla Chamisso, en el estrecho de Behring ³ el suelo está compuesto de capas alternadas de hielo, de arcilla i de residuos vegetales; la mayor parte de la isla Decepcion (63° S. i $60^{\circ}35'$ O.), es una sucesion de lechos alternados de hielo i de ceniza volcánica.

Bajo el punto de vista de los fenómenos naturales existen tres clases de hielo.

El hielo de tierra, de nevisca o de ventisquero, trasparente e incoloro en pequeños fragmentos, traslúcido o tambien opaco en gruesos pedazos, de color azul verdoso, es por lo jeneral más poroso que el hielo de agua salada i constituye los carámbanos o montañas de hielo (*icebergs*) árticas i antárticas.

El hielo de agua dulce formado en los lagos i rios, cristalino, incoloro, mui duro i quebradizo, es raro relativamente en el océano, salvo en el mar de Kara, en el mar de Barentz i al norte de Siberia, donde suele ser llevado por los deshielos de los grandes rios. Aun en esos lugares no se le encuentra mas que en primavera.

El hielo de mar (*Hafsis* de Nordenskiöld), un poco mas trasparente e incoloro que el hielo de ventisquero, bastante poroso, de color azul verdoso, constituye el hielo de los témpanos o campos de hielo (*icefields*).

1. F. Klocke, *Ueber die optische Structur des Gletschereises* (Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1881).

2. S. Nares, *Un voyage á la mer polaire sur les navires Alert et Discovery*.

3. J. Roth, *Allgemeine und chemische Geologie*.

CONJELACION DEL AGUA; DENSIDAD.—El agua, como la mayor parte de los líquidos, se pone sólida a una temperatura fija, que desde luego es la misma a la cual se funde después de haber tomado el estado sólido. Esa temperatura es la del cero de un termómetro centígrado en las condiciones ordinarias. Los cambios de presión la modifican. W. Thomson reconoció que el punto de fusión del hielo baja 0.0075° por cada atmósfera de presión, de manera que para que bajara un grado serían necesarias 133.5 atmósferas. Mousson logró aun hacer descender el punto de fusión hasta -20° con una presión de 13 000 atmósferas. Esta propiedad tiene poca importancia en oceanografía, porque nunca el hielo se forma o se licúa en profundidades que correspondan a un cambio notable en el valor del punto de fusión.

La sobrefusión es un fenómeno por el cual puede ser llevada una masa de agua debajo de su punto de congelación sin solidificarse, si se conserva en reposo completo. Pero en tal caso, la menor sacudida la solidifica instantáneamente, i como la sobrefusión tiene lugar en agua dulce como en agua salada, basta algunas veces el choque de los remos de una embarcación para determinar una solidificación en masa del mar o de un lago. Al abrigo del aire, en un globo cerrado o bajo una capa de aceite, el agua queda líquida hasta -12°.

El mismo atraso en la temperatura del punto de fusión se presenta cuando el agua está contenida en espacios muy pequeños, como en tubos capilares, por ejemplo. De esa manera puede bajar hasta -20°. Ese fenómeno disminuye un poco el rompimiento de las rocas por las heladas.

Siendo la densidad del agua 1.000 a 4°, temperatura del máximo de densidad, la del hielo puro, medida por Bunsen, le resultó igual a 0.917 ¹. En la naturaleza el hielo nunca está privado de aire, i su densidad es, por consiguiente, inferior a esa cantidad, o bien, si se trata de hielo de mar, contiene sales i entonces su densidad es superior.

La nevisca producida cuando la nieve es comprimida i tambien

1. Poggendorff Annalen, núm. 11.

humedecida por las aguas de fusion de las capas superiores que se conjalan de nuevo al contacto de las inferiores, posee una densidad comprendida entre 0.5 y 0.6. Los ventisqueros están alimentados por la nevisca de las partes elevadas.

Segun Simons ¹, la densidad de la nieve varía entre 0.1694 i 0.402; es por lo jeneral tanto mas lijera cuanto mas intenso es el frio en el momento de su caída. Ward hizo esperimentos sobre la compresion de la nieve abandonada a si misma i sobre su evaporacion, que puede llegar a ser de 10 a 70 milímetros en 24 horas en Inglaterra, segun la densidad. Esta densidad es funcion de la temperatura, del estado higrométrico del aire, del espesor, de la dimension de los copos, de la velocidad de la caída i de la compresion. Las 3000 observaciones hechas de 1862 a 1881 en el hospicio del Gran San Bernardo, a la altura de 2478 metros, dan a la nieve una densidad media de 0.11.

Hielo de Marstrand (Kattegat).....	1.0110
Hielo del Báltico.....	1.0003
Agua.....	1.0000
Hielo de agua pura.....	0.917
Nevisca.....	0.5 a 0.6
Nieve.....	0.1694 a 0.0402
Nieve (término medio).....	0.11

DILATACION DEL HIELO.—El coeficiente de dilatacion lineal del hielo, es decir, el aumento de longitud de una barra de hielo para una elevacion de temperatura de 1°, fué medido por tres físicos rusos ², que encontraron los valores siguientes:

Schumacher.....	0.00006424
Porth.....	0.00006387
Moritz.....	0.00006469

1. *Revue scientifique*, 1888.

2. *Recueil des mémoires des astronomes de Poulkova*, 1853.

El coeficiente de dilatacion cúbica o aumento de volúmen para una elevacion de temperatura de 1°, es segun

Brunner ¹	0.000113
	0.000155
Plucker i Geissler ²	0.000153
	0.000156
	0.000170

Se advierte que los valores del coeficiente de dilatacion cúbica no son, como indica la teoría, sensiblemente triples de los del coeficiente de dilatacion lineal. Esta diferencia proviene de que, en el segundo caso, el hielo contiene aire, mientras que el modo de esperimentacion por el dilatómetro, empleado en el primer caso, permite servirse de agua hervida que, por conjelacion, da un hielo privado de aire.

Plucker i Geissler dedujeron de sus esperimentos que el coeficiente de dilatacion del hielo puro es constante i la dilatacion regular para todas las temperaturas comprendidas entre 0° i -20° o -24°. Puede decirse de una manera jeneral que es el doble de la del plomo o del zinc.

Pettersson i Larson reconocieron en 1879 que el valor del coeficiente medio de Plucker i Geissler es exacto, pero que la dilatacion del hielo no es uniforme.

El primero repitió ese trabajo en 1882 con el dilatómetro de Bunsen en condiciones de gran precision³. Encontró que el hielo que está debajo de 0° se dilata como la mayor parte de los sólidos si la temperatura se eleva. Sin embargo en la proximidad del punto de fusion, disminuye el coeficiente de dilatacion, i aun cambia de signo hacia -0.25°. En lugar de dilatarse empieza entonces el hielo a contraerse, presentando así cierta analogía con el agua líquida, cuyo volúmen a 0° es menor que el del agua sólida a la misma temperatura. El menor indicio de impureza basta para que el fenómeno se produzca mui abajo de 0°. En efecto, el máximum

1. *Annales de chimie et de physique*, 1845.

2. Poggendorff *Annalen*, 1852.

3. Otto Pettersson, *On the properties of water and ice*. (Vega, *Expeditionens Vetenskapliga Iakttagelser*, Estocolmo, 1883).

de volúmen se manifiesta a las temperaturas siguientes con hielos formados de

Agua de la mayor pureza posible.....	entre	-0.15°	i	0. 3°
Mui pura.....	"	-0.30°	i	0.05°
Destilada ordinaria.....	a	-0.35°	próx.	
Con 0.00015 por 100 de su peso de cloro.....	"	-4°		
" 0.00273 " " " "	"	-14°		
" 0.659 " " " "	"	-20°		

Si a partir de un oríjen que representa la temperatura 0° (fig. 98), se cuentan las temperaturas en abscisas i los volúmenes en ordenadas, la variacion del volúmen del agua pura estará figurada por una curva ¹ A M N B. El volúmen del agua sólida o helada aumentará hasta un máximum M correspondiente a la temperatura O P debajo del punto de conjelacion O; después disminuirá rápidamente franqueando esa temperatura de conjelacion hasta la temperatura O Q (sobre cero) del máximum de densidad (+ 4°) para aumentar en seguida regularmente. El punto de inflexion M se encontrará trasladado tanto mas a la izquierda cuanto menos pura sea el agua.

Esa anomalía en la dilatacion del hielo, variable con la salinidad, da cuenta del ablandamiento que experimenta mucho antes de haber llegado a la temperatura de su fusion; esplica tambien las grietas del bloque polar, donde, en un mismo espesor, el hielo, que contiene cantidades mui diferentes de sal en disolucion, experimenta para una misma variacion de temperatura aumentos de volúmen en ciertas partes i contracciones en otras. De ello resulta una produccion de grietas acompañadas por esos ruidos imponentes que se oyen sin cesar, por decirlo así, en las rejiones polares.

DESTRUCCION DE LAS ROCAS POR LA HELADA.—Las rocas son con mucha frecuencia porosas. Si se encuentran en contacto con el agua, es decir si en las orillas del mar son bañadas por las olas,

1. La curva es la de los esperimentos de Ermann (Jamin, *Cours de physique*).

o si en una rejion fria están cubiertas por una capa de nieve o de hielo que se funde a la llegada de la estacion caliente, absorben el líquido i lo pierden en seguida por evaporacion. Pero si mientras están empapadas por el líquido se experimenta un fuerte frio, suficiente para conjelar el agua contenida en los poros de la roca, como el agua se dilata cerca de 0.1 al tomar la forma sólida, el contenido antes líquido i después sólido de cada pequeña cavidad de la piedra, se hincha. Ahora bien, la presion necesaria para resistir a la dilatacion del hielo es enorme; a -1.11° es de 146 atmósferas, es decir, equivalente al peso de una columna de hielo de unos 1130 metros de altura. Se comprende perfectamente que las piedras no tengan bastante solidez para resistir a semejante esfuerzo i que se rompan en fragmentos que se desprenden unos después de otros en el momento del deshielo. Aunque el agua contenida en espacios capilares pueda enfriarse mas abajo que su punto de solidificacion sin conjelarse, sin embargo, aumentando el frio, el fenómeno se producirá tarde o temprano. El rompimiento de las rocas depende por tanto mas de las frecuentes alternativas de estar encima i debajo del punto de solidificacion que del descenso mismo de la temperatura, i por consiguiente se verifica con más enerjía en las rejiones sub-polares que en las verdaderas polares, donde el suelo está protegido por la nieve i en las que el deshielo no tiene lugar mas que una vez cada año. El fenómeno será mas patente aun a lo largo de las costas de mareas, donde el mar líquido, i por consiguiente relativamente caliente, viene dos veces por dia a empapar las piedras de las orillas, abandonándolas después i dejándolas sometidas a la accion del aire frio. Thoulet¹ atribuye en gran parte la formacion de los bancos de Terranova a una accion de ese jénero.

La destruccion de las rocas por el hielo es un abundante medio de formacion de materiales llevados inmediatamente al mar, ya porque sus yacimientos están en la orilla, ya porque llegan a él arrastrados por los rios, terminando en definitiva por constituir los fondos marinos.

1. J. Thoulet, *Sur un mode d'érosion des roches par l'action combinée de la mer et de la gelée* (Comptes rendus de l'Académie des sciences, 1886),

CALOR LATENTE DE FUSION DEL HIELO.—Se llama calor latente de fusion la cantidad de calor necesaria para que 1 quilógramo de un cuerpo en estado sólido i a su temperatura de fusion normal pase al estado líquido a la misma temperatura bajo la presion constante de la atmósfera. Esa cantidad de calor se espresa en calorías, dando ese nombre a la cantidad de calor necesaria para elevar de 0° a 1° la temperatura de 1 quilógramo de agua líquida, siendo exactamente igual a la que desprende el cuerpo cuando, inversamente, pasa del estado líquido al estado sólido.

Los SS. Provostaye i Desains sumerjieron un pedazo de hielo, secado i pesado antes, en un calorímetro que contenía agua, midieron la temperatura final después de la fusion i encontraron para representar el calor latente de la fusion del hielo, el número 79.25. En otros términos, 1 quilógramo de hielo se funde ó se forma absorbiendo en el primer caso i desprendiendo en el segundo calor suficiente para elevar en 1° la temperatura de 79.25 quilógramos de agua. Repitiendo Person esas medidas, encontró el número 80.02 ¹.

Pettersson ² midió el calor latente de fusion de varias especies de hielo, obteniendo los valores siguientes:

	Densidad + $\frac{0^{\circ}}{4^{\circ}}$	Cl %	Calor de fusion
Agua de mar (Juan Mayen)	1.0282	1.927	52.7
			51.5
Agua de hielo (mar de Siberia)	0.0090	0.649	67.9
			65.7
— (Kattegat)	1.0053	0.273	72.5
			70.0
— (Báltico)	1.0003	0.014	75.6
— (Pitlekaj)	1.000	0.00	76.6

1. La Provostaye et Desains, *Annales de chimie et de physique*, t. 8°, i Person, Id. t. 30° (3ª serie).

2. Pettersson, obra citada.

Resulta de esos experimentos, que el calor desarrollado por la congelacion o absorbido por la fusion del agua de mar, es mui inferior al del agua pura en las mismas circunstancias i tanto mas cuanto mas materias salinas contiene el hielo estudiado.

PLASTICIDAD DEL HIELO.—Se ha procurado explicar de varias maneras, apoyándose en las propiedades físicas del hielo, el movimiento de progresion continua que se manifiesta en los ventisqueros. Mientras una escuela científica atribuía al hielo cierta plasticidad, i el poder de modelarse en las paredes que lo rodean, otra admitía la existencia de fenómenos cuyo conjunto se designaba con el nombre de rehielo.

Si el hielo es plástico, se trata de saber como se produce esa plasticidad¹. Segun Forbes²; las grandes masas de hielo, cuando su temperatura es próxima a cero, poseen las propiedades de los cuerpos semi-fluidos o viscosos. Cuando el volumen de un cuerpo de ese jénero ha alcanzado cierto espesor, sus moléculas, bajo la presion ejercida por el cuerpo mismo, corren unas sobre otras conforme a las leyes del escurrimiento de los líquidos. W. Thomson reprodujo con pez abandonada a sí misma los principales fenómenos característicos de los ventisqueros, i Bianconi³ de Boloña, hizo plegarse planchas de hielo sosteniéndolas sencillamente por sus dos extremos, i las torció como cera comunicando un movimiento exterior a sus moléculas. Esos experimentos fueron repetidos por Mathews i Froude⁴, i después por Moseley⁵ a temperaturas mui inferiores a cero.

Pfaff⁶ se propuso determinar la presion mínima capaz de

1. Kropotkine, *La plasticité de la glace* (Revue scientifique, 1884)
2. Forbes, *Illustrations of the viscous theory of glacier motion* (Philosophical Transactions, 1846).
3. Bianconi, *Esperienze intorno alla flessibilità del ghiaccio*. (Memorie della Academia delle Scienze dell' Instituto di Bologna, 1871).
4. Nature; Londres, 1870.
5. Moseley, (Philosophical Magazine, 1871).
6. Dr. Fr. Pfaff, *Versuche über die Plasticität des Eisen* (Poggendorf Annalen, 1875).

producir en el hielo deformaciones permanentes. Para ello, colocaba cilindros i prismas huecos o macizos de hielo sobre un bloque del mismo, someténdolos a una débil presion, i notó que se hundían. Así, un cilindro hueco sometido a una presion de dos atmósferas solamente (2.050 gramos por centímetro cúbico), penetró en el hielo 1.25 milímetro en 12 horas, en circunstancias de que el termómetro marcaba solo -4° a -1° . Cuando la temperatura llega a -0.5° , el hundimiento alcanza ya a 3 milímetros en 2 horas, i aun con una temperatura de -6° a -12° continúa produciéndose bajo una presion de 5 atmósferas con una velocidad de 1 milímetro en 5 dias. Con temperaturas de 2.5° se produce el hundimiento aun con mayor rapidez: un cilindro de fierro, aun-cubierto con una gruesa capa de nieve, penetra en el hielo como si fuera arcilla, bastando en este caso una presion de $\frac{1}{10}$ de atmósfera para que penetre 14 milímetros en 3 horas.

El hielo es pues un cuerpo plástico a todas las temperaturas que no sean mas bajas que -10° a -12° , i tanto mas cuanto mas se aproxima a su punto de licuacion, talvez, segun los esperimentos de Pettersson ¹, a consecuencia de la disminucion de volúmen que experimenta en ese momento. La causa íntima del fenómeno está por otra parte mui relacionada con consideraciones de estructura molecular para ser fácilmente esplicada. Se identifica esa plasticidad con las propiedades estudiadas por Tresca ² en sus esperimentos sobre el escurrimiento de los sólidos. Operando sobre varios metales sometidos a mui fuertes compresiones, reconoció tres fases en las deformaciones de un sólido por el efecto de un esfuerzo exterior. Desde luego, una fase de deformacion temporal por separacion i aproximacion de las moléculas: el límite de elasticidad no ha sido pasado i las deformaciones son proporcionales a la fuerza deformadora. Sigue en seguida una fase de deformacion permanente cuando la fuerza exterior aumenta; empieza a desaparecer la elasticidad, de manera que el cuerpo no recobra exactamente su forma primitiva después que la fuerza deja de

1. Pettersson, obra citada.

2. Tresca, *Mémoire sur l'écoulement des corps solides* (Recueil des mémoires des savants étrangers à l'Académie des sciences).

hacerse sentir; las moléculas se han deslizado entonces unas sobre otras, i las deformaciones no son ya proporcionales a la fuerza deformadora. En la tercera fase, si la fuerza aumenta hasta llegar a un valor llamado coeficiente de fluidez, el cuerpo no cambia de volúmen, se ha hecho casi incompresible. Como un líquido, obedece a la lei hidrostática de la trasmision de la fuerza en todas direcciones i la resistencia a las deformaciones se hace constante.

REHIELO.—Tyndall¹ no cree que la plasticidad del hielo, tal como acaba de ser definida, baste para explicar el movimiento de los ventisqueros, sino que lo atribuye a un fenómeno especial, el rehielo, emitiendo una teoría basada en la observacion hecha por Faraday en 1850, de que dos pedazos de hielo se sueldan uno con otro cuando se ponen en contacto.

Se ha ideado numerosos experimentos sobre el rehielo. Las dos superficies planas de un bloque de hielo recientemente aserrado se sueldan tan pronto como se ponen en contacto. Lo mismo sucede con los fragmentos de hielo flotantes en el agua; si se les empuja un rato unos contra otros, se puede, cojiendo el extremo de esa cadena, arrastrar toda la serie en sentido inverso; el fenómeno se efectúa algunas veces de una manera natural en los grandes témpanos de los mares polares. Se comprime en un molde de madera pedazos de hielo i se obtendrá una forma cualquiera, esfera, lente, copa o anillo, de estructura homogénea: los fragmentos se rompen, se sueldan de nuevo i aparecen en seguida formando una sola masa perfectamente compacta i cristalina. Se coloca sobre un bloque de hielo un alambre de cobre con un peso de 3 o 4 quilógramos en cada uno de sus extremos; éste, abandonado a sí mismo, irá penetrando en el hielo; pero como la seccion que va haciendo se va soldando a medida, el alambre caerá a tierra después de haber atravesado todo el bloque sin que éste deje de formar un solo trozo.

1. J. Tyndall, *Les glaciers et les transformations de l'eau* (Bibliothèque scientifique internationale, 1873).

Para fundir el hielo se hace necesario el calor; cuando se le obliga a fundirse sin permitir tomar calor de fuera, lo toma de sí mismo; se sabe, además, que la presión hace bajar el punto de congelación del agua. Ahora bien, cuando se comprime dos fragmentos de hielo uno contra el otro, se produce una licuación i el agua se extiende alrededor de los puntos comprimidos; desde que cesa la presión, la temperatura del hielo vuelve a subir tomando calor del agua que se rehíela i formando una especie de cemento entre los dos pedazos, que se sueldan entre sí.

Segun W. Thomson, el hielo sometido a una presión, por débil que sea, se enfría mas abajo que su punto de congelación, mientras que la temperatura de congelación del agua que rodea al hielo i que no es comprimida no cambia. Se tiene, pues, hielo debajo de 0° que congela una parte del agua que lo rodea, mientras que al mismo tiempo continúa fundiéndose una parte del hielo comprimido. La teoría de Thomson difiere de la de Tyndall en que no hace intervenir al calor latente de fusión.

Aunque el rehíelo da cuenta de gran número de hechos observados en las rejiones polares, se prefiere en la actualidad explicar por la plasticidad del hielo el movimiento de los ventisqueros. Sin embargo, como sucede a menudo, los dos fenómenos deben obrar juntos para dar los resultados estudiados, i en su explicación no debe ser escluida ninguna de las dos teorías.

CAMBIOS PRODUCIDOS POR LA CONJELACION EN LA COMPOSICION QUÍMICA DEL AGUA DEL MAR.—Se ha creído durante algun tiempo que los témpanos formados en el mar estaban constituidos por agua casi pura i que las sales, cuya presencia en pequeña cantidad era indicada por los análisis, procedía de mezclas mecánicas, tales como cristales interpuestos o agua salada retenida por adhesión. Pettersson ¹ demostró la inexactitud de esa suposición después de numerosos análisis de hielos del mar.

1. Véase, además de la obra ya citada, un buen análisis de ella publicado por Saporta con el título de *La glace dans les mers polaires* (Revue scientifique, 1884).

Reconoció, en efecto, que las cantidades relativas de cloro, de sodio i de potasio no se encuentran en el agua de fusion de los témpanos en las mismas proporciones que en el agua del mar i resume sus observaciones de la manera siguiente:

La congelacion hace del agua del océano no una separacion de agua pura i de una disolucion mas o menos concentrada de las sales contenidas en el agua del mar, sino dos partes que contienen ambas esas sales, una sólida i otra líquida, cada una con una composicion química diferente.

La formacion del hielo del mar es, bajo el punto de vista químico, un fenómeno de seleccion. Algunos de los elementos que componen el agua salada están mas dispuestos que otros a tomar el estado sólido por congelacion, de manera que los que son rechazados por el hielo predominan en la salmuera i recíprocamente. Tomando como punto de comparacion la relacion del cloro al ácido sulfúrico, se puede caracterizar el fenómeno de la congelacion diciendo que el hielo es mas rico en sulfatos i la salmuera en cloruros.

Las notables diferencias comprobadas por el análisis en la cantidad total de sales i en la composicion química de las diversas muestras de hielos de mar i de salmueras, conducen a admitir la existencia de un fenómeno secundario o metamorfosis del hielo. Este parece empobrecerse cada vez mas en cloruros i conservar por el contrario sus sulfatos. Este cambio se puede atribuir a la influencia combinada del tiempo i de las variaciones de temperatura. Así es como en las rejiones polares los hielos producidos desde varios años, o hielos viejos, contienen considerablemente menos cloro que los hielos nuevos.

El dosamiento de las aguas de fusion de los hielos solo puede suministrar indicaciones sobre la composicion actual de la muestra estudiada.

En resumen, el agua de mar se divide por la congelacion en tres partes: salmuera líquida que contiene las sales disueltas, hielo i criohidratos sólidos. Se llama criohidratos variedades de sales hidratadas representadas por fórmulas algo complicadas i que contienen enormes proporciones de agua cristalizada. Nordenskiöld designa con el nombre de *rossol* el conjunto de las dos últi-

mas partes, es decir, las combinaciones cristalizadas de las sales del agua de mar con el hielo.

El hielo de mar no es pues un cuerpo homogéneo; puede compararse con una roca cristalizada, un granito por ejemplo, que contiene cierto número de combinaciones cristalizadas, feldspato, mica, sílice, susceptible cada cual de una descomposición especial. Los productos de la descomposición se escapan bajo la forma de disoluciones acuosas. En la naturaleza, cuando el agua del mar se congela, la salmuera se separa casi enteramente del hielo, i se mezcla con el resto del agua no congelada. De esta manera se esplican, entre otras, las variaciones en la cantidad de ácido sulfúrico comprobadas en muestras de agua de mar, particularmente por Schmelck en aguas recojidas por el *Vörigen* en el océano del Norte ¹.

El hielo de la naturaleza

DISTRIBUCION DE LAS TEMPERATURAS EN EL GLOBO; LÍMITE DE LAS NIEVES PERSISTENTES.—El clima de las diversas rejiones terrestres depende de fenómenos meteorológicos, como tambien de la disposición jeográfica de los continentes i de los mares. Se le aprecia por la medición de la temperatura en la superficie del suelo, verificada cada dia i de la cual se toma la media anual.

La curva que une todas las localidades que tienen una misma temperatura media anual es una isoterma. La mayor temperatura media anual comprobada en el globo es de 27.5° en el ecuador térmico, que sigue mui irregularmente al ecuador jeográfico. Las isotermas de las mas bajas temperaturas para el hemisferio septentrional parecen encerrar dos polos de frio, uno en Siberia, entre el Lena i el Jana, por 79° próximamente, con una media de -17.2° , i el otro al norte de América, con -19.7° .

1. L. Schmelck *On the solid matter in sea-water* (Den Norske Nordhavs Expedition, t. 9, 1882).

Las curvas que unen las localidades de igual temperatura en verano son las isóteras, las de igual temperatura en invierno las isoquímenas.

De una manera jeneral, puede decirse que las isotermas son mucho mas regulares en el hemisferio sur, casi esclusivamente marítimo, que en el hemisferio norte, donde los continentes ocupan una vasta superficie. He aquí un nuevo ejemplo del efecto regularizador ejercido por el océano en la distribución de la temperatura.

La isoterma de 0° es particularmente interesante. En el hemisferio austral se confunde casi con el paralelo de 60° , del cual no se separa mas que unos 2° hacia el norte en las proximidades de los 100° de longitud E, en el meridiano de Malaca, i unos 2° hacia el sur cerca de los 145° de longitud O., en el meridiano de Taití. En el hemisferio boreal, al contrario, es mui irregular; reúne localidades cuya diferencia en latitud llega a 23° ; atraviesa la isla Sakhalina, el sur de Kamtschatka, el norte de las islas Aleucianas, el lago Winnipeg, la punta norte de Terranova, el cabo Farewell, el norte de Islandia, el cabo Norte, vuelve a descender hacia el sur para tocar en Tornea, en la estremidad del golfo de Botnia, i continúa en Asia por Arkangel, Tobolsk e Irkutsk.

Bajo el punto de vista del clima, Supan divide el globo en una zona caliente comun a los dos hemisferios, limitada a uno i otro lado por dos zonas templadas contiguas a su vez con dos zonas glaciales, comprendiendo en cada hemisferio una faja ecuatorial que se estiende desde la isoterma de 0° hasta la isótera de 0° , i una faja polar desde la curva precedente hasta el polo.

Representando por 100 la superficie de cada hemisferio, la superficie de la faja polar boreal es de 0.2 i la de la faja polar austral 8.4, mientras que la de la faja ecuatorial boreal es de 14.6 i la de la austral 1.1. Las dos zonas austral i boreal constituyen el conjunto de las rejiones glaciales, cuyo clima está además caracterizado por una variacion considerable de la temperatura anual i una débil variacion de la temperatura diurna.

La temperatura media decrece a medida que uno se eleva encima del nivel del mar. A cierta altura las nieves no pueden desa-

parecer, llegándose de esa manera al límite de las nieves persistentes. Esa línea no es la isoterma anual de 0°, i depende de numerosas influencias locales, tales como la esposicion a ciertos vientos, la proximidad del mar i la humedad de la atmósfera. Sin embargo, dicha línea baja cada vez mas yendo del ecuador a los polos. En las localidades indicadas a continuacion su altura en metro es:

Tierra de Francisco José.....	0
Spitzberg.....	330 - 460
Islandia.....	940
Groenlandia.....	{ 1000 - 1200 (Payer)
	{ 800 - 900 (Helland.)
Cabo Norte.....	720
Noruega.....	1120 - 1400
Alpes.....	2660 - 2920
Pireneos.....	2730 - 3050
Cáucaso.....	2930 - 3700
Sierra Nevada de España.....	2900 - 3200
Méjico.....	4500
Kilimandjaro.....	5000
Karakorum.....	5670 - 5970
Andes de Colombia.....	4680
Andes de Quito.....	4850
Andes de Chile.....	5630 - 800
Nueva Zelandia.....	2300 - 2400
Jorjía del Sur.....	0

Representando el límite de las nieves perpetuas la posicion de equilibrio donde la caída de nieve anual compensa exactamente la fusion, ofrece diferencias en una misma rejion, segun la orientacion, la disposicion topográfica, la mayor o menor pendiente del terreno, i, en una misma localidad, experimenta oscilaciones en relacion con las variaciones de las estaciones; no puede, pues, ser determinada con un rigor absoluto ¹.

1. E. Richter ha resumido las condiciones de persistencia de la nieve en las montañas, en un artículo *L'altitudine del limite delle nevi nelle Alpi orientali* (Cronica della Società Alpina, 1889).

Conviene recordar que la nieve cae con to las temperaturas, por bajas que sean. Se la ha visto caer con frios de -22° en Moscou i de -46° en Yakutsk¹. La única condicion es la presencia de vapor de agua en las masas del air que se enfrian.

VENTISQUEROS.—Un ventisquero es un rio de hielo; sus caracteres son esencialmente los mismos que los de un rio de agua, aunque modificados por la diferencia de fluidez que existe entre el agua líquida i la sólida; corre desde su orijen hacia su desembocadura con un movimiento mas o menos rápido, segun las circunstancias, experimenta variaciones en su caudal, cava su lecho i arrastra materias minerales en fragmentos procedentes de sus orillas, i las va acumulando en ciertas partes de su curso.

La nieve que cae en invierno en las rejiones elevadas se amontona en masas que alcanzan un grosor considerable. Los copos, sometidos a la presion de las capas que los cubren experimentan los efectos del rehielo hasta en sus menores intersticios por el agua procedente de la fusion superficial que descende i se solidifica de nuevo; de esa manera van haciéndose cada vez mas compactos, trasformándose en granos de hielo llamados nevisca. La presion continúa aumentando, el aire que contenian es en parte espulsado, se cimentan i constituyen una masa de hielo primeramente opaca i burbujosa, compacta i azul después. La seccion vertical de semejante amontonamiento ofrece una cohesion creciente de arriba abajo, pasando por tres estados: la nieve, que pesa unos 85 quilógramos por metro cúbico cuando está recientemente caída, la nevisca, que pesa de 500 a 600 quilógramos, i el hielo, aun un poco burbujoso, opaco i lechoso, primera forma del hielo de ventisquero, i que pesa de 900 a 960 quilógramos. Sin embargo, cualquiera que sea su grado de compacidad, el hielo de ventisquero conserva su estructura granuda, mientras que todos los pequeños cristales del hielo de un lago están orientados paralelamente entre sí i perpendicularmente a la superficie del agua donde se han formado. Es pues posible distinguir con un aparato

1. Vojeikof, Pet. rmann's Mittheilungen, 1874.— De Lapparent, *Traité de Géologie*.

polarizador si un pedazo de hielo procede de un ventisquero o de un lago.

A consecuencia de la plasticidad del hielo, la masa amontonada rebasa pronto los límites de la hoya que la contiene, desbordándose por la abertura que le ofrece un valle, i, obedeciendo a las leyes de la gravedad, desciende por la parte mas baja del valle. W. Thomson reprodujo sistemáticamente con pez ese movimiento i otros fenómenos análogos. La capa de nieve i de nevisca desaparece en el límite de las nieves perpetuas; pero el hielo, mas persistente, continúa su marcha; encuentra en su camino temperaturas mas calientes pero no cesa de existir el ventisquero hasta que se establece un equilibrio entre la disminucion esperimentada por ablacion i el aporte de materia suministrada bajo la forma de nieve en las rejiones de oríjen. Sus aguas de fusion dan entonces nacimiento a aguas corrientes en la superficie del suelo,

La ablacion se produce por las causas siguientes 1:

1° La fusion superficial debida al contacto de aire cuya temperatura media está encima de cero;

2° La fusion interna determinada por la penetracion en el hielo de rayos caloríficos exteriores;

3° La fusion superficial debida al calor latente que se desprende cuando el vapor de agua contenido en el aire viené a condensarse en la superficie del hielo;

4° La fusion que se verifica a la vez en la superficie i en los intersticios del hielo cuando la lluvia cae i se infiltra en las grietas capilares;

5° La fusion de la superficie inferior del ventisquero que descansa sobre un lecho rocoso, cuya temperatura superior a cero es mantenida por comunicacion con el foco de calor interno del globo;

6° Por último, la evaporacion directa del hielo en un aire cuyo punto de saturacion es inferior a la temperatura de aquel.

Sucedé, con frecuencia, que varios ventisqueros que ocupan

1. Forel, Écho des Alpes, 1881, i Bibliothéque universelle de Genève, Archives des sciences, 1881.

diversos valles, se juntan de la misma manera que un rio recibe durante su curso cierto número de afluentes.

La plasticidad del hielo comunica al ventisquero un movimiento continuo, pero de velocidad variable. Depende ésta de la pendiente jeneral i de la curvatura de las orillas, del espacio comprendido entre las paredes limitantes, acelerándola en los parajes estrechos i haciéndola mas lenta en las partes anchas. Como sucede en los rios, el frotamiento contra las paredes la hacen mayor en la línea media que en las orillas i menor en el fondo que en la superficie. En verano, la velocidad del Mar de Hielo varía desde 0.50 metro en Trelaporte, hasta 0.90 en Montauvert ¹. En este último punto la velocidad es de 0.61 metro en el borde oriental cóncavo, de 1.03 en la línea media, donde es máxima, de 0.85 en el medio, i de 0.27 solamente en el borde convexo. Por último, en una seccion vertical de 45 metros tomada en el monte Tacul, midió Tyndall para 24 horas las velocidades de 0.18 metro en la superficie, 0.135 a 34 metros de profundidad i 0.08 en el fondo.

Los ventisqueros de movimiento mas rápido se encuentran en Groenlandia, probablemente a causa de la enorme presión comunicada por la estensa masa de hielo que cubre toda la rejion. Sin embargo, no todos los ventisqueros de Groenlandia presentan esa particularidad. En el ventisquero de Torsukatak, por 69° 50' N., Holland comprobó en verano que avanzaba 10 metros por dia; en el de Jakobshavn, 19.3 a 22.5 metros en el medio, i 14.3 a 15.2 metros a 400 de la orilla. Hammer estudió este último ventisquero, cuya pendiente no pasa de medio grado, encontrando en marzo i abril de 1880, que aun en esa estacion poseia una velocidad diaria de 5.1 i de 12.6 metros a una distancia de 282 i de 875 metros de la orilla. Pero esos casos son verdaderas escepciones, porque Steenstrup ha reconocido en los ventisqueros del distrito de Julianehaab i Payer en los de la tierra de Francisco José, la misma lentitud que en los ventisqueros de los Alpes ².

1. Tyndall, *Les Glaciers*.

2. Supan, *Grundzüge der physischen Erdkunde*.

La longitud de un ventisquero es variable, porque representa la suma algebraica de dos fenómenos inversos, la caída de la nieve que alimenta i la ablacion, uno i otro bajo la dependencia de vicisitudes climatológicas. La ablacion es tanto mas enérgica cuanto menor es la altitud; segun las circunstancias, el fronton del ventisquero avanza, queda inmóvil o retrocede. Pero como la marcha del ventisquero es mui lenta, esas variaciones de longitud se manifiestan solamente varios años después que han cesado las causas que las han producido. Se cree haber reconocido cierta constancia, 10 a 25 años, segun Forel, en los períodos de avances i retroceso de los ventisqueros suizos. Pero el fenómeno es mui complicado, i se manifiesta frecuentemente en sentido inverso en una misma época i en una misma rejion. En Groenlandia, por ejemplo, donde las variaciones climatológicas son relativamente menores que en los países templados, construyó el Dr. Rink ¹ una carta para representar el estado de los ventisqueros en 1850, midiendo la distancia que los separaba del mar. En 1875 Helland midió de nuevo esas distancias i comprobó que el ventisquero de Assakak habia disminuido 249 metros en su longitud, o sea una media de 10 a 11 metros por año. Por otra parte, el ventisquero de Sorkak, situado al SO del precedente, habia aumentado muchos centenares de metros, i echaba directamente su moraina en el mar. Si uno de los ventisqueros habia disminuido, el otro, en cambio, habia aumentado.

El ventisquero está sometido, en su movimiento, a dos fuerzas opuestas, la cohesion, que une i mantiene sus diversas partes, i el alargamiento. Este cambia en puntos diferentes, dando lugar a las grietas, unas longitudinales que se producen en las angosturas del lecho donde la masa está forzada a reducir su seccion, i otras trasversales o marginales que forman un ángulo de 30° a 45° con la orilla; corresponden a una desigualdad, a un resalte brusco del suelo subglacial, o resultan de la diferencia de las velocidades en el centro i en las orillas. En efecto, un corte vertical va tomando al avanzar una forma cada vez mas convexa; el hielo conclu-

1. Delesse et Lapparent, *Revue de géologie*.

ye por no poder soportar el alargamiento i se rompe perpendicularmente a la direccion del esfuerzo ejercido. La misma curvatura se presenta tambien en las fajas fangosas arrastradas en la superficie del ventisquero.

El agua procedente de la fusion superficial se reune en arroyos que corren en la superficie del ventisquero, i, después de un trayecto mas o menos largo, se lanzan en una grieta formando unos pozos cilindricos.

El hielo de ventisquero se compone de fajas sucesivas de hielo blanco i poroso por las burbujas de aire que contiene, i de hielo compacto de color azul, por la compresion que ha espulsado esas burbujas de aire. En las rejiones polares, donde la temperatura queda baja i donde la fusion es poca, la nevisca se transforma mas dificilmente en hielo compacto, i su estratificacion se percibe mejor que en los paises templados. Pero si por esta causa los fenómenos de rehelo tienen tendencia a disminuir de intensidad en los pequeños ventisqueros, el efecto de la presion es aumentado en los que están en comunicacion con la masa glacial que cubre todas las tierras, i cuya enorme masa arroja delante de sí las partes periféricas. Resulta de ello que la estructura en fajas es en jeneral mas aparente en los ventisqueros setentrionales. En el Spitzberg, por ejemplo, se nota venas de un azul oscuro que llegan a 1.5 metro de espesor i a 2 o 4 de largo i que se cruzan en diferentes direcciones, entre las cuales domina la direccion horizontal.

El grosor de un ventisquero depende de la relacion establecida entre la alimentacion i la ablacion i tambien del perfil mas o menos encajonado del valle. El Mar de Hielo tiene un grosor de unos 150 metros i en las rejiones polares se ha observado ventisqueros de 600 metros.

Las paredes rocosas de un ventisquero son destruidas por las intemperies atmosféricas, sobre todo por las heladas; sus despojos caen sobre el hielo i son trasportados por el movimiento de progresion del rio sólido. De esta manera se producen dos líneas longitudinales de piedras amontonadas llamadas morainas laterales. Cuando se reunen dos ventisqueros que tienen cada uno dos morainas laterales, la de la orilla izquierda de uno, por ejemplo, se confunde con la de la orilla derecha del otro, de manera que en

definitiva, después de la confluencia, no se distingue mas que tres morainas. Teóricamente, un ventisquero posee tantas morainas mas una, cuantos orijenenes distintos tiene; así doce morainas laterales indicarán once fuentes. Sin embargo, hacia abajo, las diversas morainas se confunden cada vez mas por el esparcimiento de los bloques que las componen. Sus despojos van acumulándose en monton en la base del ventisquero, dando lugar a una moraina trasversal o frontal.

Los bloques diseminados a lo largo del ventisquero caen frecuentemente en las grietas, llegan hasta el fondo i, embutidos en el hielo, obran como büriles, limando el suelo subglacial i surcándolo con estrías, que después de la desaparicion del ventisquero revelan su antigua existencia. Al mismo tiempo se produce un fango que se estiende en capa entre el hielo i el lecho del ventisquero. Esa mezcla de materiales mui finos, fango, grava i arena, acompañados de una pequeña cantidad de bloques que el frotamiento no ha logrado hacer desaparecer i que son notables por su aspecto redondeado i su superficie pulida, surcada de estrías rectilíneas paralelas, es la moraina profunda. Los ventisqueros polares, cuyas paredes rocosas, protegidas por una capa permanente de nieve i de hielo, se gastan poco, no ofrecen morainas laterales, siempre patentes, por el contrario, en los ventisqueros de las rejiones templadas; pero no falta nunca en ellos la moraina profunda. Empero, no hai que exajerar el efecto de erosion de los ventisqueros, que mas bien han gastado i pulido las asperezas del suelo que haberlas cavado.

Se encuentran ventisqueros en todas las rejiones del globo; en los Alpes, donde el mayor es el de Altsch, de 20 quilómetros, en Escandinavia, en los Pireneos, el Cáucaso, el Karakorum, donde el ventisquero de Baltoro llega a 58 quilómetros con un ancho de 1.5 a 4 quilómetros i el de Biafo, con 103 quilómetros de largo, en la América del Norte, en los Andes i en Nueva Zelanda.

Los ventisqueros son mas numerosos en las rejiones boreales, i particularmente en Groenlandia, donde, en la costa occidental, Helland ha contado 47 durante una sola jornada, desde la boca del estrecho que separa la isla de Upernivik del continente hasta la base del gran ventisquero que ocupá la estremidad del fiordo de Kangerdlugssuak. Nacen del manto de hielo que cubre todo el

interior de Groenlandia, alimentándose a la manera de ciertos rios que se surten de un lago, i llegan al mar por los valles i fiordos abiertos en la cintura montañosa que forma una barrera al continente, desempeñando así aquellos el papel de canales de desagüe. En ninguna otra parte, ni aun en Islandia, i salvo en el cabo Norte, en Escandinavia, descienden los ventisqueros hasta el mar.

Se conoce la velocidad jeneralmente considerable de su movimiento, atribuido mas a la presion que a la pendiente del terreno. Son mas agrietados, escepto de su parte inferior. Cuando llegan al mar se prolongan aun a alguna distancia, que suele llegar a varios quilómetros; pero como la densidad del hielo es inferior a la del agua, la estremidad del ventisquero se eleva, se parte i se desprende produciendo esos bloques flotantes en el mar o carámbanos arrastrados en seguida por las corrientes i por el viento hacia rejiones mas calientes, donde no tardan en desaparecer por fusion. La fig. 99 representa, segun Helland, la seccion del ventisquero de Jakobshavn entre el mar i el hielo continental: «Yo he sido dos veces testigo de la formacion de los carámbanos, dice ese autor 1, en el fiordo de Jakobshavn i en el de Torsukatak. El ventisquero de Jakobshavn no se rompió mas que una vez en tres dias. El fenómeno (*calving, vélage*) tuvo lugar con un ruido espantoso, proyectándose en los aires espesas nubes blancas de agua o de hielo pulverizado. Al mismo tiempo, una inmensa masa de hielo, que formaba parte del fronton del ventisquero, jiró sobre sí misma rebasando mucho en su movimiento el nivel del ventisquero; enormes bloques, reducidos en menudos fragmentos, volvieron a caer en estado de granizo. La fractura, empezada hacia el centro, continuó a los lados; una segunda masa se desprendió moviéndose desde luego horizontalmente con una velocidad de 1 metro por segundo próximamente i dividiéndose después. No podría decir cuantos carámbanos se produjeron así; las roturas se efectuaban en varios sitios, las nubes de polvo de hielo estorbaban la vista, i antiguos témpanos flotantes delante del ventisquero se ponian tambien en movimiento con tan jigantesco empuje. La confusion era indescrip-

1. A. Helland, *On the fiords, lakes and cirques in Norway and Greenland* (Quarterly journal of the Geological Society 1877).

tible; el estrépito se hizo oír sin interrupcion durante media hora, siendo seguido bruscamente por un profundo silencio. Medí la altura de uno de esos carámbanos, 89 metros».

Las caídas sucesivas de carámbanos hacen que el frente de un ventisquero que llega al mar se convierta en una muralla vertical. Esta esplicacion da cuenta del muro de hielo que limita ciertas porciones del continente antártico. Entre la orilla i el frente, en el espacio de mar oculto a la vista i donde la parte baja del ventisquero está sostenida por el agua, los sedimentos finos adheridos debajo del hielo se acumulan formando una meseta fangosa que representa la moraina profunda. Los materiales gruesos de la superficie no caen al mar, sino en el momento en que la masa se rompe para dar nacimiento a los carámbanos, formando en ese sitio una moraina terminal submarina.

Helland ha dosado la cantidad de fango, desde luego variable con la estacion, contenida en el agua de fusion de los ventisqueros de Groenlandia i Noruega, i los resultados muestran que los ventisqueros subpolares o de las rejiones templadas trasportan materiales mas voluminosos, pero, en proporcion, menor cantidad de sedimentos finos que los ventisqueros polares. El fenómeno se esplica por la erosion aérea, que es débil en los paises cubiertos eternamente de nieve, mientras que la erosion profunda resultante del frotamiento es por el contrario poderosa bajo la presion de la enorme masa del hielo continental.

RIO DEL VENTISQUERO DE:	Epoca de la observacion	Fango por m. ³ de agua
Jakobshavn.....	Jul. 9 1875	104 gr.
Alangordlek.....	" 10 "	2374
Ilartdlek.....	" 17 "	723
Tuaparsuit.....	Ag. 6 1885	678
Umiatorfik.....	" 20 "	75
Assakak.....	" 21 "	208
Kangerdlugssuak.....	" 11 "	278

Los cuatro últimos ventisqueros están situados en el distrito de Umanak.

En Noruega se calculó en 1874 la cantidad de fango contenida en los rios que nacen de los ventisqueros que descienden de los estensos campos de hielo i nieve de Justedalsbreen, i se encontró:

RIO DEL VENTISQUERO DE:	Fecha de la observacion	Fango por m. ³ de agua
Boium (rio oeste).....	Jn. 23	88 gr.
Id. id.	Jl. 30	309
Id. (rio este).....	Jn. 23	59
Id. id.	Jl. 30	159
Suphelle (rio grande).....	Jn. 24	33
Id. id.	Jl. 30	113
Id. (rio chico).....	Jn. 24	72
Langedal id.	Jl. 6	513
Austedal.....	Jl. 6	56
Brixdal.....	Jl. 16	77
	Media.....	147 gr.

Midiendo el volúmen del agua que corre por los rios se puede valorar en 2 000 000 de quilógramos en un día del mes de julio el fango acarreado por todos los ventisqueros que descienden del Justedalsbreen, cuya superficie es de unos 870 quilómetros cuadrados. Por último, tomando en consideracion la cantidad de nieve i de lluvia caída sobre esa misma superficie de terreno, podrá estimarse en 180 000 000 de quilógramos de fango, cantidad igual a 6900 metros cúbicos de roca, o a un cubo de 41 metros de lado.

Los sabios daneses repitieron esas dosificaciones de la arcilla contenida en suspension en los rios que salen de los ventisqueros de Groenlandia. El rio Isortok acarrea de 9129 a 9144 gramos de fango por metro cúbico de agua, o sea anualmente una masa arcillosa de 4 062 000 000 de quilógramos. El rio Amarillo, segun

un estado contenido en los *Meddelsær*, no acarrea mas que la mitad de esa masa. El rio Nagsutok contiene solamente de 200 a 235 gramos de arcilla por metro cúbico de agua, cantidad todavía superior en un tercio a la que contienen las aguas del Aar a la salida del ventisquero ¹.

Helland reconoció tambien que mientras el agua de mar de los fiordos donde desembocan ventisqueros es perfectamente limpia cuando el fronton del ventisquero está separado de la orilla por una faja de tierra, el agua que sale del hielo está por el contrario mui cargada de sedimentos. Lo mismo sucede en los arroyos que corren en la superficie del ventisquero i en la Inlandis. Se vuelve a encontrar en esto el conocido fenómeno del depósito inmediato, al contacto del agua salada, de los sedimentos mantenidos en suspension por el agua dulce en movimiento.

Las aguas limosas observadas en alta mar en las rejiones de Groenlandia, principalmente por la *Alert* en 1875 ², resultan mas bien de los sedimentos ya depositados i que remueven los témpanos al rascar el fondo, o bien de rios bastante caudalosos para que sus aguas dulces no se mezclen sino lentamente con las aguas saladas que las rodean. Se deduce de esto la conclusion de que el fondo de los mares glaciales se levanta rápidamente, pero que pocos de esos sedimentos salen de la cuenca polar para llegar a la templada o ecuatorial.

El mayor ventisquero de las rejiones árticas es probablemente el de Humboldt, en el estrecho de Smith, en Groenlandia, cuyo fronton vertical de 90 metros de altura presenta un ancho de 111 quilómetros. Muchos de los ventisqueros del Spitzberg presentan al mar una masa de 20 quilómetros de frente i de 60, 80 i aun 121 metros de altura, i donde se observa mui claramente la estratificacion de la nevisca. El archipiélago de Francisco José encierra otros no menos imponentes.

EL HIELO CONTINENTAL DE GROENLANDIA. — El interior de Gro-

1. Ch. Rabot, *Les récentes explorations danoises au Groënland* (Revue scientifique, 1883).

2. G. Nares, *Un voyage à la mer polaire*, trad. francesa

enlandia está cubierto por una gruesa capa de hielo, a la que se ha dado el nombre de hielo continental o campo helado (*Binnenis, Inlandeis, Inlandice, Inlandis*). Desde mucho tiempo se conocía la existencia de esa capa, pero se ignoraba si cubría la superficie de todo el país. El primer proyecto de atravesar la Groenlandia, ¹ es el del gobernador Claus Enevold Paars en 1728; aunque esas tentativas se renovaron en varias épocas, ninguna excursion dió a la ciencia tantos resultados como la hecha en 1870 por Nordenskiöld i Bergreen, que avanzaron hasta 56 quilómetros del borde de la Inlandis i alcanzaron en siete jornadas de marcha 670 metros de elevacion sin dejar nunca de divisar el hielo por todas partes. En 1878, Jansen, Kornerup i Groth recorrieron 73 quilómetros, llegando a 1570 metros de altura, i examinaron los nunataks o picos rocosos que atraviesan el hielo en la proximidad del ventisquero de Frederikshaab. Nordenskiöld hizo una segunda exploracion en 1883. Fundándose en la idea de que los vientos que soplan sobre aquel territorio deben perder su humedad al pasar las montañas que orillean la costa, i que hechos de esa manera relativamente secos i calientes, como el favonio de Suiza, no podian alimentar de nieve el interior del país, pensaba por tanto encontrar cuando menos oasis libres de hielo. Su esperanza salió frustrada; a costa de grandes esfuerzos i peligros, avanzó 117 quilómetros; dos lapones de su séquito anduvieron 200 quilómetros mas, o sea en todo 337 quilómetros, llegándose a una elevacion de 1947 metros desde la cual no distinguieron ningun límite a la inmensa llanura blanca. En 1887 el americano Peary i el danés Maigaard no fueron mas felices, después de una marcha de 160 quilómetros que los condujo a una elevacion de 2 400 metros. Por último Nansen, en su memorable viaje de 1888, partiendo de la costa oriental, atravesó la Groenlandia hasta la costa occidental i puso fuera de duda la continuidad del hielo continental i la ausencia completa de oasis.

1. *Meddelelser om Grönland udgivne af Commissionen för Ledelsen af de geologiske og geographiske Undersøgelser i Grönland Samten, i Résumé des communications sur le Groënland, Copenhague. Véase tambien varios artículos de Ch. Rabot en la Revue scientifique. Les récentes expéditions danoises au Groënland, 1883; Les expéditions danoises au Groënland, 1888.*

La capa de hielo empieza a la distancia de una decena de kilómetros del mar, un poco mas lejos en la costa occidental, un poco mas cerca en la oriental; segun Holm, hacia el sur no pasa del paralelo de Julianehaab. La faja costera habitable ha estado en otra época enteramente ocupada por el ventisquero; así lo hacen creer las rocas redondeadas i pulidas de las cimas, la concavidad de las pendientes de las montañas, los bloques erráticos esparcidos en las mesetas i las estrías que se observa en las rocas. Parece que después de haber aumentado, dicha faja experimenta en la época actual, al menos en ciertas partes, un hundimiento, i por consiguiente disminuye de ancho. En Lichtenfels, en el espacio de un siglo, el suelo habrá bajado de 1.88 a 2.51 metros. Sin embargo, el hecho no está admitido aun sin discusion por todos los jeólogos.

El borde de la Inlandis está sembrado de piedras, cortado por grietas, cuya anchura llega algunas veces a 16 metros por una longitud de varios centenares de metros, así como tambien por corrientes de agua; su superficie es rugosa i erizada de agujas. Mas lejos se hace un poco mas regular, aunque presentando series de pequeñas crestas de 3 a 4 metros de elevacion, escarpadas por todos lados i entre las cuales corren innumerables arroyos. Está además como acribillada de cavidades cilíndricas llenas de agua i de 30 a 60 centímetros hasta 1 o 2 metros de profundidad. Esos agujeros son producidos por una alga policelular de dimensiones casi microscópicas i de color pardo, i tambien por un polvo gris de 2.62 de densidad con partículas magnéticas de forma octaédrica, desprovistas de níquel, que es el fango glaciario desecado después de depositado en las playas i trasportado en último lugar por el viento. Nordenskiöld, que le da el nombre de *crioconita*, le supone un oríjen volcánico, i le ha encontrado la siguiente composicion ¹:

Silice.	62.25
Alúmina.....	14.93
Peróxido de fierro.....	0.74
Protóxido de fierro.....	4.64

1. *Geological Magazine*, 1872. De Lapparent, *Traité de géologie*.

Protóxido de manganeso.....	0 07
Cal	5.09
Magnesia	3.00
Potasa.....	2.02
Sosa.....	4.01
Acido fosfórico.....	0.11
Cloruro de sodio.....	0.06
Agua de combinacion.....	2.86
Agua higroscópica.....	0.34

Esas algas i ese polvo funden por radiacion el hielo que las rodea, a causa de su color sombrío, que absorbe los rayos solares. Durante los tres meses de la buena estacion, junio, julio i agosto, en la superficie de la Inlandis el termómetro llega frecuentemente, a la altura de un hombre, a marcar una temperatura de 28° o 30°; Nansen midió a medio dia 31° al sol i -31° a la sombra. El hielo se funde i el agua de fusion, que se conjela de nuevo durante la noche, forma durante el dia pequeños lagos o lagunas que hacen estremadamente penosa la marcha.

De trecho en trecho la corteza helada está atravesada por raros picachos desnudos llamados *nunataks*. Nansen no los encontró en el interior. Alrededor de ellos se encuentran esparcidos algunos despojos roqueños desprendidos por la helada; pero nunca son muy abundantes i no tardan en ser sepultados en las grietas del hielo.

La Groenlandia es comparable a un inmenso ventisquero en el cual la rejion de la nevisca, representada por la Inlandis, ha tomado un desarrollo considerable i comunica con el mar por rios de hielo que corren a través de los pasos que interrumpen el cordón montañoso ceñido a la costa. Manifiesta, con los ventisqueros de los climas templados, las siguientes diferencias:

1ª Desde luego, como acabamos de decir, un gran desarrollo de la rejion de la nevisca;

2ª La rejion de escurrimiento, que puede considerarse como el verdadero ventisquero, apesar de sus gigantescas dimensiones, es muy limitada en Groenlandia proporcionalmente a la rejion de la nevisca, que cubre todo el pais;

3ª En lugar de detenerse en tierra, como en los Alpes, por ejemplo, los ventisqueros de Groenlandia lo hacen algunas veces a corta distancia del mar, formando un fronton al que se ha dado el nombre de *Eisblink*, i por lo jeneral continúa hasta el mar, donde, segun hemos visto, los fragmentos desprendidos de su estremidad forman los témpanos;

4ª Siendo mui débil la erosion en las rejiones polares, porque el hielo continental protege casi en todas partes el suelo contra los agentes atmosféricos de desagregacion, resulta que las morainas laterales i frontales tienen poca importancia. El único desgaste es el producido por la superficie inferior del hielo que, impulsado por el enorme peso de toda la masa de la Inlandis, progresa con un movimiento relativamente rápido frotando el suelo subyacente. De esta manera se forma una arcilla fina azul, que ensucia el hielo i que se va depositando en el mar a medida de la fusion de aquel, colmando los fiordos empezando por arriba, i arrastrada en seguida por las olas, aunque su parte mas considerable no pasa del estrecho de Davis, levanta constantemente el fondo del mar de Baffin. Los fiordos de Isortok i de Nagsutok están ya colmados en estensiones que varían de 50 a 100 quilómetros. Allí donde en otra época el ventisquero llegaba hasta el mar, la estremidad superior del fiordo ha sido trasformada en una llanura de légamo en medio de la cual serpentea el arroyo salido del ventisquero i que al menor soplo de viento es llevado en torbellinos.

LAS REJIONES POLARES ANTÁRTICAS.—Las rejiones antárticas son mucho menos conocidas que las que rodean al polo boreal. Las pasadas espediciones, hechas en malas condiciones, con buques de vela de una construccion que no les permitía resistir a los hielos, se limitaron al descubrimiento, con frecuencia problemático, de algunos puntos aislados, unidos después por los jeógrafos a gusto de su fantasia. Al presente, i a instigacion del profesor Nordenskiöld, se han ocupado seriamente en Australia i en Suecia, en organizar un espedicion conducida por marinos i sabios provistos de los instrumentos de investigacion mas perfeccionados, i que no podrá menos que suministrar preciosos datos relativos a la física del globo. La dificultad principal de semejan-

te exploracion es que se ignora aun si existe en esa costa inhospitalaria un sitio donde pueda invernar i quedar al abrigo de los terribles huracanes, tan frecuentes en aquellos climas, el buque destinado a servir de punto de partida i depósito de recursos a un destacamento de hombres animosos determinados a avanzar a pié en la direccion del polo.

Las rejiones antárticas han sido visitadas por Cook (1772-1775), Bellingshausen (1819-1821), Dumont d'Urville (1837-1840), Wilkes (1838-1842), Ross (1839-1843) i, en último lugar, por el *Challenger*, que se limitó a franquear el círculo polar, pero que, sin embargo, gracias a las observaciones verificadas a bordo, hizo progresar nuestros conocimientos talvez mas que las expediciones que se aproximaron mas al polo.

Segun todas probabilidades, ¹ el polo antártico está situado en una isla cuya superficie es mayor que otra cualquiera del globo, mas o menos igual a la mitad del Africa, i que ofrece aproximadamente la forma de una elipse, cuyo eje mayor se dirige segun una línea que uniera la costa occidental de Australia con el Cabo de Hornos en un arco de 45° i cuyo eje menor está orientado trasversalmente en un arco de 30 a 35° . Ese continente está precedido por algunas pequeñas islas i el conjunto forma una masa única por los hielos persistentes o banca que destacan témpanos en todos sentidos hasta los 45° de latitud sur i aun en algunas ocasiones hasta el cabo de Buena Esperanza. La rejion en que mas se han aproximado al polo se halla en el vasto golfo situado al sur de Nueva Zelanda o hasta los 79° de latitud i limitado por las altas costas de la Tierra Victoria, donde se elevan a 3780 i 3320 metros de altura los dos volcanes Erebus i Terror, a corta distancia del polo magnético austral.

El continente antártico está rodeado por un océano profundo i completamente abierto; al sur del Atlántico se estiende una inmensa fosa doblemente recurvada entre los 33° i 72° de latitud sur, donde los fondos están comprendidos entre 3700 i 7300 metros, llegando algunas veces a 8400. La profundidad dismi-

1. John Murray, *The exploration of the antarctic regions* (Scottish geographical magazine, 1886).

nuye al aproximarse a tierra, o mejor dicho, a la banca que le sirve de cintura exterior continua. Donde la costa es baja ofrece ésta el aspecto de una barrera (fig. 100) o muro vertical de hielo de 45 a 60 metros de elevacion. Ross, subiendo al tope del palo mayor de su buque, pudo estender la vista por encima del muro en un sitio cuya elevacion no era mas que de 46 metros i no distinguió mas que una inmensa llanura blanca que se confundia a lo lejos con el horizonte. Cuando la costa es elevada, el muro falta i es reemplazado por un manto sólido de 1.50 a 2 metros de elevacion sobre la superficie del agua i que se estiende a una distancia de varios quilómetros de la orilla. En esos puntos es donde parece posible desembarcar para intentar en seguida avanzar al interior.

Por todas partes donde se ha abordado, no se ha visto indicio alguno de vejetaion o de animales terrestres. Las rocas son de naturaleza volcánica. Sin embargo, los dragados del *Challenger* en esos parajes han cojido fragmentos de rocas graníticas, esquitosas i calcáreas, evidentemente trasportadas i abandonadas por los hielos flotantes, probando esto que la constitucion jeolójica del continente es mas variada que lo que se había supuesto.

La existencia del muro de hielo indica que el interior del continente antártico, como el interior de Groenlandia, está uniformemente cubierto por una gruesa capa de hielo producido por las nieves hechas compactas bajo la presion resultante de su acumulacion. Dicha capa se desliza hacia el mar, semejante a un inmenso ventisquero; penetra en él signiendo el fondo hasta llegar a una profundidad de 475 metros, medida por Ross. Admitiendo que la densidad del mar sea de 1.027 i de 0.92 la del hielo, i tomando en cuenta la altura del muro que el mismo observador reconoció ser en ese paraje de 53 metros encima del agua, se deduce fácilmente que el 90 por ciento del volúmen del hielo debe estar debajo del agua i que, por consiguiente, a esa distancia de la costa, el muro debe levantarse i romperse en témpanos notables por su forma paralelipéda rectangular de paredes verticales i terminados por una superficie plana. Sin embargo, el 22 de febrero de 1842, por 77° 49' S i 163° 30' O, a una distancia de 2800 metros del muro que tenía por escepcion 33 metros solamente, encontró Ross una

profundidad de 530 metros cuando no se podía valuar el grosor del hielo sumerjido en mas de 300 metros. La parte anterior del muro antártico reposa a veces, por consiguiente, directamente sobre el océano.

Esos carámbanos, arrastrados hacia el norte, se destruyen lentamente por el efecto de las olas i de la fusion; pierden poco a poco su aspecto regular al agrietarse, se forman grutas en ellos i se recortan de diversas maneras. Sus dimensiones son gigantescas: Cook los vió de 90 a 120 metros, Wilkes, de 150; el mas alto de los medidos por el *Challenger* tenía 75.50 metros; su lonjitud llega con frecuencia a 6 u 8 quilómetros. Están estratificados horizontalmente en capas tanto mas delgadas i compactas cuanto mas bajas están situadas, i están a menudo coloreados con un admirable tinte azul.

Existen aun otras clases de carámbanos antárticos, absolutamente semejantes a los árticos; unos i otros tienen el mismo oríjen, proviniendo del fronton de ventisqueros que descienden de tierras elevadas hasta el mar.

El océano austral es particularmente rico en diatómeas que flotan en la superficie i se ha encontrado tambien en él radiolarios; toma algunas veces una notable coloracion verde causada por la presencia de innumerables cantidades de una pequeña alga esférica pintada con cuatro puntos amarillentos o verdosos; el fondo lo ocupan fangos azules, fangos de diatómeas, de globijerinas i arcilla roja.

CARÁMBANOS.—Los carámbanos son las estremidades de los ventisqueros que terminan en el mar, i que, desprendidos, flotan en el agua i son llevados por los vientos i las corrientes hasta que desaparecen por fusion. Los lugares de oríjen son la Groenlandia, el Spitzberg, la tierra de Francisco José i las tierras antárticas únicas rejiones donde los ventisqueros llegan hasta el mar.

Para esplicar la formacion de esas montañas de hielo, se admite jeneralmente que el ventisquero, al llegar al mar, continúa avanzando sobre el fondo, pero que pronto, como el hielo tiene una densidad inferior a la del agua, se levanta la estremidad i se rompe con estrépito la masa en enormes bloques que son los

carámbanos. La marea, con sus alternativas de subida i bajada, tiende tambien a producir la dislocacion. Segun Steenstrup, por el contrario, los carámbanos se desprenden siguiendo las fendas que se producen en la superficie i que continúan hasta abajo a través del espesor total del hielo. Esa diferente manera de formarse no parece tener mucha importancia, i puede que se combinen varias causas para producir el fenómeno, como suele suceder.

El volúmen de los carámbanos es con frecuencia mui considerable. Se ha visto flotando en las rejones de Groenlandia algunos que tenían 18 000 000 de metros cúbicos, volúmen que corresponde al de un cubo de 283 metros de altura. En el fiordo de Jakobshavn, ciertos hielos flotantes tienen fuera del agua mas de 110 metros.

La estructura de estas masas es de capas superpuestas, como los ventisqueros de donde proceden; sus pequeños fragmentos son transparentes e incoloros; mas gruesos, son solamente traslúcidos u opacos; el hielo que los constituye es azul verdoso o blanco por fajas, lleno de burbujas de aire i frecuentemente agrietado. Cuando uno de estos hielos flotantes recibe una conmocion violenta, como por ejemplo, el choque de un proyectil, hace oír durante algun tiempo una especie de crepitacion causada por la produccion de infinidad de pequeñas grietas i por la detonacion de las innumerables burbujas de aire comprimido que tiene su masa.

El fenómeno toma algunas veces proporciones grandiosas i tambien peligrosas. Barentz cuenta que estando un dia fondeado sobre un bloque de hielo varado en la costa setentrional de Nueva Zembla, de pronto ese témpano se rompió en millares de pedazos con un ruido de trueno, espantando a toda la tripulacion. Nordenskiöld fué testigo tambien de fenómenos semejantes. En el ventisquero, el bloque de hielo está sometido a una presion considerable que cesa tan pronto como cae al mar. Por lo jeneral esta presion se distribuye sin ruptura, pero algunas veces, comprimido fuertemente el interior del témpano, aunque haya cesado la presion exterior, no puede dilatarse libremente a causa del hielo compacto que lo rodea. De ello resulta una tension interior considerable en la masa, que finalmente se quebra como una gigantesca lágrima batávica.

Otra de las causas de destrucción de los témpanos es el estallido de las fendas por el agua que penetra en ellas, conjelándose, aumentando de volumen i obrando a manera de cuñas. Aun en los países polares están esas montañas de hielo en tal estado de equilibrio inestable que basta la detonación de una arma de fuego, la voz humana o la mas pequeña sacudida para provocar una catástrofe comparable a las avalanchas de los Alpes. En la relación de su invernada en las proximidades de los mayores ventisqueros del mundo, Kane menciona esas espantosas i continuas detonaciones, parecidas al ruido del trueno. Weyprecht refiere que el mismo fenómeno se verifica cerca de la tierra de Francisco José, en donde, con la calma mas completa i sin la menor causa aparente, se desprenden súbitamente enormes masas de hielo.

La forma de los carámbanos es muy variada. La figura 101 representa, dibujados del natural, los vistos entre el estrecho de Belle-Isle i el abra Croc al norte de Terranova. Al contacto de la atmósfera i del agua del mar se funden, las olas que se estrellan a su pié cavan una ancha zanja alrededor de su línea de flotación, cambiándose de esa manera poco a poco su centro de gravedad; se van inclinando o bien se vuelcan bruscamente, terminando por tomar formas tanto mas irregulares cuanto menos homogéneo es el hielo que los constituye i cuanto mas variadas han sido las vicisitudes que han experimentado desde su formación, es decir, cuando se les observa mas lejos de su lugar de origen.

Los carámbanos antárticos difieren de los árticos por su forma paralelepípeda; los cambios del centro de gravedad i las sumersiones que de ello resultan son menos numerosos i por consiguiente sus aspectos son menos pintorescos. La superficie superior es plana i sus caras laterales verticales. Es muy frecuente encontrar algunos que tienen hasta 2000 metros de longitud i se han visto de 3 i 4 millas marinas; hasta por los 60° de latitud sur, se les encuentra elevados a pique hasta 50, 60 i 80 metros sobre el nivel del mar.

Es muy fácil confundir los carámbanos (icebergs) con los floebergs; unos están constituidos por hielo de ventisquero, los otros por hielo de mar. Para cerciorarse exactamente de este punto, bastará tomar un pedazo bien compacto del hielo i, después de

lavado con agua dulce, dejarlo fundir; el agua será filtrada cuidadosamente i por último ensayada por el nitrato de plata. Este estudio tan fácil suministraría preciosas informaciones, siendo mui de desear que fuese puesto en práctica a bordo de los buques de la estación naval de Islandia i sobre todo de Terranova.

Un carámbano presenta dos partes distintas, una sumerjida i la otra emergida. La relacion entre el volúmen de la parte visible i el de la invisible depende de la relacion entre la densidad del agua del mar i la del hielo. Esta última es mui variable. Steenstrup sumerjió en agua de mar que contenía 3.32 por 100 de sal i a la temperatura de 1.3°, varias especies de hielo para las cuales encontró la siguiente relacion de volúmenes entre la parte emergida i la masa total:

Hielo blanco i burbujoso de ventisquero.....	1 a 8.41
Hielo de ventisquero trasparente sin burbujas..	1 a 9.23
Hielo de lago.....	1 a 9.23
Hielo de mar.....	1 a 5.29

Para las masas paralelepípedas, la altura visible será como la sétima parte de la altura oculta bajo el agua, pero no puede considerarse esto mas que como una aproximacion mui corta, a causa de las formas irregulares de los carámbanos i de la naturaleza del hielo que los constituye, i que, mas o menos lleno de burbujas de aire, es de densidad mui variable. Esa profundidad debajo de la superficie del agua explica la marcha tan frecuente de esos hielos contra el viento.

Steenstrup reconoció que 1 quilógramo de hielo blanco burbujoso de ventisquero contenía, a la temperatura de 10°, 71 centímetros cúbicos de aire, compuesto de 16 por 100 de oxígeno, o sea 4 por 100 menos que el aire atmosférico.

El mismo observador notó que los hielos flotantes se funden rápidamente, lo cual es tambien una consecuencia de la presencia de las burbujas. Un pedazo de hielo de 15 quilógramos sumerjido por completo en agua de una temperatura entre -1° i -2°, i cuya salinidad era de 3.40 por 100, se licuó en cuarenta i ocho horas.

En agua de 4.6° se fundió completamente en una hora un bloque de hielo de 8 quilógramos de peso.

Mucho se ha discutido para saber si los hielos flotantes están o no cargados de despojos rocosos. El fenómeno se relaciona con la formacion del suelo submarino, porque al fundirse esos hielos deben forzosamente abandonar su cargamento, distribuyéndolo por consiguiente en toda el área en que flotan ¹. Tal es el orijen que Maury atribuye a los bancos de Terranova. La cuestion es discutible ². A bordo del *Challenger*, en las proximidades de las tierras antárticas, ninguno de los hielos vistos presentó indicios de materiales sólidos; el doctor Wallich ha hecho la misma observacion en el Atlántico del Norte, como tambien Ch. Martins durante sus tres campañas en los mares de Islandia i del Spitzberg i Thoulet en las rejiones de Terranova ³. Por otra parte, Darwin observó dos casos de carámbanos cargados en los mares antárticos i, lo mismo John Ross i Wilkes en las mismas rejiones, Scoresby, Kane, Inglefield en el estrecho de Davis i el mar de Baffin, i Payer entre el Spitzberg i la tierra de Francisco José. Por último, resulta de los esperimentos de Steenstrup en Groenlandia, que todos los carámbanos, aun aquellos cuyo hielo parece absolutamente puro, contienen particulas de sedimentos mui finos, que se encuentran filtrando el agua de fusion.

Evidentemente, no es imposible que los carámbanos vayan cargados de bloques de piedra i grava, porque al paso de la zona comprendida entre la Inlandis i el mar, los ventisqueros van jeneralmente encauzados por paredes rocosas descubiertas, al menos durante la buena estacion, las cuales entonces se fragmentan bajo la accion de los agentes atmosféricos, de manera que sus fragmentos, esparcidos en la superficie del ventisquero, son llevados hasta el mar i conducidos después por los carámbanos. Sin embargo, el fenómeno debe ser desde luego mui raro, porque la erosion es nula

1. Maury, *Instructions nautiques destinées à accompagner les cartes de vents et de courants*, traduccion francesa, 1859.

2. Y. Prestwich, *Geology chemical, physical and stratigraphical*, 1886.

3. P. Thoulet, *Considérations sur la structure et la genèse des bancs de Terre Neuve*. (Bulletin de la Société de géographie de Paris, 1889.)

en todo el espacio cubierto de hielos eternos i además porque de los fragmentos caidos en el ventisquero a corta distancia del mar i que permanecen en la superficie, caen la mayor parte en aquél, sea en el momento en que se verifica la formacion de los carámbanos o bien poco después en el sozobramiento que tiene lugar en el mar. Los sedimentos así llevados pueden encontrarse en la vecindad de los lugares de oríjen, pero, salvo escepciones raras, nunca a cierta distancia. Refutando Thoulet la teoría de Maury, demostró que los bancos de Terranova, lejos de estar constituidos por los despojos de la Groenlandia, estaban formados por rocas procedentes de la isla de Terranova misma, sobre todo de la costa occidental, i traídos por los hielos costeros.

Cuando los carámbanos encuentran fondos altos, rascan el suelo i frecuentemente varan, continuando su marcha desde el momento en que la fusion ha disminuido suficientemente su masa o bien los ha volteado por el cambio de su centro de gravedad, de manera que pueden así franquear el obstáculo. Se ha visto en el estrecho de Davis el paso de manchones de plantas marinas que se suponen arrancadas por el frotamiento de la base de los carámbanos. Es preciso, sin embargo, guardarse de exajerar la accion de transporte o de erosion ejercida por aquellos. El papel que representan los hielos costeros, anchos pero poco profundos, formados inmediatamente contra la orilla, es mucho mas importante, segun resulta de las observaciones de John Milne en Finlandia i Terranova ¹ i de las de Thoulet en esa misma rejion.

La aproximacion de una masa de hielo es señalada en el mar por un enfriamiento notable del agua i sobre todo del aire. Ese descenso de la temperatura es funcion de diversas variables, tales como la dimension i distancia del hielo, la temperatura i densidad del agua, la velocidad de la corriente, la fuerza i direccion del viento. Una serie de observaciones permitiría probablemente establecer una relacion empírica útil para la navegacion en tiempo de niebla entre la masa i la distancia del hielo i las otras variables susceptibles de ser medidas directamente.

1. John Milne, *Geological Magazine*, 1877. Delesse et de Lapparent' *Revue de géologie*, t. 15.

EL HIELO DE LOS LAGOS I DE LOS RIOS.—Cuando el aire se enfría, enfría por contacto el agua de la superficie de los lagos, que haciéndose mas pesada, se sumerge en las profundidades, donde se acumula en una capa de 4°, temperatura de la densidad máxima del agua dulce, i es reemplazada en la superficie por agua mas caliente i por consiguiente mas lijera que sube, se enfría a su vez i desciende tambien aumentando el grosor de la capa de 4°. Mientras el aire permanece a una temperatura inferior a cero, el hielo continúa formándose en la superficie del lago i en los sitios en que la temperatura es hasta el fondo de 4°, es decir, cerca de la orilla; en seguida la escarcha se estiende hacia el centro del lago al mismo tiempo que aumenta de grosor en las rejiones donde ya existe, porque el hielo enfriado debajo de cero propaga esa temperatura por conveccion i provoca la conjelacion del agua que lo rodea.

Si el frio se prolonga suficientemente, concluirá toda el agua por solidificarse en una sola masa, que es lo que observamos en nuestros climas en los estanques pocos profundos. La conjelacion completa o incompleta de una masa de agua dulce i el grosor del hielo dependerán de diversas circunstancias mas o menos variables, entre ellas la situacion jeográfica, la altitud, el clima i la topografía, es decir, la situacion en llanura o encajonada entre montañas, la relacion existente entre el volúmen de las aguas i su superficie, pues a frio igual i a capacidad igual se conjelará mas fácilmente un lago estenso i poco profundo que un lago de pequeña superficie i mui profundo, i por último, el rigor del invierno i la continuidad de las bajas temperaturas.

El invierno mui rigoroso de 1879-1880, que se prolongó desde principios de diciembre hasta fines de febrero i durante el cual la temperatura descendió, con unas pocas alternativas de ascenso, a -15° en el lago Lemania -20° en el norte i NO de Suiza, permitió a Forel hacer interesantes observaciones sobre la manera de conjelacion de los lagos suizos i saboyanos. ¹ Esos lagos han sido divididos en tres categorías: unos fueron conjelados enteramente,

1. F. A. Forel, *La congélation des lacs suisses et savoyards pendant l'hiver, 1879-1880* (Echo des Alpes, 1880).

(lagos de Morat, Bienne, Zurich, Zug, Neuchatel, Constanza; Annecy, Thoune i Brienz); otros parcialmente (lagos de los Cuatro Cantones i de Jinebra); otros, por último, se mostraron refractarios a toda conjelacion (lagos de Walenstadt i de Bourget).

El lago de Morat se heló en una sola noche en toda su estension sin interrupcion ni ruptura, i el grosor del hielo llegó a 11 centímetros en cinco dias i a 36 en cuarenta; en las orillas tenia de 36 a 40 centímetros. El deshielo se verificó completamente en cuatro dias. Admitiendo que la densidad del hielo sea de 0.93 i que su calor latente de fusion sea de 80 calorías por quilógramos de agua, lo que exige para la formacion de 1 centímetro de hielo un desarrollo de 7.3 calorías por decímetro cuadrado de superficie, calculó Forel que durante los cinco dias en que se formaron los 11 centímetros de hielo, había desprendido éste 16.2 calorías por decímetro cuadrado i por veinticuatro horas.

En el lago de Neuchatel, el hielo era mas irregular; ofrecía en sitios un color rojo de borra de vino producido por la presencia en la masa de innumerables pequeñas algas pelájicas, verdes o rojas.

En el lago Zurich, el hielo adquirió 23 a 30 centímetros de grosor, correspondiente a una pérdida de calor de 10 calorías por veinticuatro horas i por decímetro cuadrado de superficie. Un sondaje termométrico mostró que el frio superficial había penetrado hasta 110 metros, en ese lago de una profundidad máxima de 141 metros. Segun Struve¹ la capa de temperatura invariable se encuentra por 150 metros en el lago Baikal, cuya profundidad máxima es de 1400 metros. El hielo del lago Annecy tenía un grosor de 27 centímetros.

El hielo que se forma en la superficie del agua dulce, aunque esté barrosa, es notablemente puro. El fenómeno resulta tambien del máximum de densidad a 4°. Entre esa temperatura i la de conjelacion, la diferencia de densidad entre los sedimentos i el agua se acentúa i, por consiguiente, la velocidad de caída de aquellos, de manera que la superficie del agua se va limpiando en el momento de la conjelacion. Esto esplica como Weith encontró que en

1. Struve, Petermann Mittheilungen, 1880.

el lago Zurich, el agua de fusion del hielo era mucho mas pobre en carbonatos que el agua del lago ¹: en ese caso estaban los carbonatos no disueltos sino en suspension.

Un rio empieza a conjelarse en las orillas porque el agua es allí menos profunda i mas tranquila; la conjelacion continúa en seguida hacia el medio, hasta helarse en toda su anchura. El régimen de los hielos de los rios siberianos es de particular interés para la oceanografia a causa del papel que desempeñan en la formacion de los fondos marinos, en las corrientes i en la distribucion de las aguas dulces i saladas en el mar glacial ártico. En Siberia ², el grosor del hielo de invierno en los rios i lagos varia de 1 a 2.40 metros. Salvo los muy grandes rios, como el Obi, el Yenisei i el Lena, todos los demás se conjelan hasta el fondo cada año. Su direccion de sur a norte hace que empiece siempre el deshielo rio arriba, i los hielos, cargados de materiales sólidos, se desprenden, descenden con la corriente i, cuando son detenidos por el obstáculo que presenta el rio aun helado en su curso inferior, se acumulan en monton. Ese fenómeno se observa tambien en los rios de las regiones templadas, el Loira, por ejemplo. Cuando el amontonamiento se rompe, baja de golpe hacia el mar una enorme masa de hielo, que distribuye en el área de poca estension que cubren los témpanos durante el tiempo de su fusion, una enorme cantidad de materiales sólidos arrancados de las orillas.

Nordenskiöld ³ encontró en el mar de Kara hielos procedentes del Obi i del Yenisei. En sus proximidades, el agua del mar se enturbia i ofrece el tinte gris amarillento de la arcilla, pareciendo que el buque navega sobre un cenagal; la superficie de los témpanos es sucia, no presentando la blancura inmaculada que caracteriza los bloques procedentes de los ventisqueros o los hielos marinos que nunca han estado en contacto con la tierra o con las aguas turbias de los rios.

1. *Chemische Untersuchungen schweizerischer Gerässer mit Rücksicht auf deren Fauna* (Internationale Fischerei-Ansstellung zu Berlin, 1880).

2. Middendorff, *Sibirische Reise*; en Lapparent, *Traité de géologie*.

3. Nordenskiöld, *Voyage de la Vêga*.

En el Canadá ¹ el grosor del hielo formado durante un invierno en los lagos i rios es de 45 a 75 centímetros; tambien se producen hielos de fondo que se cargan de materiales sólidos i terminan por llegar al mar por el San Lorenzo. Si sobreviene un huracan durante el deshielo, los témpanos son proyectados bastante lejos en el interior de las tierras hasta una altura de varios metros sobre el agua, encontrándose después sus acarreos de piedras esparcidos como una especie de calzada. Al mismo tiempo el fondo es profundamente removido, habiendo sido de esa manera destruidas en el San Lorenzo muchas islas. El mismo fenómeno fué reconocido por Nordenskiöld en el litoral de la Nueva Zembla. En la costa meridional del Jugor Schar i en varios puntos del Matotschkin Schar, la orilla presenta un talud de bloques de piedras casi no interrumpido que descende hasta el mar, mientras que debajo permanece el fondo del océano perfectamente llano i sin piedras.

HIELOS DE FONDO.—Se llaman hielos de fondo (*Anchor ice*, *Ground ice*, *Grundeis*) a los hielos que aparecen súbitamente en la superficie del agua. Tienen una estructura porosa, esponjosa, de color gris i están siempre mas o menos cargados de piedra, arena o yerbas marinas. Se les encuentra en las aguas dulces, lagos i rios, i tambien en el mar, aunque en jeneral en las aguas poco saladas, como en las costas del Labrador, donde llegan aguas dulces del San Lorenzo, en el Báltico, en el mar de Okhotsk ² talvez a causa del Amur, cuya desembocadura se encuentra al SE., i cuya agua es sin duda llevada bastante lejos hacia el norte por la corriente que sube en esa direccion siguiendo el contorno de ese mar.

¿Ha sido formado ese hielo en la superficie, descendiendo al fondo para subir en seguida i reaparecer, o bien se ha formado realmente en el fondo? La cuestion ha sido desde mucho tiempo

-
1. Geikie, *Text-Book of Geology*.
 2. Middendorff, *Sibirische-Reise*, 1^a parte, en Nordenskiöld, *Voyage de la Véga*, traduccion francesa.

objeto de discusion de los sabios. Plott ¹ habla ya de ello en 1705 i numerosas memorias han sido publicadas sobre el asunto, siendo sus conclusiones por lo jeneral diametralmente opuestas. Nos limitaremos a esponer las opiniones que presenten mayor certeza sin disimular que si la existencia del fenómeno es indiscutible, su orijen está aun mui lejos de ser explicado de una manera verdaderamente satisfactoria.

Cuando un lago o un rio presenta parajes poco profundos, el hielo se forma desde luego en la superficie, i va aumentando hasta llegar al fondo, donde se adhiere al fango, a las piedras i a los guijarros, que cimenta en su masa. Cuando la temperatura sube algo, dicho hielo se cubre de agua líquida i, como es mas lijero, llega un momento en que el esfuerzo que hace para elevarse rompe su contacto con el suelo i sube con su cargamento de materiales sólidos, de los que no se desprende sino cuando se funde i después de haberlos llevado mui lejos del lugar de orijen.

Algunas veces sucede, aun en aguas corrientes, que la conjelacion empieza por el fondo cuando el agua es clara, en noches despejadas, i cuando el fondo está sembrado de guijarros brillantes que orijinan una radiacion intensa i contribuyen a conjelâr el agua que los rodea, cuya velocidad es por otra parte menor que la de la superficie; el hielo envuelve a los guijarros i los lleva como anteriormente.

Tambien se puede atribuir el fenómeno al movimiento mismo del agua, que le permite enfriarse hasta varios grados bajo cero sin conjelarse ². En esas condiciones, bastará un guijarro del fondo para servir de centro de formacion del hielo, sea atenuando el movimiento del agua, sea haciendo el papel de núcleo de cristalización. El hielo nacerá pues en el lecho del rio en masas bastante considerables para elevar i trasportar a lo lejos grandes bloques de piedras. Se ha observado en el Meusa témpanos que tenían hasta 90 centímetros de espesor i se forman en el Neva bajo 35 metros de agua.

1. Se hallará un resumen histórico mui completo de la cuestion en la obra de Siegmund Günther: *Lehrbuch der Geophysik und physikalische Geographie*, t. 2°.

2. Prestwich, *Geology chemical, physical and stratigraphical*.

Se ha explicado los hielos de fondo en el mar suponiendo que el agua salada no tiene máximum de densidad i que se pone mas pesada a medida que se enfría, i así las capas superiores frias descienden al fondo, donde se conjelan. Pero, en ese caso, el hielo de mar debería formarse siempre en el fondo i nunca en la superficie, lo que, como es sabido, no sucede.

Segun otra opinion, el hielo de fondo es producido por nieve helada, es decir, con una temperatura bastante inferior a cero para que su densidad sea mayor que la del agua. Esa nieve cae al fondo donde se acumula sobre la arena i las piedras, subiendo después a la superficie con los sedimentos que se le han fijado cuando se ha calentado suficientemente. Es, sin embargo, difícil comprender como esos copos o agujas de hielo no se han calentado durante su caída de la superficie al fondo i, haciéndose así mas lijeros, no han subido inmediatamente sin haber tenido tiempo de aglomerarse. Es mui cierto que el hielo de fondo no se produce mas que en localidades donde el agua es poco profunda i donde existen violentos remolinos. El agua salobre, mas lijera i que ofrece por consiguiente menos resistencia al descenso de los copos, es desde luego favorable a la formacion de los hielos de fondo.

Nordenskiöld ideó otra hipótesis, que enuncia de la manera siguiente: «Al norte de Siberia, cerca de la costa, el fondo es constituido por arena mui helada, dura como roca, segun lo manifiestan los dragados. La formacion glacial, en Siberia, comprende pues no solamente depósitos lacustres sino tambien capas marinas que alternan con bancos de hielo puro i trasparente. Esos bancos han debido formarse en la desembocadura de los rios o en pequeños lagos cuyo hielo de fondo ha sido cubierto en primavera con un espesor de aluviones suficiente para impedir la fusion durante el verano. Le conjelacion misma de la arena que cubre el suelo submarino cerca de las costas parece tener otro orijen. Cada grano arrastrado por el rio lleva consigo una pequeña cantidad de agua relativamente caliente i al mismo tiempo poco salada, procedente de la superficie. Esta agua dulce, cuyo punto de conjelacion es de 0°, al llegar al fondo del mar, al contacto de una capa de agua sa-

lada a una temperatura de -2° a -3° , se solidifica formando como una especie de cemento entre los granos de arena».

SINONIMIA DE LOS TÉRMINOS RELATIVOS A LOS HIELOS DEL MAR.

La sinonimia de los términos empleados por las diversas naciones marítimas para designar las variedades del hielo del mar es poco menos que imposible de establecer; su estremada confusion es esplicable por la historia misma de los viajes hechos en las rejiones polares. Cada pueblo se radicó en una rejion especial, i no encontrando mas que un solo tipo de hielo, le ha creado un vocabulario segun la necesidad. Por lo jeneral, la clasificacion adoptada no se basa en caracteres científicos i precisos que no cambian, sino en apariencias variables con la localidad. La mayor parte de los descubrimientos hechos en las rejiones glaciales lo han sido por tres pueblos. Los ingleses i los americanos, que hablan el mismo idioma, se aproximaron al polo ártico por el norte del mar de Baffin i encontraron hielos formados en la proximidad de las tierras, en parajes poco profundos o en mares cerrados. De los escandinavos, los daneses estudiaron los hielos i los ventisqueros de la Groenlandia mientras que los pescadores noruegos visitaban las rejiones del Spitzberg i el sueco Nordenskiöld examinaba los de la Siberia setentrional. El austriaco Weyprecht es el único que ha asistido a los fenómenos presentados por los hielos de alta mar. Ahora bien, cada una de esas variedades de hielo posee sus caracteres particulares i no puede ser comparada con las otras, de las que difiere absolutamente: hielos costeros del estrecho de Smith, del canal Kennedy o del canal Robeson, hielos terrestres de la gran capa continental o de los ventisqueros de Groenlandia, hielos de archipiélago del Spitzberg, hielos de agua salobre vistos por el *Vega*, i los vastos campos en medio de los cuales Weyprecht quedó aprisionado durante veintin meses a bordo del *Tegetthoff*.

A pesar de los gloriosos nombres de Blossville, de Bellot i de Dumont d'Urville, la Francia no hizo ninguna espedicion científica a las rejiones polares; de allí resulta que la lengua francesa no posee mas palabra técnica que la de *banquise*, que no tiene significacion precisa, pues suele ser empleada en acepciones absolutamente contradictorias, i que se ve obligada a hacer uso de

palabras extranjeras. Hasta el presente se había adoptado varios términos ingleses, a causa de los estudios de Scoresby popularizados por Arago, pero todos ellos son ya insuficientes porque no determinan todos los fenómenos ni las apariencias conocidas. Se está, pues, reducido a una especie de eclecticismo dándose por feliz cuando, aun haciendo uso de términos extranjeros, no se encuentra algunos cuya significacion sea completamente diferente, como por ejemplo las palabras *Iceblink* o *Eisblink*, que significan en inglés i en alemán el resplandor que parece desprenderse de los vastos espacios cubiertos de hielos, mientras que en danés *Isblink* designa el fronton de un ventisquero ¹.

EL HIELO DE MAR. — Estudiaremos el hielo del mar sirviéndonos principalmente de las descripciones de Weyprecht ² que, apasionado entre la Nueva Zembla i el Spitzberg, es el único navegante que ha asistido durante largo tiempo, casi dos años, a todos los fenómenos presentados por el hielo de alta mar desde el momento de su formacion hasta aquel en que se vió precisado a abandonar el *Tegetthoff*. Weyprecht anotó dia por dia los sucesos que se verificaban delante de él, cuidando de tomar numerosas mediciones que le permitian darse cuenta de la intensidad de los fenómenos. Con todo, éstos no son mas que la manifestacion natural,

1. Mayor aun es la pobreza del castellano en esta materia i no menos molesta la confusion que se hace habitualmente entre las pocas palabras conocidas. Entre otras dificultades que se han ofrecido en esta parte de la presente traduccion, mencionamos la distincion entre los *icebergs*, ya estudiados, i los *icefields*, que se verán poco mas adelante, nombres dados a los hielos flotantes, segun indica mui bien su significado en inglés, el primero a los bloques a tos e irregulares provenientes de ventisqueros i el segundo a los planos provenientes de la congelacion *in situ* del agua de mar. Para no dar a dos cosas tan distintas por su forma i su orijen el mismo nombre de *témpano*, como acostumbran muchos, hemos dejado esta palabra para los campos de hielo i la de *carámbano*, aunque me nos conocida i en verdad no mui grata al oido, para los montes de hielo (Tr).

2. Karl Weyprecht, *Metamorphosen des Polareises* (Oster. — Ungarische arktische Expedition, 1872-74, Wien, 1879).

en proporciones gigantescas, de las diversas propiedades físicas i químicas del agua salada estudiadas precedentemente: ausencia de máximum de densidad para el agua de mar, que aumenta de peso hasta el punto de su congelacion, variable segun la cantidad de sal; seleccion química ejercida por la solidificacion, heterogeneidad de composicion i estructura del hielo, dilatacion variable aunque siempre mui fuerte, puesto que es casi doble de la del plomo, volúmen máximum manifestándose a temperaturas diferentes, calor de fusion igual a 8° próximamente, fragilidad combinada con cierta plasticidad, lijereza mayor que la del agua, conductibilidad calorífica mediocre i, en fin, efectos diversos de la presion i del rehielo.

En las rejiones polares, a fines del verano, en alta mar, si la temperatura baja lo suficiente, la superficie del agua se cubre de cristales de hielo, el movimiento de las olas disminuye i el buque sigue su camino en medio de un líquido espeso i helado (*Studge, Eisbrei*). Esos cristales flotan en manchones de estension mas o menos considerable que, impelidos por el viento i las olas, se reunen i aglomeran en una masa única que no tarda en aumentar de grosor hasta ofrecer el aspecto de una inmensa llanura, dejando al buque aprisionado e inmóvil (*nipped*). La formacion del hielo se efectúa con estremada rapidez, habiendo bastado solo algunas horas para que quedara preso el *Tegetthoff*. Sin embargo si la temperatura sube o si sobreviene una tempestad sin que la temperatura continúe bajando, ese hielo aun sin consistencia no tarda en dislocarse; pero el fenómeno ya no tiene lugar cuando la estacion está algo avanzada.

El manto de hielo así formado es horizontal, haciéndolo el frio mui ríjido. El agua que cubre, aun en comunicacion con el mar libre, se ajita debajo de esa corteza sólida que, empujada en ciertos lugares mientras carece de sosten en otros, empieza a quebrarse. La composicion química del hielo es ya mui diferente, a consecuencia de esa especie de licuacion tan bien estudiada por Pettersson. Además la parte del hielo mas próxima a la atmósfera, mas enfriada, causa la congelacion en masa de la salmuera que había quedado aislada en el momento de la aparicion de los primeros cristales, pero que éstos habían retenido en su masa sin dejarla des-

cender i mezclarse con el agua de mar subyacente, como sucede con la de las partes inferiores, conjelada menos rápidamente. Weyprecht ha medido la cantidad de sal contenida en el hielo de diversas profundidades. En una seccion de hielo formado hacia sesenta horas á la temperatura de -33° , encontró para la densidad i cantidad de sal del agua de fusion:

Corteza blanca.....	d = 1.076 a 6.2°
Salinidad = 10 por 100	
Capa superior de 5 cent.....	d = 1.017 a 19.7°
Salinidad = 2.5 por 100	
Capa media de 9 cent.....	d = 1.009 a 11.4°
Salinidad = 1.3 por 100	
Capa inferior de 5 cent.....	d = 1.008 a 16.8°
Salinidad = 1.2 por 100	

En en el mismo sitio, el agua de mar líquida tenía una densidad de 1.025, i una disolucion saturada de 1.246, correspondiente a 33 por 100 de sal. Se ve, pues, que el hielo es mas rico en sal en la parte superior que en la inferior.

Un témpano o campo de hielo (*Icefield, Eisteld*) es con frecuencia mui vasto; se cita el que Clavering costó en 1823 en una estension de 50 millas. Desde el momento en que empieza a quebrarse, da una verdadera imájen del caos; su heterojencidad múltiple va dándole las formas mas irregulares, que son a su vez causas de una irregularidad mayor aun. Cuando dos campos de hielo se chocan empujados por los vientos i las corrientes, se produce un espantoso cataclismo. «La lucha entre dos grandes campos de hielo ofrece un espectáculo grandioso. A causa del movimiento que se efectúa i que es siempre consecuencia de las presiones, las puntas i las aristas de hielo se levantan i caen por todos lados, los bordes se tocan, se elevan, los fragmentos rotos se amontonan unos sobre otros i en lugar del canal que separaba los campos, se ve una alta muralla de pedazos que el intenso frio reúne pronto, formando una especie de soldadura entre los dos campos. El fenómeno toma proporciones colosales a fines del invierno porque los pequeños fragmentos de hielo del principio de la estacion son ya enormes

bloques e inmensas mesetas; las orillas de los dos campos, montadas una sobre otra, producen el efecto de una verdadera montaña de pendientes inclinadas, construida de bloques apilados que ruedan para ser elevados otra vez; la montaña se agranda sin cesar, a pesar del gran número de bloques que caen, porque otros muchos son elevados para ocupar el sitio de los primeros. El hielo estalla con detonaciones comparables a la de piezas de artillería, se parte con chirridos, los bloques se aplastan unos a otros con estrépito, la obra de destrucción está en toda su pujanza. Uno de los campos cede, i entonces de todas las aberturas i grietas brota el agua como en ebullicion, despidiendo torrentes de vapores que forman una tupida niebla que el frio condensa i transforma primero en un líquido espeso i después en roca compacta; de pronto una parte de la montaña se hunde de golpe en el abismo. I un mismo campo no lleva siempre la ventaja en esa lucha espantosa; aquí es uno, allá el otro; los dos combatientes se entrelazan, se unen confundiéndose hasta el momento en que el encuentro de otro campo viene a provocar un nuevo cataclismo 1».

Algunas veces el campo atropellado se deshace enteramente en fragmentos, los cuales, segun el orden de sus dimensiones decrecientes, toman el nombre de *Flarden*, de *Schollen* i de *Brocken*; los ingleses los designan bajo el término jeneral de *floes* i de *pancakes* si, por un frotamiento mutuo i prolongado, queda reducido su diámetro a algunos metros o decímetros. Los *floes* equivaldrian pues a los *Flarden* i a los *Schollen* i los *pancakes* a los *Broken*. Nares ² encontró floes que tenian un espesor de 24 metros i un diámetro que variaba entre 300 i 1200. Cuando semejantes bloques han dado varias vueltas sobre sí mismos, después de una fusion parcial que ha modificado su centro de gravedad, toman un aspecto monumental, elevándose hasta una veintena de metros sobre el agua i ofrecen algunas veces un admirable tinte azul; entonces se les llama *floebergs*, por analogía con los icebergs,

1. Weyprecht, obra citada.

2. Sir George S. Nares, *Un voyage à la mer polaire sur les navires de S. M. B. «Alert» et «Discovery», 1875-76.*

de los que difieren sin embargo por su orijen i tambien por su naturaleza íntima, puestos que aquéllos son hielos de mar mientras que éstos son de ventisquero.

Entre los grandes floes, el mar está cubierto de pequeños trozos de pancakes mas o menos apretados unos contra otros, i cuyo conjunto es el *Eisgach*; los espacios de agua son los *Wackes* (*Wacken*).

Todos esos fragmentos, cualquiera que sea su grosor, esparcidos en el mar, toman el nombre de *hielo errante*, (*Drift ice*, *Treibeis*) mientras que por el contrario la reunion de varios campos es el *pack*, que se estiende sobre un espacio inmenso, a veces de varios años de edad, llamándosele mas especialmente *patch* cuando es mas o menos circular i *stream* cuando es alargado. Puede decirse que el hielo errante pasa a *pack* por una gradacion insensible, sobre todo en las cuencas marítimas poco estensas.

Si alguna palabra francesa pudiera corresponder mas particularmente al *pack* de los ingleses, sería la de *banquise*. Propiamente hablando, la *banquise* correspondería a los hielos inmóviles, es decir, a los que Nares llamó hielos paleocrísticos; pero el *pack* experimenta con frecuencia movimientos de traslacion.

Las hendiduras i grietas son producidas por las tensiones interiores del campo de hielo que resultan de movimientos, de presiones, del viento, de las corrientes i de dilataciones debidas a la influencia de las variaciones frecuentes de temperatura. En las rejiones polares, ésta pasa algunas veces en veinticuatro horas de algunos grados sobre 0 a - 50°; diferencias de 40° son comunes. En invierno, la temperatura del hielo es menos irregular a causa del manto de nieve que lo cubre con una capa protectora, disminuyendo la formacion de hendiduras i grietas.

Las grietas (*Risse*) no penetran en todo el espesor del hielo i no llegan nunca a una gran lonjitud; en cambio, son tan numerosas i se cruzan de tal manera que sería difícil encontrar una superficie de 1 metro cuadrado que no las tenga. Las hendiduras (*Sprungen*) se propagan en línea recta al través de todos los obstáculos i en todo el espesor del campo; su anchura aumenta rápidamente desde 1 metro hasta 100, i cuando se aproxima uno a sus bordes, la vista se pierde en el misterioso resplandor azul de sus paredes

lisas i casi verticales sin poder ver el fondo. Dan paso al agua de mar que, después de haber quedado algun tiempo al estado de *wacke*, se conjela dando así nacimiento al nuevo hielo de grosor variable segun su edad i que no llega a 2 metros sino cuando se ha formado de una manera continua desde el otoño. Un témpano puede pues ser considerado como un conglomerado de bloques amontonados por las presiones i cimentados por el hielo nuevo.

Otro resultado de las tensiones que se ejercen sin cesar, es el ruido casi continuo del hielo, tan lúgubre en medio del silencio de la noche polar, en una atmósfera inmóvil donde se propaga el sonido a tan increíble distancia que la voz de una persona se reconoce a mas de un quilómetro.

«El 7 de setiembre; dice Weyprecht, oimos por primera vez ese ruido espantoso que había de resonar tan frecuentemente durante el invierno, el precursor de tantas horas difíciles de soportar. El aire estaba en calma i cada sonido nos llegaba claro i neto desde una inmensa distancia sobre la infinita superficie del hielo. Al principio se le habría podido comparar con el murmullo lejano del viento, después parecía aproximarse retumbando como el ruido de las olas al chocar en los bordes del campo; tambien se oía unos ruidos aislados i mas violentos, como si chocasen grandes témpanos. Se hubiera creído que por todas partes i a corta distancia el mar estaba libre. Al mismo tiempo, i sin ninguna causa aparente, al rededor i debajo de nosotros el hielo crujía o crepitaba; estábamos casi ensordecidos por estraños jemidos, silbidos agudos, cantos majestuosos, gritos, palmoteos i ahullidos, de los que no nos era posible distinguir ni la direccion ni la distancia. En seguida esta batahola disminuía, se convertía en un ruido que corria del norte al NO. o se desvanecía lentamente por el SO. El dia siguiente se abrió a unos mil pasos del buque una estrecha hendidura cuyas paredes se habían removido en algunos sitios en sentido vertical. Durante los momentos de tranquilidad, de noche, acostados en nuestros lechos con el oido cerca de la amurada; nos dormíamos escuchando con angustia un mujido, último eco de algun cataclismo acaecido en sitios lejanos de la llanura helada.»

Los huracanes de nieve son tambien otra causa importante de perturbacion. El frio reduce los copos al estado de polvo escesiva-

mente fino (*poudrin*) que se introduce a través de los más pequeños intersticios, i que, barrido por el viento, se acumula delante de los obstáculos, formando en los huecos i en las partes naturalmente llanas verdaderas dunas que marchan en la dirección del viento, ofreciendo en un lado una pendiente abrupta i en el otro un talud inclinado que los ingleses llaman *sastruge*. Cuando la nieve es mojada por el agua del mar que sale de las grietas, o cuando es comprimida por la caída de bloques de hielo, se transforma en una nevisca que cimienta los fragmentos mismos que la oprimen. De todos modos, irregularmente amontonada, modifica aun por su peso desigualmente distribuido el equilibrio tan inestable del campo i provoca nuevas catástrofes.

La superficie de un campo de hielo es primitivamente llana, pero pronto se cubre de protuberancias, de bloques erguidos i llenos de puntas llamados *hummocks* (*toross*), de murallas formadas por el contacto de dos campos que han chocado. La parte inferior de la corteza helada es tan irregular como la superficie, de los que reproduce las desigualdades en sentido inverso. Weyprecht, teniendo en cuenta la densidad media del hielo i la del agua de mar, calculó que un muro de 10 metros de altura encima debía corresponder a un grosor de 50 en el agua. Esas protuberancias sumerjidas son los *calves*, parte inversa de los *hummocks*. Por una tendencia al equilibrio i por efecto de la presión, se produce con el tiempo un hundimiento superficial que, en algunos meses, disminuye de 3 a 4 metros un amontonamiento de una elevación inicial de 10 metros.

En las regiones polares el invierno se prolonga cuando menos durante nueve meses, desde la mitad de agosto hasta mediados de junio en el hemisferio norte; el mes de febrero es el más frío. Ya a principios de junio, hacia mediodía, la temperatura se eleva algo por encima de cero; allí se mantiene muy regularmente en julio i durante la primera mitad de agosto i después baja lentamente. En setiembre acaecen los primeros huracanes de nieve; la primavera, el verano i el otoño duran apenas tres meses. En las regiones antárticas, la buena estación tiene lugar en febrero i marzo.

El hielo empieza a evaporarse desde la aparición del sol sobre

el horizonte, es decir, desde febrero; a partir de esa época el frío disminuye i, como el mar está todo cubierto de hielo, el aire se hace muy seco. Un cubo de hielo espuesto por Weyprecht al sol i al aire libre perdió

Del 1 de octubre	al 1 de diciembre..	5.2	por 100
Del 1 de diciembre	al 17 de enero.....	2.1	"
Del 17 de enero	al 15 de marzo.....	1.2	"
Del 15 de marzo	al 19 de abril.....	11.8	"
Del 19 de abril	al 17 de mayo.....	38.0	"

de su peso primitivo, únicamente por evaporacion; el 17 de mayo se vió en su superficie las primeras gotas de agua.

La pérdida que experimenta el hielo por evaporacion es sin embargo muy débil al principio, tanto mas cuanto que está protegido por la nieve que lo aísla i que resiste mucho tiempo a la fusion, a causa de su poder de radiacion. La fusion verdadera no empieza hasta junio, un poco antes o después, segun el año. Los buques aprisionados la activan mucho esparciendo en su rededor las cenizas de sus fogones.

Desde que la temperatura se suaviza, la nieve desaparece en mayor cantidad i despeja la superficie del hielo que, puesto en contacto con la atmósfera, se funde rápidamente; el agua corre por todas partes, las roturas del campo continúan aun i los flocs separados tienen menor tendencia a reunirse; al mismo tiempo, aliviada en varios puntos, la corteza sólida se eleva en algunos sitios, ofreciendo nuevas superficies a la fusion, los hummocks pierden sus aristas i desaparecen pronto, el hielo mojado por el agua de fusion i del mar, que penetra a través de las fendas, pierde su solidez i resistencia, su estructura heterojénea lo debilita irregularmente haciendo que se divida en fragmentos que multiplican mas aun las superficies de ataque. El agua del mar deshace también el hielo por su cara inferior, el campo se parte en numerosos flocs, perdiendo en estension, en ninguna parte se ven ya *eisgasch* i los *waches* se agrandan. El deshielo se verifica con increíble rapidez. Al mismo tiempo, si no se está muy lejos de las costas, aparece la vida animal, llegan los pájaros en banda-

das, todo se ajita; focas, morsas, osos i todos los seres que pueblan el mar parecen renacer i apresurarse en aprovechar la elemencia del tiempo, como ávidos de vivir. Pero pronto termina la primavera i pasa el verano, el termómetro empieza a bajar, los primeros frios se dejan sentir, el otoño dura apenas algunos días i pronto el invierno, el interminable invierno, vuelve a sumerjir a la naturaleza entera, viviente o inanimada, en la noche, en el silencio, casi en la muerte, si la naturaleza pudiera morir.

Pocas cifras son tan discutidas como las que espresan el grosor adquirido por un campo de hielo durante el trascurso de un año, i hai que confesar que el problema es difícil de resolver. Si el campo constituyese un manto uniforme i regular, podría entonces intentarse medir su grosor i, sin tomar en cuenta las dificultades prácticas de semejante operacion, la cuestion estaria al menos perfectamente definida. Empero, se sabe que nada es mas irregular que un témpano, tanto su cara en contacto con el aire como la que está sumerjida en el mar, i por consiguiente nada es mas variable que su grosor. En semejantes condiciones no se sabe donde tomarlo, en que punto situarse para medirlo. Tal es sin duda el motivo por el cual las valuaciones de varios exploradores ofrecen tan poca concordancia. Nares pretende haber encontrado al norte de la Groelandia, en su mar Paleocristico, por 82°, un grosor de 45.7 metros; los cálculos de Hayes lo conducen a admitir 48.8 metros en el estrecho de Smith, mientras que Weyprecht se limita a 2.5 metros.

Pareceria natural que, como consecuencia de la desigual duracion del invierno i del verano, los hielos polares se acrecentaran indefinidamente en grosor; pero no sucede así. En invierno, el hielo enfriado por el aire trasmite por conductibilidad el frio a cierta distancia a través de su masa i conjela el agua de mar ambiente; sin embargo, la mala conductibilidad del hielo hace que esa distancia sea mui pequeña. El hielo toca por su cara inferior agua mas caliente que él, puesto que está líquida, i que por consiguiente lo funde; el agua de fusion, poseyendo la temperatura mas baja que puede tener el agua líquida, cae a través de agua relativamente caliente, se acumula en el fondo i es reemplazada junto al hielo por agua de mar nueva i caliente. Todas las circunstan-

cias que favorecen el aporte del agua caliente i el alejamiento de la fria tendrán una influencia sobre la rapidez con que el hielo se desgasta abajo. A esas circunstancias pueden agregarse la profundidad del mar, jeneralmente pequeña en las rejiones polares, el relieve del fondo, la posicion jeográfica mas o menos abierta a las grandes corrientes ecuatoriales, la disposicion topográfica, pues en un paraje cerrado o en un golfo, el hielo es siempre mas grueso que en un mar profundo, la temperatura del aire, la testura misma del hielo, que lo hace mas o menos atacable, la frecuencia i la violencia de los choques que experimentó el campo i que han esparcido diversamente los despojos en su superficie, la abundancia de las caidas de nieve, el grosor del hielo antiguo intercalado entre el nuevo. Se necesitaria tambien conocer la naturaleza de las aguas de fusion i saber si a consecuencia de su composicion química pueden, a temperatura igual, ser mas pesadas que las aguas saladas líquidas que atraviesan para llegar al fondo. Se ve, pues, cuanto se complica la cuestion. Lo único que puede afirmarse es que la disminucion del grosor del hielo por debajo, al contacto del agua, durante el verano, es débil comparada con la disminucion que se opera encima al contacto del aire. La temperatura del mar debajo del hielo, medida por Weyprecht, variaba en invierno de -2° a -2.2° ; en verano, las capas superiores tienen una temperatura mui variable, a causa de la mezcla de las aguas de fusion; algunas veces es de 2° en los wackes, i a 10 metros de profundidad parece ser constantemente de 2.1° . Nares la observó en invierno, entre 2 i 9 metros, de 2° ; en verano, el 20 de junio, es decir, durante el deshielo, de -1.7° en la misma profundidad i de -1° al contacto del hielo, en la superficie. El mar cava, entonces alrededor de la línea de flotacion de los témpanos una ranura que les da el aspecto de un hongo i cuyo pié proyecta inmensas prolongaciones debajo del agua.

Nares atribuye a los campos de hielo un grosor máximo de 25 metros i de 45.7 en el mar Paleocristico; da a ciertos *floes* una edad que varía entre 50 i 500 años; i, por otra parte, el capitán Markham, de la misma expedicion del *Alert* i del *Discovery*, escribe las siguientes frases acerca de su viaje en el *pack*: «Me es imposible dar una opinion sobre la edad i grosor de lo que lla-

man *flocs* paleocrísticos. Hemos medido la arista de uno de ellos, pero solamente desde su cima hasta la superficie del hielo nuevo que se extendía al rededor; la altura perpendicular variaba entre 1.75 i 2 metros. No tuve ocasion de renovar esas medidas para los mayores i mas gruesos; están a menudo cubiertos de protuberancias elevadas, formadas sin duda por restos acumulados por las tormentas durante una larga serie de años, pareciéndose a pequeñas montañas de nieve de 6 a 15 metros de altura».

Weyprecht es mui moderado en sus valuaciones, talvez a causa de las condiciones en que se encontraba, tan diferentes de las de Nares. Estima que el grosor del hielo formado durante un invierno ártico (de setiembre a mayo inclusive) es de 1 a 2.5 metros, sin tomar en cuenta, por supuesto, el hielo amontonado. Comparando la suma de las temperaturas diarias con la altura del hielo formado, termina diciendo que cualquiera que sea la profundidad a que puede hacer sentir su influencia la temperatura media del invierno, no pasará nunca el hielo de un grosor de 6 a 7 metros, aun suponiendo que durante el verano no tenga lugar absolutamente ninguna fusion en la superficie i con tal que en el interior de la cuenca ártica las temperaturas no sean mui diferentes de las observadas en las rejiones estudiadas hasta el presente.

La rapidez con que el hielo alcanza su grosor máximo cada año no es bien conocida; depende desde luego de la temperatura del aire i del agua, de la porosidad i de la estructura del hielo, que hacen variar su conductibilidad, i sobre todo de la cantidad de nieve que lo cubre. Se ha creido comprobar que el hielo aumenta primero rápidamente i después mui lentamente, hasta llegar a su maximum.

Por último, Weyprecht trató de valuar la disminucion del hielo durante el verano. Del 14 de julio al 20 de agosto de 1873 fué de 0.885 metro, correspondiendo al mes de julio 0.43 i 0.45 al de agosto. Esas medidas fueron tomadas en el cabo Wilczek, punto donde se ha observado la menor temperatura en verano.

Los campos de hielo, empujados por el viento, las olas i las corrientes, son llevados poco a poco hacia el sur hasta el momento en que desaparecen completamente por fusion. Ese movimiento

no puede conocerse sino por cálculos astronómicos. El *Hansa*, en 1869-70, ronzó unas 1000 millas en 243 días; el *Wilhelmine*, ballenero holandés, en 1777, 1000 millas en 110 días. Según Börgen ¹, el desvío es, por término medio, de 4 millas por día. Esa valuación, probablemente muy baja, conduciría a admitir que cada día descendiende una superficie de hielo de 125 millas jeográficas cuadradas, o, cada año, una de 41 000 de las rejiones árticas para licuarse en los mares calientes. Dorst ² estima la velocidad de la marcha en 8 o 10 millas por día, i admite que una superficie de 55 000 millas jeográficas cuadradas pasa anualmente entre la Groenlandia i la Islandia. Otra causa que hace descender el hielo hacia el sur en las partes setentrionales del Asia, es el deshielo de los ríos que desembocan en el océano Ártico, i cuyas aguas dulces se dirijen hacia el sur.

HIELOS COSTEROS.—Los hielos costeros, es decir, formados a lo largo de las costas, son los mas comunes i contra ellos tienen que luchar mas los navegantes de las rejiones polares. Se les encuentra al norte de América, alrededor de la Groenlandia, del Spitzberg i en todo el largo de las costas setentrionales de Siberia. Constituyen el *pack*, ciertos témpanos i con mas particularidad la banca.

El *pack* es un hielo casi permanente, sin duda porque el mar que cubre es poco profundo, o mas bien porque está obstruido por elevaciones del fondo que impiden el aflujo de aguas calientes; es alimentado por las nieves que se acumulan cada invierno. Ese amontonamiento de nieve no aumenta, sin embargo, indefinidamente: su grosor oscila entre un límite que Nares encontró igu a a 16 metros en puntos visitados por él, i que, variable segun los años i las localidades, es la relacion entre las cantidades de nieve caída i fundida. El *pack* del norte de América ha sido designado por Nares con el nombre de *Palæocrystic floes (Ureis)*; su superficie, como la de los témpanos, i por los mismos motivos, experimenta tensiones, dilataciones desiguales i por consiguiente cata-

-
1. Boguslawski, *Handbuch der Oceanographie*.
 2. Petterman Mittheilungen, 1877.

clismos que la hacen mui irregular, cubriéndola de *hummocks*, hendiduras i grietas.

Los témpanos costeros no presentan nada que los distinga de los de alta mar, a no ser sus dimensiones, jeneralmente menores. Formados sobre todo en los fiordos i bahías, de donde toman el nombre de *bay ice* (*Báyis*), se funden en verano. En otoño, esos témpanos de hielo poco compacto i cuya parte aérea ha sido en gran parte licuada, poseen aun una base sumerjida profundamente a causa de los guijarros del fondo adheridos que los hacen mas pesados i que les sirven de lastre. Su color, semejante al del agua, es causa de que sea difícil reconocerlos de lejos, circunstancia que ha hecho creer a los balleneros que ese hielo desaparecía sumerjiéndose en el mar.

La verdadera formación glaciaria característica de las costas es la banca (*Ice foot, Isfot*). Se llama así una capa de hielo que se forma inmediatamente junto a la orilla, sea por la congelación del agua del mar, o bien, como dice Nares, por la acumulación de las nieves de otoño traídas por el viento i que, encontrando el agua salada a una temperatura inferior a la de congelación del agua dulce de los copos, se congelan formando una corteza helada a su contacto. Cada caída de nieve subsiguiente aumenta su grosor, i sin embargo, no cesa de subir i bajar con la marea. Su altura encima del agua depende de la abundancia de las nieves, i su profundidad sumerjida de la pendiente del lecho del océano i de la amplitud de las mareas; falta en los promontorios desabrigados pero ofrece un considerable desarrollo en las bahías; su aspecto típico, en el estrecho de Smith, es el de terraza plana, de un ancho comprendido entre 5 i 100 metros; se extiende desde la base de los desmoronamientos caídos de los escarpes hasta el mar, donde termina por una muralla vertical de unos pocos metros, pero que es imposible escalar, a no ser en los sitios cavados por las aguas corrientes ¹.

1. George S. Nares, obra citada, i C. E. de Rance et H. W. Feilden, naturalista a bordo del *Alert*: *Note sur la structure géologique des côtes de la terre de Grinnell et du bassin de Hall par l'expédition anglaise de 1875-1876.*

Se sabe que las costas del norte del mar de Baffin son generalmente muy elevadas; el fiordo Petermann está limitado por escarpes de calcáreo siluriano fosilífero de 330 metros de alto, término medio, y cubiertos de hielos que avanzan regularmente por encima formando masas suspendidas colosales que se rompen de vez en cuando arrastrando enormes bloques de roca. Durante el verano, la banca se carga con esos despojos, y bajo la influencia de los rayos solares, el manto superior de la parte de la banca más próxima a los derrumbes se licúa poco a poco a causa del calor absorbido e irradiado por las piedras de color oscuro; se produce una profunda trinchera que se llena con el agua que cae de los escarpes y con la que resulta de la fusión misma; los arroyos corren el hielo y terminan por abrirse un camino hacia el mar por zanjas transversales. En pleamar, el agua del mar se precipita por los cortes, penetra en esa especie de foso, lo ensancha y esparce los materiales sueltos. Al mismo tiempo se desprenden *floes* que van a depositar a lo lejos, al fundirse, la grava, arena y sedimentos diversos de que están cargados.

Esas trincheras, cubiertas de materiales esparcidos, acompañando a la elevación lenta de las costas setentrionales de la Groenlandia, forman una serie de terrazas sucesivas que llegan hasta 80 o 100 metros de altura en las bahías o fiordos abrigados. Por otra parte, las aguas casi dulces cargadas de sedimentos y los *floes* con guijarros, en el momento en que encuentran las aguas más calientes y saladas del mar en la entrada de la bahía, los depositan en una especie de banco que cierra a ésta y la transforma en lago. Las aguas interiores, buscando una salida, se abren paso a través de esa barrera, bajo el nivel del lago, y quedan al aire grandes extensiones de fango lleno de concha; durante diez meses del año, el hielo lo hace muy compacto y tan duro como roca; pero, desde que la temperatura es menos rigurosa, empiezan nuevamente las aguas su obra, transportando materiales a niveles inferiores.

El hielo de agua salada, que levantan y bajan las mareas o que amontonan las tempestades, contribuye también poderosamente a la erosión de las rocas y guijarros. Fielden estudió su acción en las orillas de la cuenca polar, en la parte sur de una pequeña isla de la bahía Blackcliff, por 80° 30' de latitud. Las bases de los témpanos

nos de un diámetro de 2 a 4 metros estaban llenas de guijarros calcáreos duros redondeados i pulidos solamente en la parte descubierta. A medida que la marea baja en las orillas poco inclinadas, los témpanos se deslizan por la pendiente hasta encontrar una posición estable, haciendo oír un ruido particular, resultado del frotamiento de los guijarros que llevan adheridos contra la superficie rocosa del suelo o contra guijarros sueltos abandonados por los hielos. Las rocas de la orilla que sobresalen en las hendiduras de las antiguas terrazas están por lo comun acanaladas por el frotamiento hasta alturas considerables i es evidente que ese fenómeno proviene de *floes* obligados a dirigirse hacia el mar en el momento de la vaciante cuando la orilla era mas baja que ahora. Por estos ejemplos se ve cuan importante i activa es la obra de erosión i de embancamiento en la cuenca del mar de Baffin.

Los fenómenos comprobados por Nordenskiöld al norte de Siberia son menos semejantes a los observados por Weyprecht en alta mar que a los vistos por Nares en las rejiones polares de la América setentrional. Además de los *bay ice*, ha encontrado con frecuencia *hielos del deshielo* (*Flood ice*, *Flodis*) llanos, poco extensos, procedentes de los rios de Siberia. Ese hielo es incoloro i mui compacto, sobresale poco del nivel del mar, se ve difícilmente, i como es mui duro, su encuentro es uno de los grandes peligros de la navegacion ártica. Es esporádico i se le suele encontrar hasta el este del Spitzberg.

La banca de hielo existe en las rejiones subpolares, en Terranova, por ejemplo, donde, a pesar de sus reducidas proporciones, ejerce, sin embargo, una acción considerable. Thoulet cree que a la que rodea cada invierno la costa occidental de la isla i la costa opuesta del Labrador es debido principalmente la formacion de los bancos de Terranova. La figura A muestra el aspecto de la banca costera con varios témpanos cerca del Kirpon. En invierno, la helada hace partirse las rocas próximas al mar, los pedazos caen sobre la banca, como en las rejiones polares, o bien se embuten en ella i son llevados en la época del deshielo; pero como son mui pesados i como el hielo formado en poco fondo es delgado e incapaz de sostenerlos mucho tiempo, los deja caer a poca distancia. El segundo invierno los envuelve en un hielo necesariamente

mas grueso i potente que los obliga a hacer en primavera otro pequeño viaje, dejándolos caer de nuevo, i así en seguida hasta que, tomados por un témpano suficientemente grande, se separan definitivamente de la orilla, son llevados a alta mar, i descienden hacia el sur arrastrados por las corrientes.

La figura B representa un campo de partida de bloques erráticos en la bahía Sacre. Algunos quedan varados en las playas meridionales cuya abertura está vuelta hacia el norte; se han encontrado muchos en la bahía Ingornachoix, cerca del puerto Saunder mezclados con troncos de árboles igualmente traídos por los hielos. Pero la mayor parte pasa el estrecho de Cabot, llega hasta las aguas calientes del Gulfstream, que los funde, dejando caer al fondo sus cargamentos de materiales sólidos i dando nacimiento a los bancos de Terranova.

ICEBLINK; WATERSKY.—Se designa con el nombre de *Iceblink* (*Eisblink*) una faja blanca luminosa que se estiende en el horizonte encima de los mantos de hielo, destacándose netamente sobre el cielo habitualmente gris i nuboso de las rejiones polares. Se ha atribuido este fenómeno a una refraccion. Uno de los motivos que han hecho admitir que las partes aun inexploradas, próximas al polo, no deben estar cubiertas por una masa continua de hielo, es que nunca se ha notado un ensanchamiento del iceblink cuando se va hacia el norte¹; se ha creído tambien observar que el iceblink de un campo de hielo tiene un ligero matiz amarillo mui puro si procede de hielos flotantes, i grisáceo encima del hielo nuevamente formado. En la isla Littleton, el iceblink indicó a Nares la presencia del hielo a 37 quilómetros de distancia.

Los *waches* estensos o el mar libre dan lugar a una coloracion azul oscuro o negra del cielo, que a menudo se distingue en manchas en medio del iceblink i que se ha llamado *Watersky* (*Wasserhimmel*, *Ciel d'eau*).

En el verdadero *pack* de hielo antiguo encontrado por el *Alert* i el *Discovery*, se observó además otro fenómeno óptico. La luz

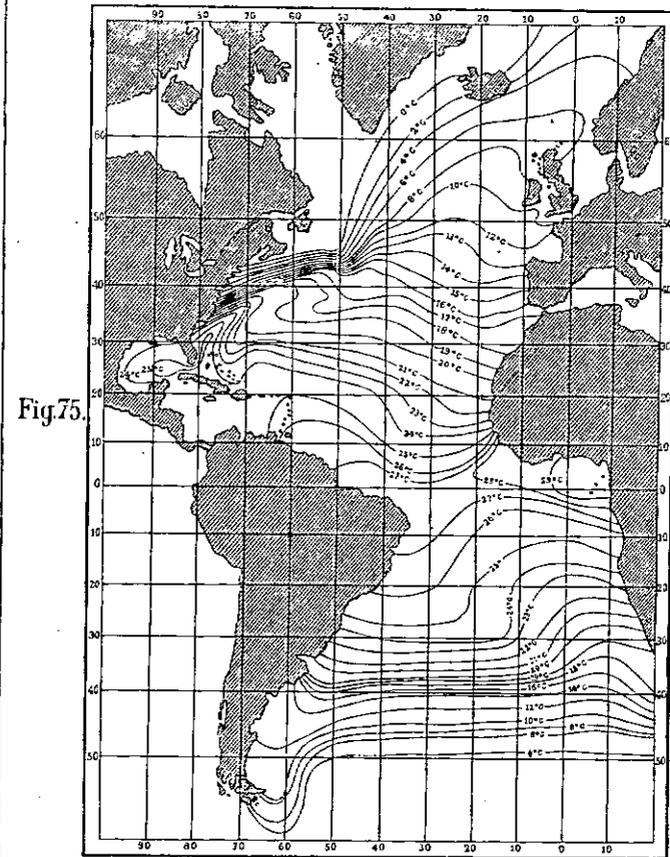
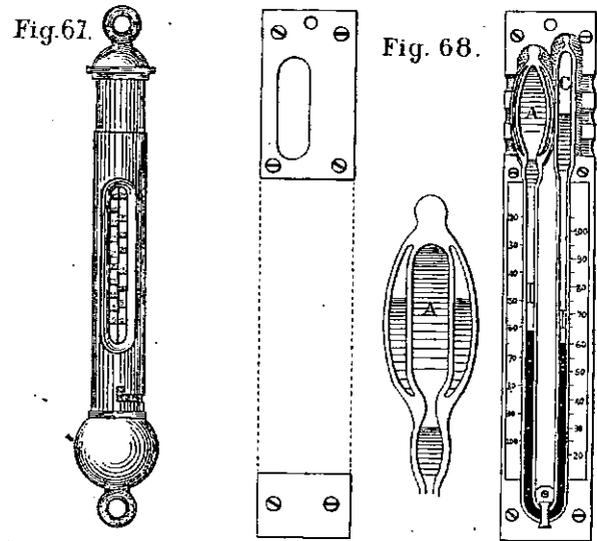
1. S. Günther, *Lehrbuch der Geophysik und physikalischen Geographie*.

del sol no es aun mui penosa de soportar i los casos de oftalmía son raros mientras los rayos solares forman con el suelo ángulos inferiores a 22°. Pero siendo mayores, se manifiesta una refraccion, i si la atmósfera es pura, los colores del espectro emanan de cada minúsculo prisma de nieve, i combinándose entre sí forman sobre la blanca superficie del suelo un arco centelleante cuyo resplandor deslumbra. Ese medio círculo de *polvo de diamante*, segun Nares, se hace mas abierto a medida que el sol se eleva sobre el horizonte; el astro ocupa siempre su centro, compuesto de fajas irisadas, de las cuales la mas interior es roja, i cuyos matices, iluminando los altos cirro-cumulus, presentan un aspecto maravilloso; se confunden unos con otros entrelazándose con tal suavidad i armonía, que se hace difícil decir qué tono es el que predomina en un punto determinado o cual es el sitio que brilla con mas esplendor en esa májica escena.

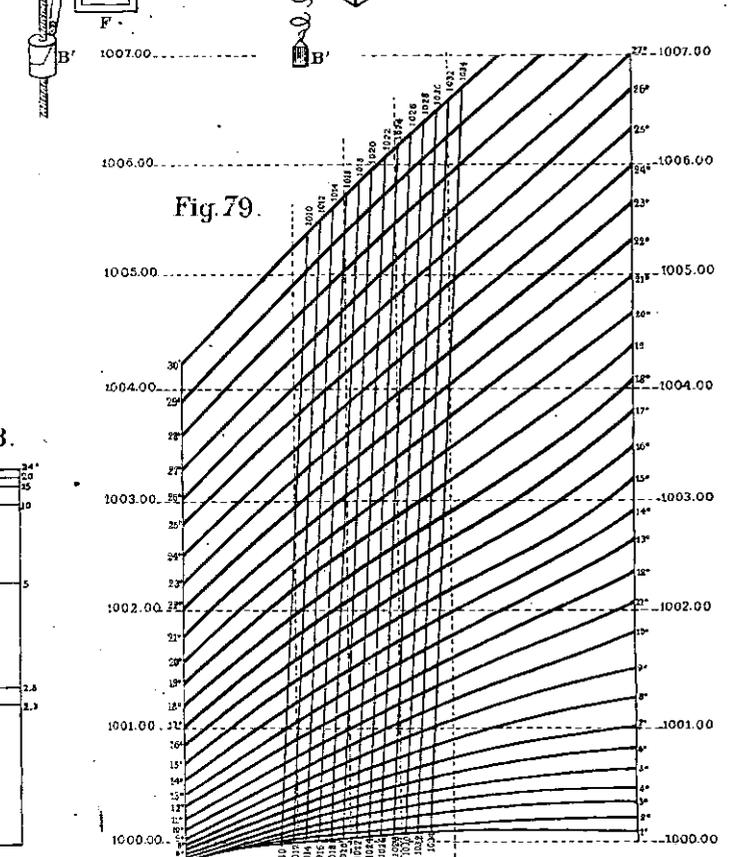
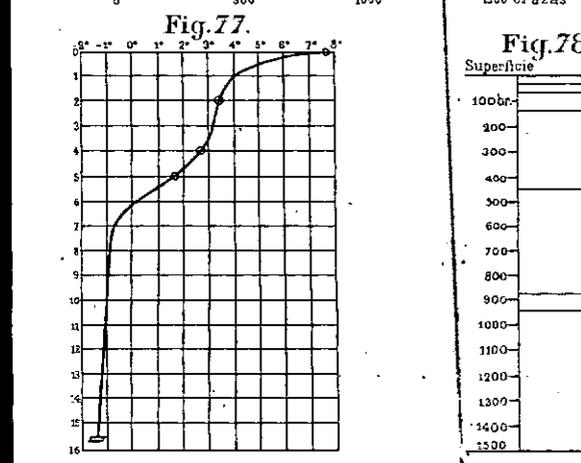
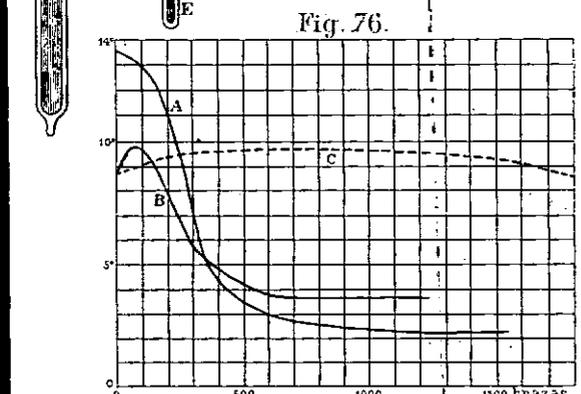
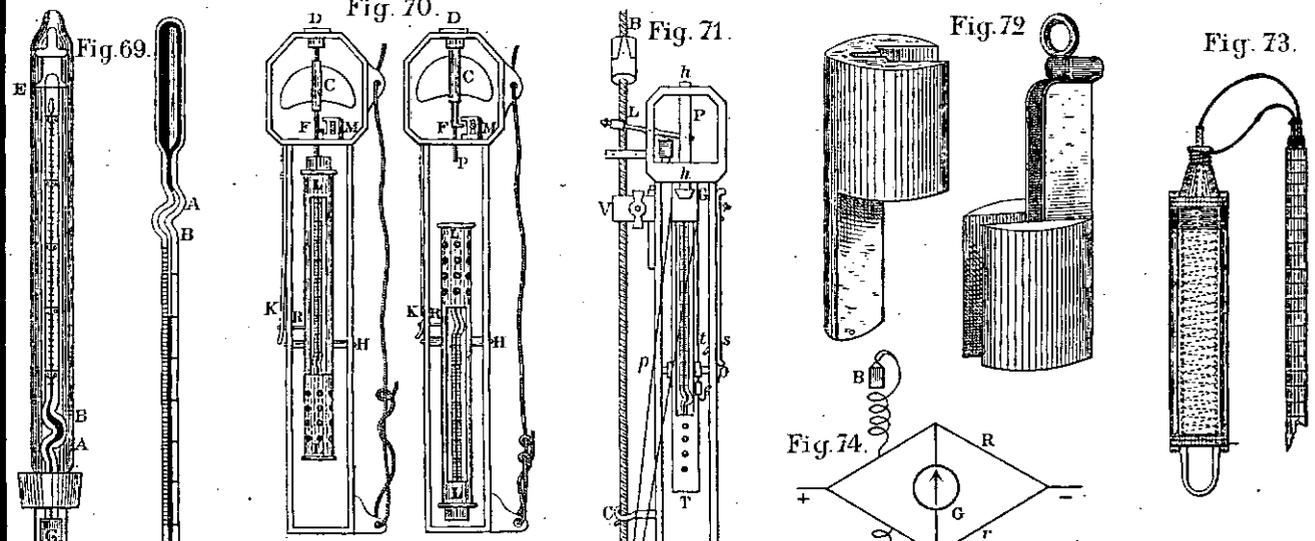
J. THOULET.

(*Revue maritime et coloniale*, Paris, 1890)





C. NOTZ GRAB.



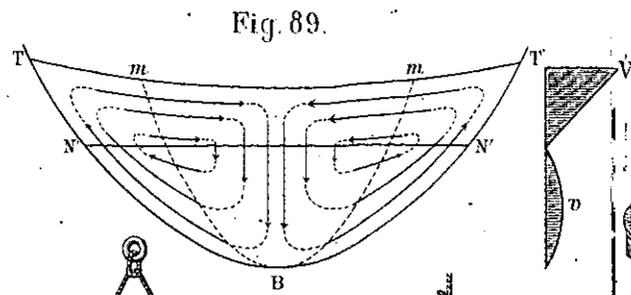


Fig. 89.

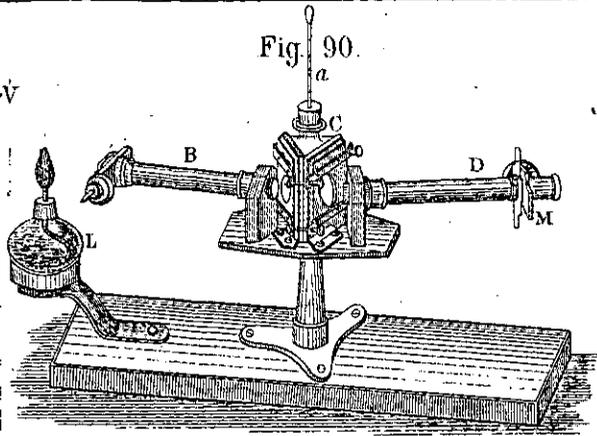


Fig. 90.

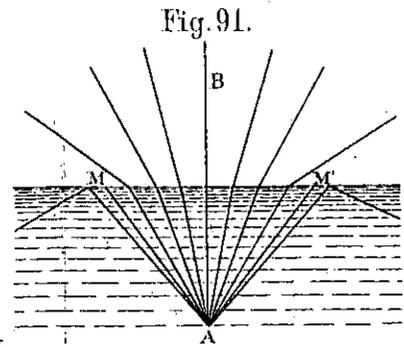


Fig. 91.

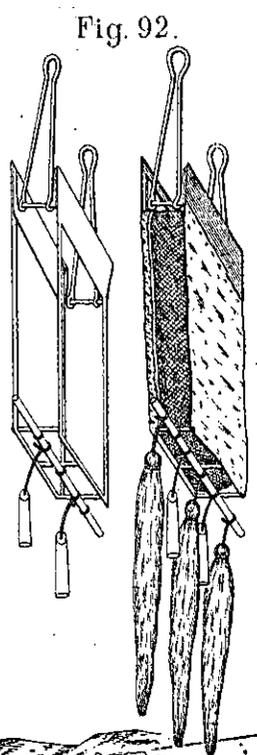


Fig. 92.

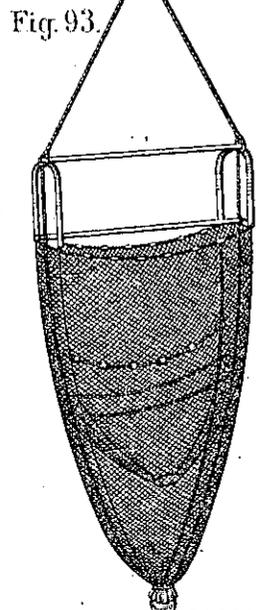


Fig. 93.

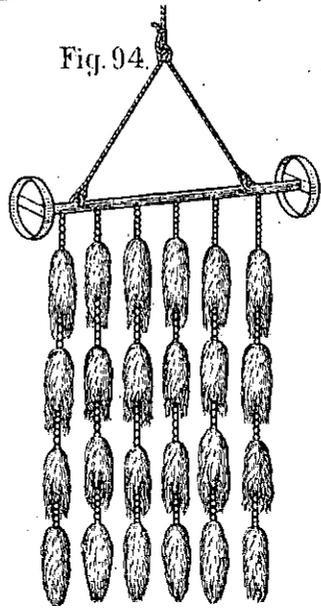


Fig. 94.

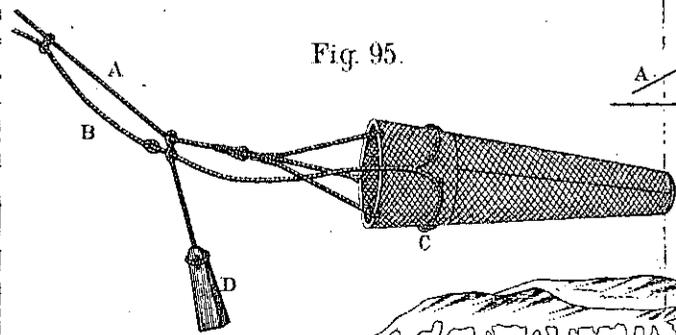


Fig. 95.

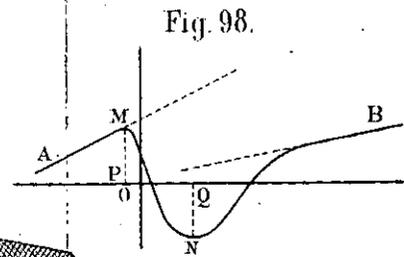


Fig. 98.

Fig. 99.

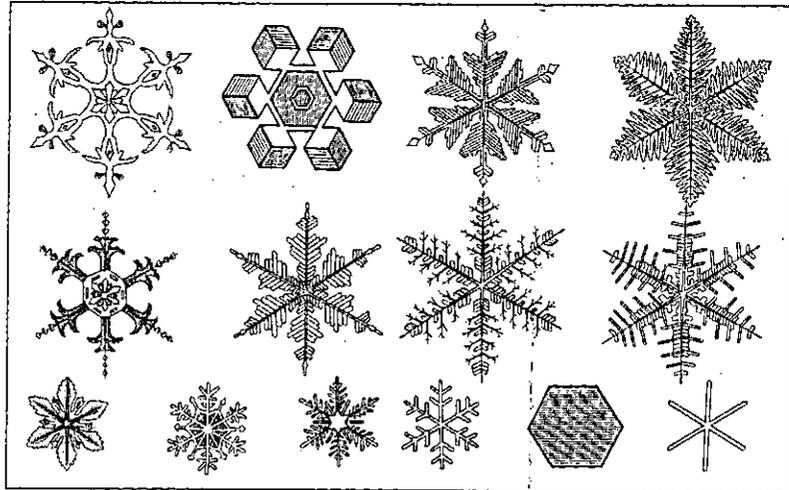
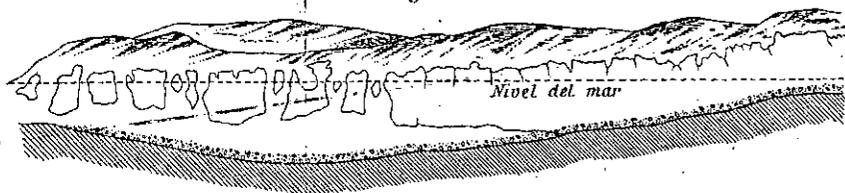


Fig. 96.

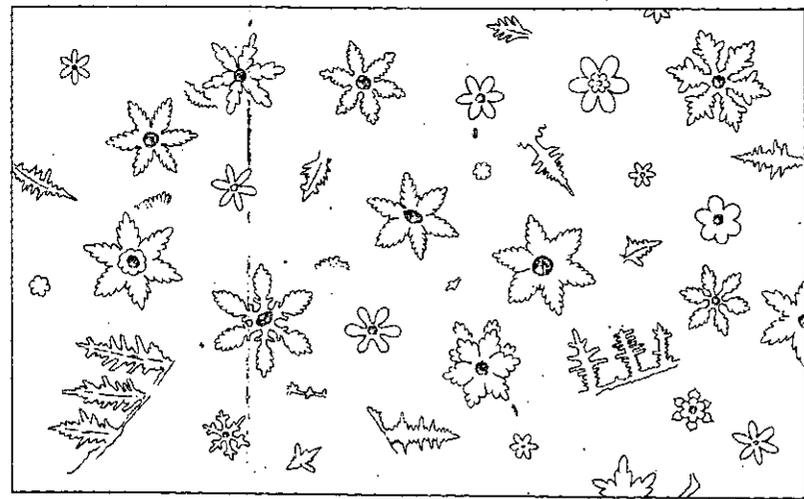


Fig. 97.

C. NOTZ OPAB.

LIT. TALLER DE LA OFICINA HIDROGRÁFICA DE CHILE.

OCEANOGRAFIA

Fig. 101.

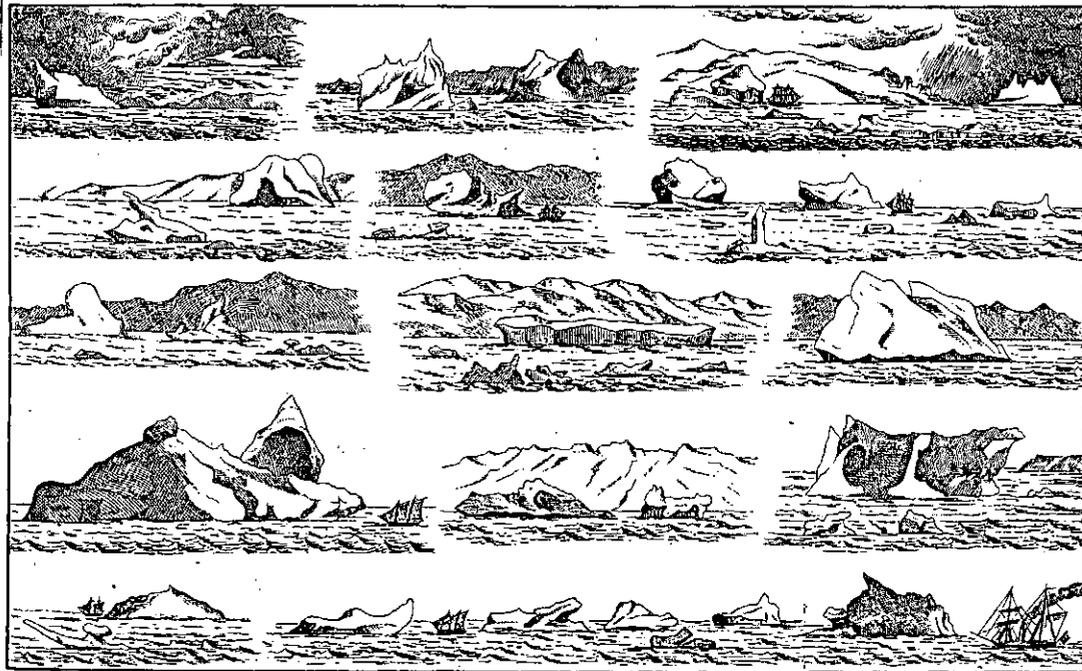


Fig. 100.

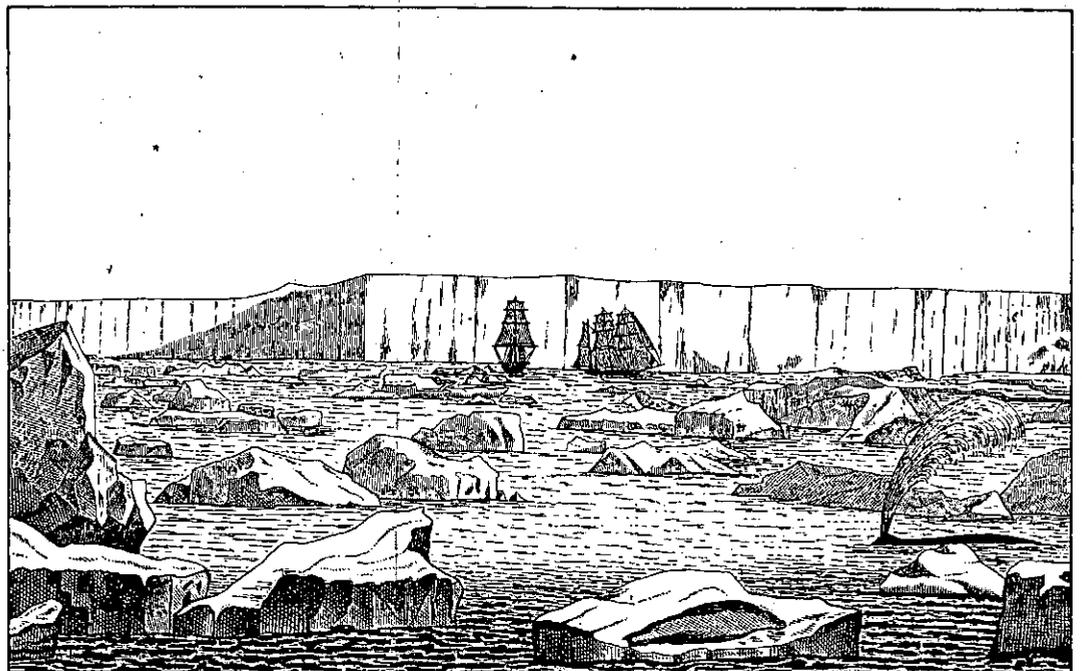


Fig. A.



Fig. B.

T R A B A J O S
DE LA COMISION CIENTIFICA FRANCESA

DEL CABO DE HORNOS EN 1882-83
(Traducidos i extractados por la Oficina Hidrográfica de Chile)

TERCERA PARTE¹

MAGNETISMO TERRESTRE

Por el teniente F. Le-Cannellier

INTRODUCCION

En la parte histórica del viaje de la *Romanche*¹ se habló de la importancia de las observaciones simultáneas hechas en diferentes países, siguiéndose métodos uniformes i empleando instrumentos idénticos. Los congresos meteorológicos que se habian ocupado de las comisiones polares internacionales, principalmente el de Hamburgo, habian llamado la atención del mundo sabio sobre el provecho que no podian dejar de proporcionar estas observaciones, tanto para el estudio de las perturbaciones de los elemen-

1. Véase el *Anuario hidrográfico*, t. 12, páj. 189, i t. 14, páj. 255. La memoria contenida en el primero, aunque publicada aquí con anterioridad, por haber salido a luz mucho antes que las demás, constituye la segunda parte de esta interesante serie de trabajos científicos concernientes a los archipiélagos australes del territorio chileno (Tr.)

tos magnéticos i de sus relaciones con los diferentes fenómenos de la naturaleza, como para el conocimiento de la distribución de las fuerzas magnéticas i de sus variaciones en diferentes partes del globo.

El programa definitivo de las expediciones polares, elaborado en agosto de 1881 en el congreso de San Petersburgo, clasificó las observaciones magnéticas en dos partes bien distintas.

1. Determinación de los valores absolutos de los principales elementos magnéticos (declinación, componente horizontal de la fuerza magnética e inclinación).

Estas investigaciones, hechas por lo menos dos veces al mes con instrumentos perfeccionados, debían suministrar valores muy exactos.

2. Observaciones horarias de las variaciones de la declinación i de las dos componentes horizontal i vertical de la fuerza magnética terrestre.

Estas observaciones, que debían perseguirse sin interrupción durante un año entero, en numerosas estaciones i en todos los observatorios del mundo, habían de permitir seguir i estudiar la marcha diurna de cada uno de estos elementos, i, al mismo tiempo, tomar nota de las perturbaciones que a menudo vienen a modificarla.

Encargado, junto con nuestro malogrado compañero señor Payen, que murió poco después de su regreso a Francia, víctima de una enfermedad contraída bajo el rudo clima del cabo de Hornos, del servicio de las observaciones magnéticas, había tenido la suerte de hallar en el director de la oficina central meteorológica de Francia, señor Mascart, un complaciente profesor, que me puso al corriente del manejo i de la instalación de los instrumentos nuevos que iban a ser llevados a las rejiones australes.

Al mismo tiempo, durante nuestra permanencia en París, nos ocupábamos en vijilar la construcción de las diversas piezas que debían formar nuestro observatorio. En él todas las partes metálicas, clavos i demás, tenían que ser de cobre, pues cualquier trozo de fierro podía falsear poco o mucho nuestras observaciones. Dicho observatorio, una vez terminado, fué armado a título de

ensayo en Paris, desarmado en seguida i finalmente despachado a Cherburgo para ser embarcado.

Se componía de tres partes: la del norte, alumbrada por tres ventanas, estaba destinada a los instrumentos de lectura directa; la parte sur, arreglada como cámara oscura, a los inscriptores fotográficos; la parte intermedia, por fin, con una ventanilla de vidrio rojo oscuro, debía servir de laboratorio para el desarrollo de las curvas fotográficas.

Los instrumentos descansaban en planchas de mármol soportadas por pilares de ladrillos blancos pegados con cemento puro ¹. Para dar a estos pilares un asiento sólido, hubo que cavar el suelo hasta la roca subyacente, i su construcción no dejó que de-sear. No obstante la poca práctica de nuestros marineros en materia de albañilería, consiguieron construirlos tan bien que al fin de las observaciones solo en uno de ellos se notó una ligera inclinación.

Otros tres pilares fueron construidos a poca distancia del observatorio para el estudio de los valores absolutos de los elementos magnéticos. Sobre ellos se colocaba en caso de lluvia o nevazon una pequeña carpa para resguardar al observador.

El montaje de los instrumentos, comenzado el 20 de setiembre del 82, quedó terminado seis días después; pero las primeras observaciones fueron algo defectuosas, pues el mecanismo de relojería del inscriptor fotográfico funcionó mal, hasta que uno de los ingenieros de la *Romanche*, improvisándose relojero, logró componerlo después de desarmarlo enteramente. Por fin, el 1º de octubre, el servicio quedó establecido en condiciones satisfactorias i las observaciones comenzaron para ser continuadas sin interrupción hasta el 1º de setiembre de 1883.

El conjunto de estas observaciones se divide naturalmente en dos partes, para obedecer a la prescripción recordada mas arriba: la primera consagrada a las observaciones absolutas, i la segun-

1. Ladrillos blancos, es decir refractarios, i cemento solo en vez de argamasa o mezcla con arena, eran precauciones para evitar la proximidad de compuestos ferruginosos (Tr.)

da a las observaciones de las variaciones de los elementos del magnetismo terrestre.

La direccion de la fuerza magnética terrestre en un lugar dado se conoce cuando se ha determinado el ángulo D que forman entre sí los meridianos jeográfico i magnético, o sea la declinacion, i el ángulo I de dicha fuerza con la horizontal, o sea la inclinacion. Si a esos dos elementos se agrega la determinacion de una de las componentes de la fuerza, como ser la componente horizontal H , se deduce la componente vertical Z i la fuerza total T , o sea la intensidad del campo magnético terrestre, por las relaciones

$$Z = H \operatorname{tg} I$$

$$T = \sqrt{H^2 + Z^2} = \frac{H}{\cos I} = \frac{Z}{\operatorname{sen} I}$$

Todavía quedaria resuelto el problema de otra manera, si además de la declinacion se determinaran separadamente las dos componentes H i Z de la fuerza; pero este procedimiento no vale lo que el primero, por implicar observaciones mas laboriosas, i el método jeneralmente empleado consiste en determinar a D , I i H .

La Comision francesa del cabo de Hornos estaba provista, para los estudios de magnetismo terrestre que le fueron encomendados, de un teodolito - brújula de Brunner i de otra de inclinacion de Gambey. Aquella, mediante la adiccion de algunas piezas accesorias, podía servir para la observacion de la fuerza horizontal.

No siendo el primero de los instrumentos nombrados suficientemente conocido ni su uso mui jeneralizado, aunque está descrito i figurado en varias obras, será útil dar una lijera descripcion de él e indicar los procedimientos de observacion empleados, antes de entrar al estudio detallado de los tres elementos del magnetismo terrestre. Es lo que vamos a hacer en el capítulo que sigue, tan clara i concisamente como podrá permitirlo la supresion de las láminas del testo francés, de difícil i costosa ejecucion en el pais.

CAPÍTULO I

Medida de la declinacion

DESCRIPCION DE LA BRÚJULA DE DECLINACION

Este aparato se compone esencialmente: 1° de un círculo graduado horizontal montado en un pié con tornillos de nivel; 2° de otro círculo graduado vertical situado encima i asegurado en la estremidad de un eje horizontal, el cual da tambien movimiento a un anteojo de direccion i a un microscopio, situados, respectivamente, afuera i adentro del círculo vertical, encontrándose el último en la estremidad interior del eje, i ambos invariablemente paralelos entre sí. El anteojo sirve para observar los astros i para tomar azimutes i el microscopio para observar la barra imanada; 3° de este último órgano, contenido en un cilindro horizontal cerrado en ambas estremidades por cristales, de los cuales uno es movable, i que sobrelleva un tubo de bronce que remata en una pieza enchufada que puede jirar sobre el tubo i que va provista de un pequeño carretel, en torno del cual se arrolla el hilo de suspension, i de cuatro tornillos laterales colocados en ángulo recto que sirven para centrar el hilo.

La barra imanada, de seccion rectangular, está atravesada en su parte mediana por una clavija perpendicular a su eje mayor i que sirve para hacerla descansar en unas muescas del estribo de suspension en que va amarrado el hilo de hebras de capullo. En el corte de cada estremidad lleva adherido un pequeño i delgado disco de plata, sobre el cual está trazada una finísima raya; la recta que une el medio de ambas rayitas constituye la línea de fe del iman.

El estribo está colgado de la hebra de capullo por medio de un ganchito, estando la otra estremidad de aquella arrollada en el carretel superior, segun ya hemos visto. Debajo del estribo hai un

tope movedizo que se maneja mediante un tornillo que asoma debajo del cilindro i que, pudiendo subir hasta ponerse en contacto con el iman, tiene por objeto detener sus oscilaciones o al menos disminuir su duracion para hacer mas rápida la observacion.

Como se verá en seguida, el aparato permite determinar en el círculo graduado horizontal la direccion de los meridianos magnético i jeográfico i el ángulo que forman entre sí.

DETERMINACION DEL MERIDIANO JEGRÁFICO

Los tratados de hidrografia, entre otros el de Germain, indican los procedimientos para tener, por medio del teodolito, el azimut del sol o de un astro cualquiera, i deducir de allí el de una mira lejana que sirve de punto de referencia. Esto es mui conveniente cuando se debe hacer repetidas observaciones de declinacion en un mismo lugar, pues esa mira dará cada vez, con solo apuntar el anteojo, la direccion del meridiano jeográfico.

Sin embargo de lo dicho, no creemos inútil dar una corta esplicacion del procedimiento operatorio especial con el uso del instrumento que nos servía.

Cuando el retículo del anteojo se compone de tres hilos horizontales i de otros tantos verticales, se obtiene, con una sola observacion, la altura del astro i la posicion de su vertical. Rectificado el instrumento lo mismo que un teodolito comun, se apunta al sol con el anteojo i se mueve éste junto con toda la parte jiratoria del teodolito-brújula hasta que el astro quede situado entre los hilos extremos, con sus bordes a igual distancia de cada uno de ellos. Vista entonces la hora por un ayudante, se lee el nonio del círculo vertical, con lo cual queda deducida la altura, i el del círculo horizontal, que da la direccion del vertical del astro. Si se llama h la altura correjida de la refraccion i de la paralaje, l la latitud del lugar, comunmente conocida o que a no serla deberá determinarse por observaciones hechas cerca del medio dia, Δ la distancia polar, igual a $90^\circ \mp$ la declinacion, segun sean la latitud i la declinacion del mismo nombre o de nombre contrario, i S , por último, la cantidad $\frac{h+l+\Delta}{2}$, el azimut del astro será dado por la fórmula

$$\cos \frac{Z}{2} = \sqrt{\frac{\cos S \cos (\Delta - S)}{\cos h \cos l}}$$

Este azimut se cuenta desde el polo elevado hacia el este o hacia el oeste segun se encuentre el astro en aquella o esta direccion.

La hora del lugar podrá ser obtenida con los mismos datos, empleando la fórmula

$$\operatorname{sen} \frac{P}{2} = \sqrt{\frac{\cos S \operatorname{sen} (S - h)}{\cos l \operatorname{sen} \Delta}}$$

siendo P igual a la hora verdadera durante la tarde i al complemento de 24 horas durante la mañana.

El procedimiento anterior no implica mucha precision, i es por otra parte impracticable con los teodolitos que, como el de nuestro observatorio, no tienen mas que dos hilos, uno vertical i el otro horizontal. En este caso, si se tiene un cronómetro bien arreglado con la hora del lugar, es mejor observar ésta en el momento del paso de ambos bordes del sol por el hilo central i leer el nonio del circulo horizontal, que dará la direccion del vertical del astro para la hora correspondiente al promedio de las dos horas leidas en el cronómetro. En seguida, sustrayendo de la hora del lugar la ecuacion del tiempo, se obtendrá la hora verdadera en el momento de la observacion, i de ella se deducirá el ángulo al polo.

Denominando φ un ángulo auxiliar, λ la colatitud del lugar, Δ la distancia polar obtenida como anteriormente, se calcula el azimut por las analogías de Neper

$$\operatorname{tnj} \frac{1}{2} (Z + \varphi) = \cot \frac{P}{2} \frac{\cos \frac{1}{2} (\Delta - \lambda)}{\cos \frac{1}{2} (\Delta + \lambda)}$$

$$\operatorname{tnj} \frac{1}{2} (Z - \varphi) = \cot \frac{P}{2} \frac{\operatorname{sen} \frac{1}{2} (\Delta - \lambda)}{\operatorname{sen} \frac{1}{2} (\Delta + \lambda)}$$

Si no se posee un cronómetro arreglado, se podrá determinar la hora verdadera mediante alturas de sol observadas ya con el sextante, ya con el teodolito mismo. La direccion del vertical del astro combinada con el azimut dará la del meridiano jeográfico.

Como teníamos que hacer un gran número de observaciones en el mismo lugar, hemos construido, a corta distancia de la casucha magnética, un pilar de ladrillos refractarios libres de la menor partícula de fierro, i desde él hemos determinado el azimut de la cumbre de una pirámide triangular situada a unos 3000 metros.

El valor de este azimut, determinado en diferentes épocas i observando con el anteojo a la derecha i a la izquierda, daba una diferencia de unos cuantos segundos, habiéndose tomado simultáneamente las alturas por medio del sextante, i los azimutes por medio del teodolito. El valor del azimut de la pirámide, $35^{\circ}56'17''$ N E, fué el que resultó del promedio de los diferentes valores dados por cada observacion ¹.

DETERMINACION DEL MERIDIANO MAGNÉTICO

Ante todo es preciso cerciorarse de que el hilo de suspension no posee ninguna fuerza de torsion capaz de apartar la barra imantada del meridiano magnético. Para esto se coloca en el estribo una barra de cobre de igual forma i casi mismo peso que aquella i se manobra el carretel i los tornillos de ajuste hasta que la barra de cobre se mantenga en equilibrio lo mas posible en el eje del cilindro. Esta operacion, bastante demorosa, debe ser hecha con cuidado, atendida su grande importancia, pues en nuestro teodolito-brújula una torsion de 180° producía un error de $12'$ próximamente en la determinación del meridiano magnético.

Destorcido el hilo, se reemplaza la barra de cobre por la de acero i se mueve el aparato hasta que la rayita grabada en el pequeño círculo de plata se encuentre mas o menos en el eje del microscopio. Entonces, por medio del tope de que se ha hablado, se disminuye la amplitud de las oscilaciones, hecho lo cual, manejando convenientemente el tornillo de precision del círculo

1. Esta determinacion, aunque de carácter casi puramente experimental, puede tener interés en ocasiones posteriores i para estudios de comprobacion, admitiendo que el pilar de mampostería i la pirámide de piedras secas que han servido de puntos de referencia, lleguen a tener una duracion suficientemente larga (Tr.)

horizontal, se hace que las oscilaciones de la rayita lleguen a producirse entre los dos hilos verticales extremos del microscopio i simétricamente con relacion al hilo central. Se lee en ese momento el nonio i en seguida se da vuelta al microscopio para observar con él la otra estremidad de la barra. El promedio de las dos posiciones del nonio en el círculo horizontal da la direccion de la línea de los puntos de referencia corregida de la escentricidad del iman, que los tornillos de ajuste no pueden hacer desaparecer del todo. Además de esto, como esa línea puede apartarse sensiblemente del eje polar del iman, se vuelve a éste 180° sobre si mismo i se observa otra vez cada una de las dos rayitas. El promedio de las cuatro lecturas da la direccion verdadera del meridiano magnético.

Para dar una idea mas cabal del procedimiento seguido en las observaciones, reproduciremos una página de cartera con sus cálculos.

OBSERVACION DE DECLINACION

Lugar: bahía Orange { Latitud: 55° 31' 24" S
 Lonjitud. 68° 4' 57" O
 Fecha: 25 de julio, de 10.20 a 10.35 a. m.
 Observador: Le Cannellier.

Barra núm. I.

	Antes de inversion	Después de id.
Polo norte.....	88° 53' 30"	88° 57' 50"
Polo sur.....	88° 54' 50"	88° 53' 10"
Promedio	88° 54' 10"	88° 55' 30"
Promedio total.....	88° 54' 50"	
Observacion de la pirámide.....	104° 42' 30"	
Promedio de las cuatro observaciones....	88 54 50	
Diferencia (pirámide al E de la barra)...	15° 47' 40"	
Azimet de la pirámide	35 56 17 NE	
Declinacion	20° 8' 37" NE	

En los cuadros siguientes hemos extractado los datos de las ob-

servaciones de declinacion hechos en la bahía Orange (teodolito i brújula de Bruner núm. 51, azimut de la señal de referencia 85° 56' 17" NE). Hemos elegido los dias tomándolos mas o menos a iguales intervalos i haciendo en lo posible alternar los dias en que la aguja imantada seguía una marcha normal con aquellos en que sufría perturbaciones. Estas últimas circunstancias están indicadas en la última columna, deducida de la forma de la curva de los aparatos inscritores, que daba a conocer si la aguja del

FECHAS	HORAS		Observador	Núm. de la barra	Lectura de la señal de mira	ANTES DE LA INVERSION	
	Princip.	Fin				Polo sur	Polo norte
Oc. 28	2 ^h 00 ^m	2 ^h 30 ^m	L. C.	0	157° 19' 40"	85° 14' 50"	85° 35' 20"
"	4 30	4 55	"	0	157 18 10	85 09 20	85 28 20
"	2 30	2 50	"	1	157 19 40	85 10 30	85 36 40
"	4 10	4 30	"	1	157 18 10	85 11 00	85 32 30
Nv. 16	9 15	10 30	"	1	106 56 20	90 51 20	91 15 40
"	10 30	10 50	"	0	106 56 20	90 52 10	91 18 20
Nv. 29	3 40	3 52	"	0	118 16 20	102 44 20	102 23 00
"	4 05	4 20	"	1	118 16 10	102 40 20	102 19 30
Dc. 11	1 10	1 25	"	0	99 29 30	83 39 00	84 04 30
"	1 25	1 40	"	1	99 29 30	83 40 10	84 04 30
"	3 15	3 30	"	0	99 28 10	83 35 50	83 55 10
"	3 30	3 40	"	1	99 28 10	83 36 35	83 59 10
Dc. 23	1 10	1 30	"	0	111 47 25	96 00 20	96 09 10
"	1 35	1 50	"	1	111 47 25	96 00 30	96 13 40
En. 13	2 35	2 50	"	1	178 45 10	163 01 50	163 04 25
"	4 00	4 20	"	0	178 45 20	162 42 50	163 20 20
En. 28	9 15	9 30	"	1	170 42 45	155 03 40	154 55 10
"	9 35	9 55	"	0	170 42 45	154 59 20	154 54 40
"	1 25	1 40	"	1	72 19 55	56 38 30	56 47 40
"	2 40	3 00	"	0	72 19 55	56 37 10	56 41 20
Fb. 10	10 25	10 35	"	0	48 02 50	32 17 50	32 20 00
"	3 00	3 20	"	1	106 14 35	90 30 10	90 34 30
Mz. 7	12 50	1 10	"	0	153 53 50	138 01 30	138 25 10
"	1 15	1 35	"	1	153 53 50	138 02 30	138 24 30
Mz. 31	10 10	10 20	"	1	67 07 55	51 14 50	51 30 20
"	10 20	10 30	"	0	67 07 55	51 25 30	51 19 10
Ab. 13	9 50	10 05	"	1	88 20 25	72 17 20	72 47 20
"	10 10	10 25	"	0	88 20 25	72 19 00	72 50 30
My. 1	12 15	12 30	"	0	148 34 40	133 00 40	132 40 50

declinómetro de variación había estado ajitada o había permanecido en reposo en los intervalos de las observaciones. Esta indicación es de suma importancia para poder apreciar el grado de confianza que se puede dar a los resultados obtenidos en diversas fechas. También nos hemos fijado, al extraer los largos cuadros de la obra francesa, en elegir los días que, además de cumplir con los requisitos anteriores, comprendían dos o cuatro observaciones sobre todo los de dos, desechando los de una sola o de tres.

DESPUES DE LA INVERSION		Promedio de las cuatro lec- turas.	Declinacion deducida	FORMA DE LAS CURVAS DEL INSCRITOR
Polo sur	Polo norte			
85° 13' 50"	85° 32' 50"	85° 24' 10"	20° 18' 52"	Irregular.
85 10 20	85 32 20	85 20 05	20 16 17	"
85 11 40	85 32 40	85 22 52	20 17 34	"
85 10 50	85 29 10	85 20 52	20 17 04	"
90 50 45	91 17 50	91 03 54	20 03 51	"
90 52 30	91 21 25	91 06 06	20 06 03	"
102 43 55	102 19 30	102 32 42	20 12 42	Regular.
102 44 50	102 22 40	102 31 50	20 11 49	"
83 39 00	84 00 00	83 50 37	20 17 24	Irregular.
83 39 40	84 00 00	83 51 15	20 18 02	"
83 37 00	83 58 20	83 46 35	20 14 42	"
83 36 20	83 56 05	83 47 02	20 15 09	"
96 01 00	96 12 50	96 05 50	20 14 42	Regular.
96 03 20	96 09 30	96 06 45	20 15 37	"
163 01 00	162 59 40	163 01 43	20 12 50	"
162 44 30	163 22 40	163 02 35	20 13 52	"
154 58 00	155 00 00	154 59 12	20 12 44	"
154 59 00	154 59 00	154 58 00	20 11 32	"
56 37 40	56 42 55	56 41 42	20 18 04	"
56 37 20	56 45 10	56 40 15	20 16 37	"
32 16 30	32 18 20	32 18 10	20 11 37	Irregular.
90 30 30	90 30 40	90 31 28	20 13 10	Regular.
138 02 10	138 23 10	138 13 00	20 15 27	"
138 00 50	138 26 40	138 13 38	20 16 05	"
51 15 10	51 26 20	51 21 40	20 10 02	"
51 26 40	51 14 50	51 21 33	20 9 55	"
72 50 30	72 17 50	72 33 15	20 9 07	"
72 18 20	72 46 20	72 33 28	20 9 20	"
133 02 20	132 38 30	132 50 35	20 12 12	"

FECHAS	HORAS		Observador	Núm. de la barra	Lectura de la señal de mira	ANTES DE LA INVERSION	
	Principio	Fin				Polo sur	Polo norte
My. 1	12 ^h 30 ^m	12 ^h 45 ^m	L. C.	1	148° 34' 40"	133° 01' 20"	132° 38' 40"
My. 23	12 50	1 00	"	1	80 20 50	64 50 40	64 20 00
"	1 00	1 15	"	0	80 20 55	64 24 10	64 49 20
"	1 40	1 50	"	0	80 21 00	64 24 50	64 46 20
"	2 00	2 15	"	1	80 21 00	64 49 40	64 19 50
Jn. 2	10 10	10 20	"	0	46 52 40	31 05 10	31 10 35
"	10 20	10 30	"	1	46 52 40	31 05 30	31 08 40
Jn. 30	10 00	10 15	"	0	179 41 40	163 56 10	164 01 10
"	10 20	10 35	"	1	179 41 40	163 54 40	164 01 20
Jl. 9	12 50	1 05	"	1	138 38 10	122 48 40	122 53 10
"	1 10	1 30	"	0	138 38 10	122 49 30	122 54 30

CAPITULO 2

Medida de la componente horizontal

APARATO ACCESORIO PARA ESTA OPERACION

Para emplear la brújula de declinacion en la determinacion de la componente horizontal de la fuerza magnética terrestre, se ha agregado al instrumento una regla lateral aplicada a un lado del cilindro por medio de tornillos i con su eje exactamente perpendicular al de aquél. Colocando un iman sucesivamente sobre cada uno de dos soportes que hai en esa regla, cerca i lejos del cilindro, i midiendo las desviaciones que este iman produce en una barra mas pequeña colgada en el interior del cilindro, se obtiene por el método de Gauss la relacion $\frac{H}{M}$ entre la fuerza horizontal H i el momento magnético M del iman. Haciendo oscilar en seguida este

DESPUES DE LA INVERSION		Promedio de las cuatro lec- turas	Declinacion deducida	FORMA DE LAS CURVAS DEL INSCRITOR
Polo sur	Polo norte			
133° 01' 30"	132° 42' 40"	132° 51' 02"	20° 12' 39"	Regular
64 50 00	64 23 10	64 35 58	20 11 25	"
64 24 50	64 46 50	64 36 15	20 11 37	"
64 24 40	64 50 10	64 36 30	20 11 47	"
64 49 20	64 22 40	64 35 23	20 10 40	"
31 06 10	31 08 00	31 07 29	20 11 06	Irregular.
31 04 30	31 10 25	31 07 17	20 10 54	"
163 56 20	163 58 40	163 58 05	20 12 42	Mui irregular
163 56 20	163 56 20	163 57 10	20 11 47	"
122 48 20	122 57 10	122 51 50	20 09 57	Regular
122 48 30	122 56 40	122 52 18	20 10 29	Bastante regular

iman sobre el estribo i determinando la duracion de una oscilacion, se calculará el producto $H M$ por la fórmula de las oscilaciones pendulares.

DETERMINACION DE $\frac{H}{M}$

Bien rectificado el teodolito, se coloca en el estribo del cilindro una barrita prolongada por dos puntas de cobre que llevan en cada estremidad una rayita grabada en un círculo de plata. Poniendo esta rayita en el hilo mediano del microscopio, se determina provisionalmente la direccion del meridiano magnético. Hecho esto, se coloca la barra desviadora en el soporte exterior de la regla, con la cual se encuentra aquella, por construccion, perpendicular al meridiano magnético. Se desvía el iman pequeño, i, haciendo jirar el tren movable hasta apuntar nuevamente la rayita de mira, la diferencia de las lecturas del nonio horizontal dará una primera desviacion α .

Como la barra no puede centrarse exactamente en el soporte, se la invierte en seguida, con lo cual la aguja se desvía en sentido inverso, i apuntando de nuevo la rayita de mira, se tiene otro ángulo de desviacion α_1 . El promedio $\frac{\alpha + \alpha_1}{2}$ da, para la distancia R, la desviacion corregida del defecto de centracion de la barra.

Sean N S la barra pequeña o aguja, B la barra desviadora de momento M colocada a una distancia $OB = R$. La fuerza que obra sobre la barra N S tiene como espresion $\frac{2M}{R^3} = \left(1 + \frac{a}{R^2}\right)$, habiendo probado el cálculo i la esperiencia que, cuando se toma una barra desviadora de lonjitud doble de la que tiene la barra desviada, los términos del desarrollo que siguen a $\frac{a}{R^2}$ son despreciables.

La ecuacion de equilibrio puede escribirse, para la distancia R i la desviacion α *:

* Se puede advertir que, no estando la barra M perpendicular al meridiano, su momento magnético comprende un término relativo a la induccion por la tierra i se convierte en $(M - i H \text{ sen } \alpha)$. Es cierto que hai tambien una imanacion trasversal debida a la componente H con α ; pero la fuerza que de allí resulta es paralela a la aguja i no produce momento magnético. La aguja misma posee una imanacion trasversal proporcional a $H \text{ cos } \alpha$, pero comunmente es despreciable.

La ecuacion de equilibrio es pues para la distancia R:

$$H \text{ sen } \alpha = \frac{2}{R^3} \left(1 + \frac{a}{R^2}\right) (M - i H \text{ sen } \alpha),$$

o sea mui próximamente:

$$H \text{ sen } \alpha \left(1 + \frac{2i}{R^2}\right) = \frac{2M}{R^3} \left(1 + \frac{a}{R^2}\right),$$

ecuacion que se puede escribir

$$\frac{H}{M} \text{ sen } \alpha = \frac{2}{R^3} \left(1 + \frac{a}{R^2} - \frac{2i}{R^3}\right),$$

Como el término de correccion $\frac{2i}{R^3}$ es mui pequeño, se puede admitir, sin error apreciable, que está comprendido en el término $\frac{a}{R^2}$, i escribir la ecuacion en la forma que se ha dado.

$$(1) \quad H \operatorname{sen} \alpha = \frac{2M}{R^3} \left(1 + \frac{a}{R^2} \right)$$

El término $\frac{a}{R^2}$, que depende solamente de las dimensiones de las barras, se obtiene mediante una segunda observación hecha desde una distancia R' , que da:

$$(2) \quad H \operatorname{sen} \alpha' = \frac{2M}{R'^3} \left(1 + \frac{a}{R'^2} \right)$$

Dividiendo (1) i (2) miembro por miembro, resulta

$$\frac{R^3 \operatorname{sen} \alpha}{R'^3 \operatorname{sen} \alpha'} = \frac{\left(1 + \frac{a}{R^2} \right)}{\left(1 + \frac{a}{R'^2} \right)}$$

de donde se saca, denominando N el producto $\frac{R^3 \operatorname{sen} \alpha}{R'^3 \operatorname{sen} \alpha'}$, i ρ la relación $\left(\frac{R'}{R} \right)$,

$$\frac{a}{R^2} = \frac{N-1}{1-N\rho^2}$$

Estando determinado $\frac{a}{R^2}$ se obtiene a $\frac{H}{M}$ por la relación

$$(3) \quad \frac{H}{M} = 2 \frac{\left(1 + \frac{a}{R^2} \right)}{R^3 \operatorname{sen} \alpha}$$

DETERMINACION DE H M

Cuando se ha hecho jirar el tren movable de manera que el eje del microscopio haya vuelto a situarse en el meridiano magnético, se coloca en su sitio del estribo la barra desviadora i se mueve el tope de amortiguación para disminuir las oscilaciones de aquélla hasta que se verifiquen mas o menos entre los hilos del microscopio

pio. Preparadas así las cosas, el observador, provisto de un contador de tiempo con tope, toma nota del momento en que la rayita de mira pasa en el hilo meridiano, cuenta 20 oscilaciones sencillas, i a la vijésima carga el tope del contador.

Con eso puede deducir la época aproximada del paso de las 40^a, 60^a i 100^a oscilaciones; algunos segundos antes mira por el microscopio, observa exactamente la hora i calcula la duracion T de una oscilacion simple.

Como la amplitud no escede de 30', no hai para que hacer una correccion para reducir las oscilaciones a la duracion de la oscilacion infinitamente pequeña.

Cuando se aparta la barra de la direccion del meridiano magnético, la fuerza que tiende a volverla a poner en ella se aumenta por la torsion del hilo; se tendrá entonces, dando el nombre de τ al par de torsion,

$$H M (1 + \tau) = \frac{\delta^2 K^2}{T^2},$$

ecuacion que, combinada con (3), dará H:

$$H = \frac{\delta K}{R T} \sqrt{\frac{2 \left(1 + \frac{a}{R^2}\right)}{R \operatorname{sen} \alpha}} \left(1 - \frac{\tau}{2}\right)$$

DETERMINACION DEL PAR DE TORSION

Para determinar el valor del par de la fuerza de torsion, se da al hilo una vuelta de 180° i se aparta a la barra del meridiano magnético en cierto ángulo n ; se tendrá entonces, denominando τ el par de torsion para un ángulo igual a la unidad,

$$t \times 180^\circ = H M \times n;$$

de donde se deduce

$$\tau = \frac{t}{H M} = \frac{n}{180^\circ}.$$

El día 20 de abril, estando el hilo sin torsion, se ha hallado como direccion del meridiano magnético, $140^{\circ} 54' 20''$. Después de una torsion de 180° , esta direccion se ha convertido en $140^{\circ} 42' 20''$. De donde se saca

$$\tau = \frac{12'}{180^{\circ} \times 60} = \frac{1}{900}.$$

DETERMINACION DE LAS LONGITUDES R I R' DE LA REGLA I DEL MOMENTO DE INERCIA K^2 DE LAS BARRAS

Las longitudes R i R', medidas antes de la salida de los talleres de construccion, han resultado ser iguales a

$$\begin{aligned} R &= 24.9435 \text{ cent.} \\ R' &= 34.9435 \text{ »} \end{aligned}$$

Como tenían la forma de paralelepípedos rectangulares, se ha podido calcular directamente sus momentos de inercia. Medidas i pesadas hechas en el laboratorio de física del colejio de Francia han dado los resultados siguientes:

Barra núm. 0		Barra núm. 1	
Peso.....	19.608 gr.	Peso.....	18.818 gr.
Largo L.....	13.231 cent.	Largo L.....	13.236 cen.
Altura l.....	0.696 "	Altura l.....	0.697 "
Grosor e.....	0.274 "	Grosor e.....	0.274 "
Diám de las clavijas	0.185 "	Diám. de las clavijas	0.185 "
Largo de id. G G' Lg.	0.651 "	Largo de id G G' Lg.	0.651 "

El momento de inercia de las barras con sus clavijas se espresa por la fórmula

$$K^2 = \frac{1}{2} (P-p) L^2 \left(1 + \frac{e^2}{L^2} \right) + p \times^2$$

en la cual x representa la distancia entre el eje i el centro de gravedad de cada una de las clavijas cilíndricas, siendo igual a

$$\frac{1}{2} e + \frac{1}{4} (Lg - e),$$

i p representa el peso de las dos clavijas, obtenido por la relacion

$$\frac{P}{p} = \frac{V}{v} = \frac{L \times l \times e}{\frac{\omega d^2}{4} (Lg - e)}$$

Los cálculos efectuados han dado $p = 0.079$ i .

$$K_0^2 = 285.021, \quad K_1^2 = 288.304.$$

Los momentos de inercia así obtenidos deben ser aumentados con el del estribo en que descansan las barras durante los experimentos de oscilacion. No teniendo dicho estribo una forma jeométrica, se obtiene su momento de inercia comparándolo con otro mas o menos del mismo porte. En la caja que encierra los accesorios del teodolito, hai una barrita tambien de forma paralelepédica i cuyo momento de inercia K^2 ha sido encontrado igual a 4.064. Haciendo oscilar esta barra colgada de un sencillo hilo de algodón, se ha determinado la duracion de una oscilacion, que resultó igual a 2.169 s, i colocándola en el estribo se ha obtenido para la duracion de la oscilacion de todo el sistema 2.718 s. De allí se deduce, designando por x^2 el momento de inercia del estribo,

$$\frac{K^2 + a^2}{K^2} = \frac{2.718 \text{ s}^2}{2.169 \text{ s}^2}$$

de donde

$$x^2 = 2.32$$

Una observacion hecha segun el mismo método en el observatorio del Parque Saint-Maur por el señor Moureaux ha dado $x^2 = 2.344$.

De manera que el momento de inercia del sistema formado por la barra con el estribo es pues

$$K_0^2 = 287.365 \quad K_1^2 = 290.648$$

CALCULO DEL TÉRMINO $\frac{a}{R^2}$

El término de corrección $\frac{a}{R^2}$ no puede sino difícilmente ser obtenido con una grande exactitud por una sola observacion.

Denominando ρ la relacion $\frac{R}{R'}$ i reemplazando la relacion de los senos por la de los ángulos, ese término es dado por la relacion

$$\frac{a}{R^2} = \frac{1 - \frac{1}{\rho^3} \frac{\alpha'}{\alpha}}{\frac{1}{\rho^3} \frac{\alpha'}{\alpha} - \rho^2}$$

Siendo la fraccion $\frac{1}{\rho^3} \frac{\alpha'}{\alpha}$ próxima a la unidad (con nuestras barras era igual a 1.027), se tiene sensiblemente

$$\frac{a}{R^2} = \frac{1 - \frac{1}{\rho^3} \frac{\alpha'}{\alpha}}{1 - \rho^2}$$

Si suponemos el ángulo α' determinado con cierto error $d\alpha'$; el error cometido en el término $\frac{a}{R^2}$ será igual a $\frac{-d\alpha'}{(1-\rho^2)\rho^3\alpha}$ i será mínimo cuando el producto $(1-\rho^2)\rho^3$ sea máximo, es decir cuando ρ sea igual a $\sqrt[3]{\frac{1}{5}}$ o a 0.77.

En las condiciones mas favorables, parece difícil no cometer en la determinacion de este ángulo un error de cuando menos $10''$. Siendo el ángulo α mas o menos igual a 9° con la barra número 0, el error cometido será entonces, con el teodolito Brunner, en el cual $\frac{R}{R'}$ era igual a 0.71, será $\frac{0.17'}{0.186 \times 540}$ o 0.0017 próximamente, i el error en H será $\frac{8}{10\,000}$.

Como, por otra parte, el ángulo α puede tambien ser erróneo, se ve que para obtener una aproximacion de 0.001 habrá que repetir la determinacion de ese término i tomar en cuanto sea posible el promedio de los resultados obtenidos.

Damos en el cuadro que sigue algunos de los valores obtenidos en el curso del año de permanencia en el cabo de Hornos.

Barra núm. 0

Barra núm. 1

Observ.	Fecha	$\frac{a}{R}$	d	Observ.	Fecha	$\frac{a}{R^2}$	d
1	Oc. 28, 1882	0.0564	-11	1	Oc. 28, 1882	0.0595	+33
2	Nv. 8 "	0.0517	-58	2	Nv. 5 "	0.0549	-13
3	Dc. 5 "	0.0589	+14	3	Dc. 21 "	0.0563	+1
6	En. 18, 1883	0.0558	-17	5	En. 18, 1883	0.0564	+2
9	Fb. 4 "	0.0538	-37	8	Fb. 4 "	0.0591	+29
13	Mz. 8 "	0.0586	+11	12	Mz. 8 "	0.0583	+21
15	Ab. 4 "	0.0545	-30	14	Ab. 4 "	0.0556	-6
22	My. 2 "	0.0584	+9	21	My. 2 "	0.0563	+1
25	Jn. 14 "	0.0582	+7	25	Jn. 3 "	0.0587	+25
28	Jl. 6 "	0.0594	+19	29	Jl. 6 "	0.0594	+32
32	Ag. 3 "	0.0574	-1	33	Ag. 3 "	0.0526	-36
37	St. 1 "	0.0589	+14	36	St. 1 "	0.0559	-3

$$\frac{a}{R} \text{ medio} = 0.0575$$

$$\frac{a}{R^2} \text{ medio} = 0.0562$$

Estos promedios fueron adoptados para el cálculo definitivo i para cada una de las barras 1.

CORRECCION DE LAS VARIACIONES DE LA COMPONENTE
I DE LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA DURANTE LAS OBSERVACIONES

Siendo de bastante larga duracion una observacion completa, el valor de la componente horizontal puede variar de una manera

1. En este cuadro estractado hemos dejado los números de orden de cada observacion, para que sea fácil ver cuantas fueron suprimidas. La cuarta columna *d* contiene las diverjencias de los promedios, que solamente dos veces i para la barra núm. 0 han sido iguales a cero. (Tr.)

sensible durante su ejecución. Lo mismo puede suceder con el momento magnético del imán, variable según la temperatura.

Las variaciones de la componente son dadas por el bifilar, cuyas indicaciones apunta un ayudante, i las variaciones de la temperatura por un termómetro colocado cerca del instrumento.

Si el valor medio H de la componente, en el momento de las observaciones de desviación, se ha convertido durante las oscilaciones en $H + \varepsilon$, la fórmula corregida será

$$H = \frac{\pi K}{R T} \sqrt{\frac{2 \left(1 + \frac{n}{R^2}\right)}{R \operatorname{sen} \alpha}} \left(1 - \frac{\tau}{2}\right) \left(1 - \frac{\varepsilon}{2}\right)$$

La corrección de temperatura se ejecutará de idéntica manera. El momento magnético M , relativo a las desviaciones observadas con la temperatura t , toma un valor M' en las medidas de las oscilaciones durante las cuales la temperatura es t' :

$$M [1 + C (t - t')].$$

Empleando este valor de M , denominando C al coeficiente de temperatura i despreciando los términos del segundo grado, se tendrá entonces, como valor definitivo de H

$$H = \frac{\pi K}{R T} \sqrt{\frac{2 \left(1 + \frac{n}{R^2}\right)}{R \operatorname{sen} \alpha}} \left(1 - \frac{\tau}{2}\right) \left(1 - \frac{\varepsilon}{2}\right) \left[1 - \frac{C}{2} (t' - t)\right]$$

Como el coeficiente C varía en cada barra, es necesario determinararlo para cada una de ellas. El aparato empleado con tal objeto consiste en dos vasos de cristal de Bohemia colocados uno dentro de otro. El vaso interior contiene un soporte sobre el cual descansa la barra, encerrada en un tubo de vidrio herméticamente tapado. El conjunto, colocado sobre una tablilla de madera provista de un círculo que puede jirar 180° , se acerca i coloca a corta distancia de un declinómetro, de modo que la barra se encuentra mas o menos en la primera posición de Gauss. La aguja del declinómetro se desvía i se hace una lectura de este movimiento. En

seguida se vuelve el aparato 180°, con lo cual la aguja queda desviada en sentido inverso, i la diferencia entre ambas lecturas da como resultado cierto valor D_0 correspondiente a la temperatura del aire T_0 .

Se vierte entonces en el vaso interior agua a 60°. Como el enfriamiento es mui lento, cuando la temperatura del agua haya bajado hasta 50° próximamente, se puede estar seguro de que la barra está a la misma temperatura que el termómetro sumerjido en el agua. Se observa dos nuevas desviaciones que dan una diferencia D_1 correspondiente a la temperatura T_1 ; se repite las observaciones de tiempo en tiempo, cada vez que la temperatura ha disminuido mas o menos 5°, i el coeficiente de temperatura resulta de las relaciones

$$C = \frac{1}{D_0} \frac{(D_0 - D_1)}{T_1 - T_0} = \frac{1}{D_0} \frac{(D_0 - D_2)}{T_2 - T_0} = \dots$$

i se toma el promedio de todos los valores calculados.

Damos en seguida un ejemplo de la determinacion de este coeficiente para la barra desviadora núm. 1, suprimiendo la temperatura T_0 , por haber observado al fin del experimento que el momento magnético había sido lijaramente cambiado por la accion del agua caliente.

Hora de las observaciones	1ª observacion		2ª observacion		Diferencia de las dos lecturas	Temperatura media	Variacion		Coeficiente
	Division leida	Temperatura	Division leida	Temperatura			De las desviaciones	De la temperatura	
1.20	324.3	55.4	114.8	55.3	209.5	55.35			
1.42	324.8	39.8	114.75	39.8	210.05	39.8	0.55	15.6	0.00017
1.50	325.2	37.0	114.95	37.0	210.25	37.0	0.75	18.4	0.00019
2.10	325.1	31.5	114.6	33.0	210.5	32.3	1.00	23.1	0.00021
2.30	325.0	28.3	114.2	28.0	210.8	28.15	1.30	27.2	0.00023
2.45	325.05	26.1	114.05	26.0	211.0	26.05	1.50	29.3	0.00027
3.05	325.0	22.9	113.8	22.3	211.2	22.6	1.70	32.8	0.00024
3.35	324.5	19.0	113.25	19.8	211.5	19.1	1.75	36.0	0.00023
3.50	324.3	18.0	113.1	17.8	211.2	17.9	1.70	37.5	0.00022
4.15	324.25	17.0	112.95	17.0	211.3	17.0	1.80	36.4	0.00022

Coeficiente medio: 0.00022.

Como se ve, estos coeficientes son sumamente pequeños, i como el cambio de temperatura entre las observaciones de desviacion i de oscilacion nunca ha pasado de 2°, no hemos tenido necesidad de emplear este término de correccion, cuyo valor resultaba inferior a los errores probables. Estas correcciones de los cambios de la temperatura i de la fuerza horizontal se hacen solamente en los observatorios magnéticos fijos.

En el cuadro siguiente, precedido por un ejemplo de cálculo copiado de la cartera, están consignadas algunas de las observaciones de componente horizontal hechas en la bahía Orange, extractadas con el mismo criterio que las de declinacion (páj. 360). En la columna 10 se hallan los valores de H calculados por el empleo de $\frac{a}{R^2}$ dado por los ángulos α i α' , i en la columna 11 las mismas determinadas valiéndose del mismo término deducido del promedio de todas las observaciones, hecha la correccion de las variaciones indicadas por el bifilar.

La columna 13 encierra los valores del momento magnético del iman reducidos a 0° por la relacion

$$M_0 = M(1 + Ct).$$

Esta columna permite darse cuenta de la disminucion del momento magnético con el trascurso del tiempo, lo cual se hace mas patente aun comparando las observaciones hechas en Paris a la salida i al regreso:

Mayo 19 de 1882.....	$M_0=336.3$
Enero 20 de 1884.....	$M_0=279.5$

De manera que en 612 dias el momento magnético de la barra núm. 0 ha disminuido en 56.8 unidades, o sea $\frac{16.9}{100}\%$, siendo de advertir que esta disminucion ha sido mucho mas rápida durante los seis primeros meses, mayo a noviembre, que han seguido a la imanacion ¹. En efecto, habiendo sido aquella durante éstos de 29.2, o sea 4.87 por mes, durante los seis meses siguientes, noviembre a mayo, ha sido de 14.7, i de mayo a enero de 20.2, lo cual corresponde a un cambio mensual de 2.5.

Esta disminucion ha sido mucho menor en la barra núm. 1.

1. Las barras siempre han sido guardadas en su caja mirándose los polos de nombre contrario.

Ejemplo de una observacion de la componente horizontal

Lugar: Bahía Orangé (Tierra del Fuego).

Observador: Le Cannellier.

Fecha: abril 7 de 1883, de 1.10 a 3 p m.

I. DETERMINACION DE $\frac{H}{M}$ *Barra desviadora núm. 0 (temp. 5.9°)*

	Círculo azimutal	Diferencia	Desviacion
1ª distancia	Polo N hacia la brúj 159°32'50"	16°25'10"	$\alpha = 3°12'35''$
R = 24.9435 c				Polo S — 143°07'40"
2ª distancia	Polo N — 154°16'10"	5°47'30"	$\alpha' = 2°53'45''$
R' = 34.9435 c				Polo S — 148°28'40"

Barra desviadora núm. I. (temp. 6.8°)

1ª distancia	Polo N hacia la brúj 162°42'25"	21°52'35"	$\beta = 10°56'18''$
R = 24.9435 c				Polo S — 140°49'50"
2ª distancia	Polo N — 155°19'50"	7°42'20"	$\beta = 3°51'10''$
R' = 34.9435 c				Polo S — 147°37'30"

2. OBSERVACION DE T

Barra núm. 0

(Temperatura 5.8°)

Barra núm. 1

(Temperatura 5.8°)

	Horas del cronómetro	Duracion de 20 oscil.		Horas del cronómetro	Duracion de 20 oscil.
Oscilacion	0	11 ^m 22 1 ^s	Oscilacion	0	25 ^m 12.65 ^s
—	20	13 17.2	—	20	26 53 00
—	40	15 12.3	—	40	28 33.40
—	60	17 07.4	—	60	30 13.85
—	80	19 02.5	—	80	31 54.20
—	100	20 57.65	—	100	33 34.40
			—	120	35 14.80
Duracion media de una oscilacion.....		5.7555 ^s	Duracion media de una oscilacion.....		5.0179 ^s

1. Las variaciones de la componente han sido muy pequeñas durante la observacion.

Por comparacion con un cronómetro, se ha obtenido: 1 segundo del cronómetro de tope = 1.0022^s, tiempo medio.

$$\text{CÁLCULO DE } \frac{a}{R^2} = \frac{\frac{R^2 \operatorname{sen} \alpha}{R'^2 \operatorname{sen} \alpha'} - 1}{1 - \left(\frac{R}{R'}\right)^2 \frac{R^2 \operatorname{sen} \alpha}{R' \operatorname{sen} \alpha'}}$$

<i>Barra núm. 0</i>		<i>Barra núm. 1</i>	
log sen α	9.1547187		9.2781764
log sen α'	8.7034660		8.8273240
-----		-----	
log. $\frac{\operatorname{sen} \alpha}{\operatorname{sen} \alpha'}$	0.4512527		0.4508524
log $\left(\frac{R}{R'}\right)^2$...	9.5607706		9.5607706
-----		-----	
log N.....	0.0120233	N = 1.02808	0.0116230
			N = 1.02713
log $\left(\frac{R}{R'}\right)^2$...	9.7077802	N - 1 = 0.02808	9.7071802
			N - 1 = 0.02713
-----		-----	
log N'.....	9.7192035	N' = 0.52386	9.7188032
			N' = 0.52337
		1 - N' = 0.47614	1 - N' = 0.47663

$$\frac{a}{R^2} = \frac{N-1}{1-N} = 0.05897$$

$$\frac{a}{R^2} = 0.05825$$

$$\text{CÁLCULO DE } H = \frac{\pi K}{RT} \sqrt{\frac{2}{R \operatorname{sen} \alpha} \left(1 + \frac{a}{R^2}\right)} \left(1 - \frac{\tau}{2}\right)$$

$$\text{Cálculo del primer término} = \frac{\pi K}{RT}$$

log π	0.497150	0.497150
log K.....	1.229217	1.231684
C log R.....	8.603042	8.603042
C log T.....	9.238963	9.298541
-----		-----
log primer térm.	9.568372	9.630417

$$\text{Cálculo del segundo término} = \sqrt{\frac{2}{R \operatorname{sen} \alpha} \left(1 + \frac{a}{R^2}\right)}$$

log 2,.....	0.301030	0.301030
log $\left(1 + \frac{a}{R^2}\right)$	0.024884	0.024552
C log R.....	8.603042	8.603042
C log sen α	0.845281	0.721824
	<hr/>	<hr/>
2 log $\sqrt{\quad}$	9.774237	9.650478
log $\sqrt{\quad}$	9.887118	9.825239

Cálculo de H

log p in en término	9.568372	9.630417
log $\sqrt{\quad}$	9.887118	9.825239
log $\left(1 - \frac{\pi}{2}\right)$	9.999848	9.999848
	<hr/>	<hr/>
log H.....	1.455338	1.455504
	H = 0.28532	H = 0.28544

$$H (\text{medio}) = 0.28538.$$

FECHA	HORA		Observador	Número de la barra imantada	VALOR DE LOS ÁNGULOS DE DESVIACION		Valor del término
	Principio	Fin			Distancia R	Distancia R'	$1 + \frac{a}{R^2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
	h.	h.					
Oc. 28 1882.	1.15	3.05	Le Cann.	0	S°26'30"	2°58'50"	1.0564
	1.15	3.00	"	1	11 13 20	3 56 50	1.0595
Nv. 6 "	9.30	10.30	"	1	11 13 45	3 57 50	1.0566
" 8 "	3.00	5.50	"	0	8 24 42	2 58 35	1.0517
	3.00	5.50	"	1	11 11 45	3 57 00	1.0527
" 13 "	3.00	3.45	"	1	11 15 08	3 58 00	1.0570
" 21 "	2.30	3.15	"	1	11 13 45	3 56 40	1.0624
" 23 "	2.45	3.25	"	0	8 24 15	2 57 12	1.0629
	3.35	4.25	"	1	11 13 58	3 57 15	1.0547
Dc. 4 "	1.30	2.30	Payen	0	8 20 47	2 56 15	1.0638
	2.30	4.00	"	1	11 09 40	3 55 47	1.0522
" 5 "	1.00	1.50	Le Cann.	0	8 21 30	2 56 53	1.0590
	2.20	3.15	"	1	11 09 35	3 55 28	1.0549
" 20 "	1.00	2.00	"	0	8 22 00	2 57 10	1.0575
	2.00	3.00	"	1	11 10 35	3 56 15	1.0571
" 21 "	1.30	2.20	Payen	0	8 21 40	2 56 52	1.0598
	2.30	3.30	"	1	11 10 55	3 56 20	1.0563
En. 18 1883	12.40	1.45	Le Cann.	0	8 20 25	2 56 45	1.0538
	1.45	2.25	"	1	11 00 55	3 52 50	1.0564
" 23 "	11.50	1.00	"	0	8 20 23	2 56 40	1.0565
	1.00	2.10	"	1	11 00 30	3 52 20	1.0599
" 30 "	1.15	2.00	Payen	0	8 21 00	2 56 40	1.0594
	2.00	3.00	"	1	10 59 27	3 52 22	1.0535
Fb. 4 "	2.00	3.10	Le Cann.	0	8 18 05	2 56 05	1.0538
	3.10	3.50	"	1	10 59 55	3 52 12	1.0591
" 5 "	1.30	3.00	Lephay	0	8 19 45	2 55 35	1.0675
	3.00	4.10	"	1	10 59 05	3 51 40	1.0614
" 14 "	1.30	2.30	Payen	0	8 17 35	2 55 45	1.0538
	2.30	3.30	"	1	10 58 25	3 52 00	1.0561
" 19 "	1.15	2.00	Le Cann.	0	8 17 45	2 55 45	1.0566
	12.15	1.00	"	1	10 59 05	3 52 18	1.0555
" 24 "	12.30	1.40	"	0	18 19 10	2 56 15	1.0566
	2.00	2.40	"	1	10 58 45	3 51 38	1.0608
Mz. 8 "	12.00	1.10	»	0	8 17 15	2 55 25	1.0586
	1.15	2.10	»	1	10 57 25	3 51 25	1.0583
" 22 "	1.20	2.20	Payen	0	8 15 30	2 54 47	1.0588
	2.30	3.30	»	1	10 56 05	3 51 10	1.0563

Duración de la oscilación	VALOR DE H		Temperatura	Valor de M a 0°	OBSERVACIONES
	Se obtiene empleando	Tomando media			
	a $\frac{a}{R^2}$	a $\frac{a}{R^2}$			
9	10	11	12	13	14
5.671	0.28605	0.28619	9°0'	309.0	Curva de variación de la componente irregular, aumenta de 1 a 2.40 i disminuye de 2.40 a 3
4.946	0.28674	0.28630	8 0	410.4	
4.946	0.28572	0.28561	8 0	409.4	Curva regular
5.685	0.28505	0.28580	8 8	307.1	Id. id.
4.960	0.28533	0.28582	8 4	408.7	Id. id.
4.950	0.28534	0.28527	11 8	410.0	Id. irregular
4.953	0.28636	0.28556	10 5	409.7	Id. muy irregular
5.684	0.28636	0.28563	10 5	307.1	Id. regular
4.956	0.28510	0.28531	9 6	410.3	Id. id.
5.702	0.28651	0.28570	15 3	305.0	Id. casi regular
4.957	0.28544	0.28616	15 6	408.1	Id. id.
5.707	0.28554	0.28535	12 0	305.2	Id. muy irregular
4.965	0.28549	0.28567	12 2	406.8	Id. id.
5.709	0.28535	0.28536	8 7	305.7	Id. id.
4.967	0.28551	0.28539	8 6	407.6	Id. id.
5.704	0.28564	0.28580	12 0	304.8	Aumento de la componente de 1 a 1.50
4.967	0.28514	0.28514	12 0	407.5	Disminución bastante fuerte de 1.50 a 3
5.711	0.28512	0.28515	12 2	304.5	Curva regular
5.010	0.28491	0.28491	11 8	401.2	Id. id.
5.710	0.28548	0.28561	6 0	304.7	Id. id.
5.010	0.28577	0.28558	5 5	400.7	Id. id.
5.716	0.28530	0.28491	11 6	304.4	Id. id.
5.006	0.28523	0.28533	11 4	400.9	Id. id.
5.718	0.28522	0.28576	13 0	303.6	Id. id.
5.006	0.28578	0.28539	14 0	401.4	Id. id.
5.740	0.28552	0.28420	...	...	Curva regular hasta las 2.40; de las 2.40 aumenta la componente; de las 2.50 a las 3 disminuye; después curva regular
4.961	0.28554	0.28487	...	...
5.731	0.28518	0.28542	13 0	303.0	Curva regular
5.016	0.28541	0.28538	13 0	400.3	Id. id.
5.730	0.28538	0.28550	17 0	303.4	Id. id.
5.016	0.28518	0.28529	15 2	401.3	Id. id.
5.733	0.28487	0.28500	10 0	303.5	Id. muy irregular
5.017	0.28627	0.28534	10 0	400.9	Id. id.
5.745	0.28496	0.28482	8 0	301.9	Curva regular
5.023	0.28554	0.28543	8 0	398.7	Id. id.
5.747	0.28537	0.28521	9 0	301.2	Disim. de 1 a 1.50 pm. Aum ráp. de 1 a 3
3.030	0.28508	0.28508	9 2	398.3	Disim. reg. de 3 a 3.30

CAPITULO 3.

Medida de la inclinacion

El observatorio de la bahía Orange poseía una brújula ordinaria de Gambey con dos agujas, de las cuales se empleó solo una por haberse notado desde un principio indicios de oxidacion en el quicio de la otra. Fuera de esto, infundiendo sospechas las indicaciones de la primera, fué comparada con una que había a bordo de la *Romanche*, i discrepando poco las de ambas, nos hemos atenido para el cálculo de la componente vertical a las inclinaciones indicadas por el núm. 1, conceptuada buena, de nuestro instrumento.

Este elemento del magnetismo terrestre era observado frecuentemente con el instrumento indicado, empleando el método directo con inversion de la aguja i de los polos. Algunas determinaciones han sido hechas tambien, ya midiendo las inclinaciones en dos planos perpendiculares i calculando la inclinacion en el meridiano magnético por medio de la fórmula

$$\cot^2 I = \cot^2 I' + \cot^2 I''$$

ya observando en dos planos situados a unos 10° a uno i otro lado del meridiano i aplicando las relaciones

$$\cot I' = \frac{\cot I}{\cos 10^\circ} \quad \cot I_2 = \frac{\cot I''}{\cos 10^\circ}$$

Este método nos ha suministrado jeneralmente resultados poco concordantes i que además difieren notablemente de los que daban el método directo i el de los planos perpendiculares, motivo por el cual lo hemos empleado pocas veces. Ya se sabe que la in-

clinacion es el elemento mas difícil de obtener con exactitud, pues aun procediendo en las mejores condiciones i con minuciosas precauciones, no hai que aspirar, con la brújula de Gambey, a una precision mayor de un minuto.

Los tres cuadros que siguen contienen las determinaciones hechas durante el año en el pilar exterior del observatorio. En el cuadro 1 damos las inclinaciones medidas por el método directo, i en él la columna 6 da para la primera imanacion los promedios obtenidos, toman to cinco observaciones cara al este i cara al oeste; i la columna 7, los obtenidos de la misma manera, invirtiendo la aguja; por fin, en las columnas 8 i 9 se hallan las mismas observaciones efectuadas después de la inversion de los polos de la aguja. El cuadro 2 contiene las inclinaciones determinadas en dos planos perpendiculares, i el cuadro 3 las que fueron hechas en dos planos situados a 10° a uno i otro lado del meridiano magnético, deduciendo como queda indicado la inclinacion del promedio de las dos dadas por las relaciones espresadas en las últimas fórmulas, esto es

$$I_v = \frac{I_1 + I_2}{2}$$

FECHA	HORA		Núm. de la aguja	Observador	MARCA ARRIBA		MARCA ABAJO		
	Princ.	Fin			Adelan.	Atrás	Adelan.	Atrás	Media
Oc. 26...	2	3.45	1	L. C.	52°55.3'	53°12.5'	52°50.1'	53°06.2'	53°01.0'
Nv. 7	4	5.50	2	"	53 19.7	53 29.7	52 45.6	52 28.5	5 30.0
" 7...	1.15	3	1	"	53 06.4	...	52 56.2	...	53 01.5
" 11...	1.20	3	1	"	53 12.2	53 04.8	52 30.4	52 39.9	52 51.8
" 16...	2	4.30	2	P.	53 25.0	53 26.5	52 51.0	52 31.3	53 03.4
" 30...	2	3.40	1	L. C.	53 08.2	53 19.2	52 45.4	52 35.4	52 57.0
Dc. 8...	3.15	5	1	L. P.	53 05.9	53 13.7	52 59.6	53 54.1	53 03.2
" 16...	12.35	2.30	2	L. C.	53 35.4	53 29.5	52 58.0	52 57.1	53 24.2
En. 8...	2.30	4	1	P.	52 59.0	53 02.1	52 58.4	53 01.7	53 00.3
" 16...	3	4.30	1	L. C.	53 02.0	53 05.5	52 55.9	52 50.5	52 58.5
" 26...	2.30	4	1	P.	53 32.2	53 16.2	52 41.2	52 41.2	53 02.5
Fb. 3...	1.35	2.30	1	L. C.	53 16.6	53 22.6	52 33.0	52 29.7	52 56.4
" 16...	1	2.50	1	L. C.	53 23.8	53 13.9	52 40.0	52 35.7	52 55.6
" 21...	3.30	5	2	L. P.	52 49.3	52 38.8	53 26.6	52 45.9	52 55.1
Mr. 2...	2	4	2	L. C.	53 08.0	53 02.3	52 42.6	53 50.9	52 57.1
" 11...	2.30	5	1	P.	53 30.5	53 45.0	52 05.5	55 01.5	53 05.6
" 16...	1	2.40	1	L. C.	53 13.2	53 06.2	52 20.3	52 32.4	52 48.1
" 27...	12	1.50	1	"	53 04.6	53 26.0	52 36.0	52 40.7	52 55.5
Ab. 5...	1.35	2.50	1	"	52 54.8	53 11.8	52 32.4	52 52.2	52 52.9
" 9...	12.15	1.30	1	"	53 03.5	53 01.1	52 05.5	52 33.9	52 58.9
" 11...	1.30	2.50	1	P.	53 05.8	53 26.1	52 39.3	52 32.4	52 55.8
" 17...	1.10	3.30	1	L. C.	53 12.1	52 56.2	52 47.5	52 42.2	52 54.2
My. 10...	12.10	2.10	1	"	53 02.0	52 07.9	52 46.5	52 49.5	52 56.5
" 17...	1	3.15	1	"	53 06.2	52 13.4	52 44.1	52 43.0	52 56.6
" 22...	1.50	2.40	1	"	53 03.7	53 03.6	52 49.1	52 42.2	52 54.7
" 26...	1.50	3	1	"	53 08.8	53 04.5	52 41.2	52 42.3	52 54.5
" 26...	9.10	10.35	1	"	53 06.5	52 02.8	52 44.6	52 48.8	52 55.6
Jn. 2...	12	2.35	1	"	53 07.8	53 02.5	52 47.4	52 40.8	52 54.6
" 13...	1	2.50	1	"	52 57.8	53 05.6	52 41.0	52 40.1	52 51.2
" 22...	12	2	1	"	53 04.2	53 02.5	52 40.5	52 39.5	52 51.7
" 25...	9.10	10.40	1	"	53 07.8	53 04.5	52 45.0	52 47.8	52 56.3
" 25...	1	2.40	1	"	53 02.4	52 58.9	52 42.5	52 47.4	52 52.8
" 30...	12	1.50	1	"	53 07.9	53 02.8	52 42.3	52 53.2	52 56.8
Jl. 7...	9	10.15	2	"	52 59.9	53 01.2	52 42.1	52 44.4	52 52.0
" 15...	1.25	3.20	1	"	53 02.8	53 02.2	52 36.0	52 38.9	52 50.0
" 31...	1.50	3.20	1	"	53 04.7	53 03.2	52 46.8	52 45.3	52 55.0
Ag. 8...	1	2.50	1	"	53 13.3	52 57.8	52 40.3	52 46.9	52 54.5
" 14...	1	2.30	1	"	53 09.5	53 07.8	52 35.0	52 46.7	52 55.2
" 14...	2.50	4.30	2	"	54 30.2	54 28.4	51 12.6	51 44.8	52 59.0
" 23...	12.50	1.50	1	"	53 02.4	53 04.1	52 36.8	52 43.3	52 51.7
" 30...	9	10.50	1	"	53 08.2	52 58.5	52 24.2	52 41.6	52 50.8

FECHA	HORA		Número de la aguja	Observador	ANTES DE LA inversion de los polos		DESPUÉS DE LA inversion de los polos		Inclinacion
	Princ.	Fin			1 ^{er} plano	2 ^o plano	1 ^{er} plano	2 ^o plano	
					NE-SO.	NO-SE.	VE-S3.	NO-SE.	
Nv. 18...	3	4.30	1	L. C.	62°26.5'	62°04.8'	61°55.1'	62°35.0'	53°14.8'
De. 16...	2.30	3	2	"	62 28.0	62 28.1	61 38.1	62 22.7	53 02.8
" 27...	9	10.50	1	"	61 35.8	61 43.8	61 22.4	62 29.3	52 57.8
" 29...	4	5.30	1 R.	"	55 56.6	65 56.7	59 32.5	69 14.1	53 00.7
En. 3...			2 R.	"	62 43.6	62 48.0	61 04.1	60 50.3	52 53.7
" 3...			1 G.	"	61 46.6	62 04.4	61 33.6	62 07.9	52 55.5
" 16...	9	10.30	1	"	61 11.5	61 39.4	62 06.1	61 32.2	52 54.3
" 23...	4	4.50	1	"	62 03.8	61 55.6	61 56.8	61 40.4	52 56.0
Mz. 16...	2.50	4	1	"	62 00.5	61 55.0	62 06.0	62 00.0	53 04.5
Ab. 5...	3	4.20	1	"	62 44.5	62 27.7	61 26.1	60 48.2	52 53.7
" 16...	2	3	1	"	67 25.2	58 49.4	66 39.3	57 05.5	52 55.0
My. 22...	12	1.30	1	"	62 31.4	61 00.7	62 27.1	61 41.8	52 56.9
" 26...	2	2.50	1	"	61 53.9	62 06.1	61 29.9	61 56.9	52 54.0
Jn. 9...	3	3.50	2	"	62 58.6	61 05.7	63 36.5	59 39.4	52 52.1
" 17...	1	2.50	1	"	62 21.7	62 00.2	61 34.8	61 20.1	52 53.9
Jl. 26...	9.30	11	1	"	61 04.2	62 27.8	61 11.5	61 23.6	52 48.3
Ag. 23...	2	3.30	1	"	61 32.0	61 30.0	62 06.6	62 03.5	52 49.8

FECHA	HORA		Número de la aguja	Observador	1ª IMANACION		2ª IMANACION		INCLINACION CALCULADA		Inclinacion
	Principio	Fin			1 ^{er} plano	2 ^o plano	1 ^{er} plano	2 ^o plano	por el	por el	
					E 10° S O 10° N	E 10° N O 10° S	E 10° S O 10° N	E 10° N O 10° S	1 ^{er} plano	2 ^o plano	
(82)											
Nv. 7	4.15	5.20	1	L. C.	54° 12.8'	53° 07.8'	53° 45.0'	52° 32.7'	53° 33.7'	52° 25.0'	52° 59.3'
(83)											
Mz 16	4	5.20	1	"	53 31.9	53 26.2	53 16.0	53 17.3	52 58.5	52 56.5	52 57.5
Ab. 17	2.30	3	1	"	53 37.6	53 34.2	53 00.6	53 01.0	52 54.0	52 52.5	52 53.3
Jn. 23	4.15	1	"	"	53 23.6	53 17.5	52 56.5	52 51.3	52 45.0	52 39.0	52 42.0
Jn. 25	2	3.30	1	"	53 36.7	53 17.2	52 53.2	52 50.1	52 49.2	52 59.2	52 43.7

CAPITULO 4

Resultados medios

De 350 observaciones de declinacion, 80 de la componente horizontal i 50 de inclinacion, hemos deducido como valor de los elementos magnéticos en el observatorio de la bahía Orange, para el 15 de marzo de 1883, medio de nuestro año de observaciones, los siguientes:

Declinacion.....	20°10'50"
Inclinacion.....	52 55 35
Comp. hor. H.....	0. 28536
Comp. vert $Z = H \operatorname{tnj} I$	0. 37766
Fuerza total $F = \sqrt{H^2 + Z^2}$	0. 47336

espresados estos tres últimos valores en unidades C. G. S.

SEGUNDA PARTE

VARIACION DE LOS ELEMENTOS DEL MAGNETISMO TERRESTRE

CAPITULO 1.

Observatorio e instrumentos

La intensidad i la direccion de la fuerza magnética terrestre no permanecen, como se sabe, constantes en un lugar dado, pues están sometidas a variaciones seculares, anuales i diurnas i tambien a perturbaciones que vienen a veces a alterar su marcha diurna i aun a trastornarla completamente.

Ha cambiado mucho la construccion i el manejo de los aparatos destinados a esta clase de observaciones. Los primeros instrumentos de variacion empleados por Gauss en el observatorio de Gottingue eran pesados i voluminosos, necesitando una sala de mas de 10 metros de largo. Pero los señores Edelman, de Munich, Wild, de Petersburgo, i Mascart, de Paris, idearon notables mejoras, disminuyendo el largo de las barras i compensando esta dificultad producida en la observacion por un cómodo i exacto sistema de reflectores, lentes i anteojos que permiten hacer las lecturas a distancia i con igual o mayor precision. Los nuevos aparatos ofrecen además la ventaja de prestarse mucho mas fácilmente a la inscripcion fotográfica i son usados así en muchos paises actualmente.

El observatorio de la comision del cabo de Hornos estaba provisto de dos series de aparatos, unos de lectura directa, que

debían ser observados cada cuatro horas, i otros contruidos para trazar curvas en el aparato fotográfico inscriptor.

1.—INSTRUMENTOS DE LECTURA DIRECTA

Estos eran cuatro, un declinómetro, un bifilar, un unifilar con barras desviadoras i un magnetómetro-balanza. A cada aparato iban además anexades una escala graduada i un anteojo para la lectura a distancia, segun se describirá mas adelante al ocuparnos de cada aparato en particular.

DECLINÓMETRO

DESCRIPCION. — Destinado a observar las variaciones de la declinacion, este instrumento se compone de una caja metálica cilíndrica de 10 centímetros de alto por 8 de diámetro, con piés-tornillos de nivelacion i que lleva en su base un círculo graduado que jira junto con él en torno de un eje vertical. En un lado tiene ese cilindro una abertura circular cerrada por una lente converjente cuya distancia focal es próximamente de 1 metro, i encima, formando el borde de la tapa, otro círculo graduado, i en el medio de ésta, una columna cilíndrica hueca con una clavija de arrollar en su parte superior i de la cual pende el hilo de seda que sostiene la barra imanada que jira en el interior del cilindro. Esta barra, de corte cuadrado i de 5 centímetros de largo, descansa en un estribo del cual pende un espejillo vertical que sigue exactamente sus movimientos i que tanjentea a otro espejillo igual situado debajo de él i fijo en la base del cilindro.

Para la observacion de los movimientos del espejo superior se coloca a distancia del aparato un anteojo i una escala graduada horizontal cuyas divisiones se reflejan en aquél. El anteojo, contruido para ser apuntado hacia el infinito, es de retículo, i no ofrece fuera de esto nada de particular. La escala, de 20 centímetros de largo, está dividida en medios milímetros i está montada en un pié con tres tornillos de nivel; va fijada por su parte media en una pieza de fierro que puede levantarse o bajarse a voluntad, con

tornillos de presión para fijarla a la altura requerida, i se le da una forma ligeramente curva, mas o menos concéntrica con los espejos i el eje de rotación de la barra imanada, por medio de dos tornillos de empuje situados detrás de sus extremidades.

INSTALACION.—Para armar el declinómetro se le coloca en la mesa con la ventanilla vuelta hacia el anteojo, que deberá situarse aproximadamente al sur magnético del instrumento. Se amarra en la clavija una hebra de seda en cuya extremidad inferior va colgado el estribo, arreglando el largo de aquel con algunas vueltas de clavija hasta que el espejo móvil quede mas o menos en la posición conveniente, es decir, a 1 o 2 milímetros sobre el espejo fijo o inferior.

Antes de poner el iman en el estribo, se anula la torsión del hilo de seda, para lo cual se coloca en lugar de la barra imanada una de cobre de tamaño parecido, i abandonando el conjunto a si mismo, se le deja tomar la posición de equilibrio que corresponde al hilo sin torsión. Conseguido esto, sucederá las mas de las veces que la superficie del anteojo móvil no se hallará perpendicular al eje del anteojo; se le colocará en tal posición haciendo jirar convenientemente el círculo graduado superior que forma la tapa del cilindro, el cual, moviendo consigo la parte superior del aparato, anula la torsión del hilo.

Se saca entonces con precaución la barra de cobre i se reemplaza por la barra imanada, sujetando el estribo para que no se mueva mientras tanto. El iman dejado libre se sitúa en el meridiano magnético después de una serie de oscilaciones, cuya amplitud se puede disminuir, si se quiere, mediante un iman auxiliar convenientemente manejado. Hecho esto, se maniobra en los tornillos de nivel hasta que los centros de ambos anteojos queden en la misma vertical, i colocando entonces una plomada delante del lente, se hace jirar el círculo inferior hasta que las imágenes reflejadas en los dos espejos queden superpuestas, con lo cual los espejos habrán quedado paralelos i cada uno en la prolongación del otro.

Si se coloca entonces la escala graduada a una distancia mas o menos igual a la mitad de la distancia focal de la lente, los rayos

reflejados por los espejos parecerán salir de un punto situado en el plano focal al otro lado de la lente, i formando ésta con el espejo plano un sistema equivalente a un espejo cóncavo, dichos rayos saldrán paralelos i podrán ser percibidos con claridad mediante un anteojo afocado al infinito. Para que la imájen de la escala, reflejada en los dos espejos sea rechazada hacia el anteojo, es evidentemente necesario que los muñones de éste estén situados un poco mas arriba i la regla dividida un poco mas abajo que la línea horizontal que pasa entre los dos espejos. Dicha escala se pondrá primeramente a una altura tal que colocando el ojo en su medianía i un poco encima del canto, se pueda ver la imájen de las divisiones en el espejo movable, i moviéndola lateralmente se conseguirá que el medio de la imájen, visto desde el medio de la escala, aparezca en el medio de la lente.

Afocado en seguida el anteojo, se asesta hacia la imájen, siendo mas cómodo, para esta operacion, quitar el objetivo i el ocular i apuntar con el anteojo como con una alidada. Cuando se vea la imájen reflejada por el espejo movable, se aprieta los tornillos del soporte i se vuelve a poner las lentes. Si la imájen no se ve con nitidez, es porque la escala está demasiado lejos o demasiado cerca i se la traslada en consecuencia.

Como ya no es posible cambiar la posicion del espejo movable orientado por la barra, moviendo el anteojo en torno de su eje vertical es como se conseguirá arreglar el aparato, de manera que la imájen venga a formarse en el semicírculo inferior del campo del anteojo; se podrá, por lo demás, cambiar un poco la escala para que la division medianera se encuentre próximamente sobre el retículo.

Las mas veces la imájen fija no aparece desde luego; pero por medio de un tornillito que hai detrás del espejo inferior se ladea lijeramente a éste en torno de su eje horizontal hasta que esta imájen venga a formarse en el semicírculo superior del anteojo. Con ayuda del tornillo de precision agregado el círculo graduado inferior, se podrá hacer jirar el cilindro exterior para que la division mediana de la escala reflejada por el espejo fijo se halle exactamente sobre el hilo del retículo.

Si la escala fuera plana, las divisiones laterales, reflejadas

durante una desviacion del espejo, no quedarían al punto en el antejo. Para obviar este inconveniente, ya se dijo que la regla graduada está fija solamente en su parte media i que puede ser encorvada por dos tornillos de empuje situados detrás de sus estremidades. Por medio de un iman auxiliar, se desvía el espejo de manera que venga a dar en el retículo una de las divisiones estrechas, i se encorva una mitad de la escala hasta que la imájen reflejada sea bien neta; se hace lo mismo al otro lado, i entonces la curva formada por la escala difiere mui poco de un arco de círculo todas las divisiones están en foco.

EMPLEO.— Arreglado por fin el instrumento segun las esplicaciones anteriores, indica a cada momento el valor de la declinacion i permite estudiar la marcha de este elemento.

Por medio de las observaciones absolutas se determina una declinacion D_0 , i se toma nota de la division que se halla encima del retículo en ese momento.

Si el meridiano magnético se mueve en un ángulo α , la barra jirará un ángulo α' un poco menor que α , a causa de la fuerza de torsion del hilo, que tiende a reponer el espejo en su primera posicion.

Designando por M el momento magnético de la barra, por H la componente horizontal, por K el par de fuerzas de torsion del hilo para un ángulo igual a la unidad, se tendrá

$$H M \operatorname{sen} (\alpha - \alpha') = K \alpha',$$

o bien, siendo mui pequeños los ángulos α i α' ,

$$\alpha - \alpha' = \left(\frac{K}{HM} \right) \alpha',$$

de donde se saca, representando por τ el coeficiente $\frac{K}{HM}$

$$\alpha = (1 + \tau) \alpha'$$

Si se designa por ϵ el valor en minutos de una division de la escala, el ángulo en que habrá variado el meridiano estará indicado

por el movimiento en el retículo del anteojo de un número n' de divisiones, inferior al movimiento real, i tal que se tenga

$$n' \varepsilon (1 + \tau) = n \varepsilon.$$

Bastará por tanto tomar como valor angular de una division, en vez de ε , una cantidad mayor $\varepsilon' = (1 + \tau) \varepsilon$.

GRADUACION.—La determinacion del valor angular ε' de una division de la escala se hace por medio de la imájen fija. Se lee primeramente el nonio del círculo inferior que corresponde a la posicion normal i se anota la division de la escala reflejada por el espejo fijo que se ensancha sobre el retículo. Se hace jirar entonces el círculo inferior de manera que venga a dar en el retículo una division lejana; se lee el nonio i esa division; después se mueve el círculo en sentido inverso en un ángulo próximamente igual se hace una nueva lectura. El ángulo en que ha jirado el cilindro está indicado por el nonio, i la traslacion de la imájen por la diferencia de las dos lecturas hechas en el anteojo. Se podrá por tanto deducir el valor angular de una division de la escala.

Conviene advertir que con la rotacion del aparato el hilo ha sido torcido cierto ángulo i que la lente ha cambiado de lugar. Pero atendido el pequeño número de grados que ha jirado el espejo fijo, la primera causa de error es despreciable. No habrá pues mas correccion necesaria que la del cambio de la lente, i estará indicada por las diferencias de las lecturas del espejo movable, que conserva la misma posicion en el espacio durante el corto tiempo de la determinacion.

Damos en seguida un ejemplo de ésta, hecha el 31 de agosto.

	Antes	1. ^a observ.	2. ^a observ.
Espejo fijo.....	199.2 div.	399.9	0.0
Espejo móvil.....	196.6	206.5	186.8
Nonio del circ. inf.....	250°1'	256°2'	243°58'
Movim. del lente.....	206.5 div.	- 186.8 div. = 19.7 div.	
Movim. corregido del espejo fijo..	399.9 div.	- 19.7 div. = 380.2 div.	
Movim. del nonio.....		724'	
‡ division de la escala.....		$\frac{724'}{380.2 \text{ d}} = 1.9042'$	

Para determinar a τ , que es la relacion del par de torsion con el par terrestre, se emplea un método análogo al que sirve para obtener la misma constante en el teodolito magnético. Estando en reposo la barra, se lee la division del espejo movable, i en seguida, moviendo el círculo superior, se da al hilo una torsion de 180° , i se observa la nueva division de la escala que se encuentra en el retículo del anteojo. Después de haber vuelto a poner el círculo en su primera posicion, se le hace jirar nuevamente 180° en sentido opuesto i se hace una tercera lectura.

Designando por n el número de las divisiones que ha recorrido la imájen, se tiene

$$\tau = \frac{K}{H M} = \frac{n \times \epsilon}{180^\circ \times 60}$$

Ejemplo:

círculo superior	escala
314°56'	198.2 div.
+134 56	200.9 "
+134 56	195.4 "

de donde sale

$$\tau = \frac{5.5 \times 1.904'}{360 \times 60} = 0.0005'$$

El valor corregido de ϵ será por tanto $1.9042' + 0.0005' = 1.905'$.

B I F I L A R

DESCRIPCION.—Este instrumento sirve para medir las variaciones de la componente horizontal del par terrestre. Su forma exterior es mui parecida a la del declinómetro; como él, va acompañado por una escala dividida i por un anteojo. La diferencia principal consiste en el modo de suspension de la barra imanada, pues el espejo situado debajo del estribo es paralelo a su direccion i éste va suspendido de un doble hilo de seda cuyas dos hebras, en vez de estar tomadas en un ganchito como en el declinómetro, pasan en dos muescas que las mantienen a distancia una de otra,

Un tornillo de pasos opuestos permite modificar a voluntad la separacion de las dos hebras del hilo de suspension del iman, i haciendo jirar el círculo superior del aparato, se da a los hilos una torsion tal que la barra imanada queda en una direccion perpendicular al meridiano magnético. La parte superior del instrumento está atravesada por una abertura destinada a dar paso a un termómetro para indicar la temperatura de la caja interior.

INSTALACION.—Al colocar el instrumento en su mesa de mármol, se examina ante todo si el hilo está sin torsion cuando el iman se encuentra en la direccion del meridiano magnético. Con este objeto se coloca en el estribo una barra de cobre igual a la de acero i se deja en libre movimiento el conjunto, que después de una serie de oscilaciones toma una posicion de equilibrio en la cual es nula la torsion del bifilar. Por medio de la plomada o de una imájen cualquiera reflejada en los dos espejos, se hace que el espejo fijo quede paralelo con el movable. Se reemplaza entonces la barra de cobre por la imanada, i dando vueltas al tornillo de precision del círculo inferior, se restablece de nuevo el paralelismo de los dos espejos. El eje de la barra se encuentra entonces en el meridiano magnético i el bifilar está sin torsion.

Se hace en seguida que la barra quede perpendicular al meridiano magnético, haciendo jirar exactamente 90° el espejo fijo i restableciendo el paralelismo de los dos espejos por rotacion del círculo graduado superior i el ángulo ω en que ha jirado dicho círculo es el ángulo de torsion.

Designando por P el peso de la barra, por a la separacion de los hilos en la parte superior, por b la misma en la parte inferior, por l su lonjitud, el par de fuerzas necesario para torcer el aparato en un ángulo ω es igual a $\frac{P a b}{l} \text{sen } \omega$ *. En esta posicion el

* Consignando muchos tratados modernos de fisica la teoria de la suspension bifilar, nos ha parecido inútil reproducirla aqui. Se la encontrará bien espuesta, entre otras obras, en el tratado de *Electricidad i magnetismo* del señor Mascart, como tambien muchos pormenores de los asuntos que estamos tratando.

par terrestre i el de torsion se equilibran, i se tiene, llamando C al término constante $\frac{P a b}{l}$,

$$H M = C \operatorname{sen} \omega.$$

Si se ha tenido cuidado de colocar el antejo i la escala como para el declinómetro, no se tardará en ver las dos imágenes de la escala graduada en su punto. Pero hai que observar que en estos casos no se deberá nunca tocar el círculo inferior, sino que moviendo la escala i el antejo es como se hará que la division mediana venga a situarse en el retículo del antejo.

EMPLEO.—Los diversos elementos que entran en la ecuacion

$$H M = C \operatorname{sen} \omega$$

varían, i sus variaciones están ligadas por la relacion

$$\frac{d H}{H} + \frac{d M}{M} = \frac{d C}{C} + \cot \omega d \omega$$

o bien

$$\frac{d H}{H} = \cot \omega d \omega + \left(\frac{d C}{C} - \frac{d M}{M} \right).$$

El par de torsion del bifilar crece con la temperatura a causa del aumento de la distancia de los puntos de separacion a i b *

Si por tanto se llama T_0 la temperatura inicial, T la temperatura cuando se hace una observacion i γ el coeficiente de temperatura, se tiene

$$\frac{d C}{C} = \gamma (T - T_0)$$

El momento magnético del iman varía en sentido contrario de la temperatura; se tendrá entonces, llamando μ su coeficiente de temperatura

* El valor de este par de fuerzas cambia tambien segun el grado de humedad del aire ambiente, siendo jeneralmente esta variacion despreciable; sin embargo recientes esperimentos hechos en el observatorio de Lyon han probado que esta causa de error podia adquirir bastante importancia en ciertos casos.

$$\frac{dM}{M} = -\mu (T - T_0);$$

i sentando $\beta = \gamma + \mu$ se puede escribir

$$\frac{dH}{H} = \cot \omega d\omega + \beta (T - T_0).$$

El ángulo $d\omega$ es dado por los cambios de las lecturas hechas en el anteojo, i si se llama ϵ el valor en minutos de una division de la escala, el ángulo correspondiente al movimiento será ϵ sen

$$1' = \frac{\epsilon}{3438}.$$

Si el movimiento corresponde a n divisiones se tiene

$$\frac{dH}{H} = \frac{n\epsilon}{3438} \cot \omega + \beta (T - T_0).$$

GRADUACION.— El factor $\frac{\epsilon \cot \omega}{3438}$ puede ser obtenido, por el cálculo determinando, como ya lo hemos hecho para el declinómetro, el valor angular de una division ϵ , o bien empleando la regla de comparacion. Esta regla, dividida en milímetros, tiene una corredera movable dispuesta para recibir un iman desviador. Una de las estremidades del instrumento lleva un tope que viene a aplicarse exactamente en el círculo inferior de cada uno de los magnetómetros. Se le coloca primeramente detrás del declinómetro, de manera que el iman se halle en la segunda posicion de Gauss, es decir perpendicular en su medianía a la direccion del eje magnético del declinómetro.

La barra del instrumento sufre entonces una desviacion, i cuando ha vuelto a quedar casi en reposo, se lee la division de la escala, de lo cual se deduce la desviacion α' ; invirtiendo en seguida las estremidades del iman desviador, la aguja es desviada en sentido inverso en un ángulo α'' . Si se designa por α la desviacion media $\frac{\alpha' + \alpha''}{2}$, i por F la fuerza ejercida por la barra a esa distancia, se tiene, segun Gauss,

$$\operatorname{tnj} \alpha = \frac{F}{H},$$

$$F = H \operatorname{tnj} \alpha$$

Esta fuerza F es pues una fracción conocida de la componente horizontal H .

Se acerca en seguida la regla a la misma distancia del bifilar colocando el iman desviador en el meridiano magnético i en la prolongacion de la barra del bifilar, i se observa, antes i después de la inversion, el número d' i d'' de divisiones en que se ha movido la imájen. Como una fracción conocida de H produce un movimiento de d divisiones, se tendrá, como valor de $\frac{d}{H}$ correspondiente a una division de la escala,

$$\varepsilon = \frac{\operatorname{tnj} \alpha}{d}.$$

Damos en seguida, como ejemplo de una determinacion de esta especie, una hecha el 2 de agosto, con la regla de comparacion:

iman desviador	lecturas
Polo N. al este.....	145.0 div.
Polo N. al oeste.....	252.7
Diferencia.....	107.7

$$\alpha = 53.85 d \times 1.90 = 1^{\circ} 41' 47''.$$

iman desviador	lecturas
Polo N. al norte.....	116.7
Polo N. al sur.....	284.2
Diferencia.....	167.5

$$d = 83.7 \text{ div.}$$

de donde resulta

$$\frac{d}{H} = \frac{\operatorname{tnj} 1^{\circ} 41' 47''}{83.7 d} = 0.000353,$$

Por el cálculo directo se había obtenido como valor de ϵ : 1.906'. De lo cual se deduce

$$\frac{dH}{H} = \frac{1.906' \times \cot \omega}{3438}$$

Como la torsion dada a los hilos para llevar a la barra a su puesto fué hallada igual a $57^{\circ} 39'$, se tiene entonces $\frac{dH}{H}$ para una division = 0.000351.

El valor del término $\frac{dM}{M}$ puede ser obtenido directamente, determinando el coeficiente de temperatura del iman por el método que ya hemos indicado.

Dos medidas ejecutadas en el observatorio al principio i al fin de las observaciones, nos han dado como valor de este término las cantidades

Stiembre 1882.....	0.00053
Agosto 1883.....	0.00056

El término $\frac{dC}{C}$ puede tambien obtenerse aproximadamente. El acrecentamiento de temperatura aumenta las distancias a i b ; tomando como valor del coeficiente de dilatacion el del cobre 0.000018, $\frac{dC}{C}$ aumentaría 0.000036 por grado. El término de correccion $\beta = \left(\frac{dM}{M} - \frac{dC}{C} \right)$ sería pues igual a 0.00051.

Hemos tratado de obtener el valor de este término β , elevando la temperatura del observatorio i dejándola en seguida volver a su estado normal. Con el buen aislamiento térmico del edificio, el enfriamiento era bastante lento i las temperaturas indicadas por el termómetro colocado en la caja del aparato diferían mui poco de las de la barra; sin embargo fué necesario tomar en cuenta los cambios de la componente horizontal en el intervalo de las observaciones, cambios indicados por el bifilar inscriptor.

Esta operacion ha sido hecha dos veces, el 8 de junio i el 25 de agosto. Reproducimos aquí esta última, hecha en condiciones mui favorables, por haber variado mui poco la componente horizontal durante el esperimento:

Horas	BIFILAR		BIFILAR INSCRITOR		DIFERENCIAS			Variacion para + 1° (div.)
	Lecturas (div.)	Temperatura interior	Registro de la curva (mm.)	Temperatura	De las lec- turas (div.)	De las tem- peraturas	De las lecturas corregidas de la variacion (div.)	
2.15	174.9	16.0	+ 3.2	1.9	1.3	1.0	1.3	1.30
2.20	176.2	15.0	3.2	1.9	3.3	2.0	3.3	1.64
2.25	178.2	14.0	3.2	1.9	4.6	2.5	4.6	1.84
2.30	179.5	13.5	3.2	2.0	5.6	3.0	5.6	1.86
2.35	180.5	13.0	3.2	2.0	8.5	4.2	8.8	2.10
2.45	183.4	11.8	3.5	2.0	9.3	5.1	9.6	1.88
2.50	184.2	10.9	3.5	2.0	10.9	6.0	11.2	1.86
2.57	185.8	10.0	3.5	2.0	11.1	6.0	11.4	1.90
3.00	186.0	10.0	3.5	1.9	13.0	7.1	13.5	1.90
3.10	187.9	8.9	3.7	1.9	14.2	8.0	14.7	1.84
3.20	189.1	8.0	3.7	1.9	15.6	9.0	16.3	1.81
3.25	190.5	7.0	3.7	1.9	17.1	10.0	17.8	1.78
3.35	192.0	6.0	3.7	1.9	19.1	11.0	19.9	1.81
4.10	194.0	5.0	3.7	1.9	19.6	12.0	20.4	1.70
4.30	194.5	4.0	3.7	1.9				

Se ve que por 1° de aumento de la temperatura las lecturas disminuían por término medio 1.8°, valor correspondiente a una disminucion aparente de 0.00063 de la componente. La observacion del mes de junio nos había dado 0.00057 i el promedio de las dos 0.00060. Sin embargo, comparando las lecturas hechas en las mismas horas en los dias de calma magnética perfecta, durante los cuales la temperatura había cambiado mucho, hemos hallado que el coeficiente 0.00060 era demasiado crecido. Admitiendo que la componente horizontal sea la misma en las mismas horas i calculando por el método de los cuadrados mínimos el valor del término de correccion $\mu (T - T_0)$, hemos obtenido como valor del coeficiente de temperatura

En	0.00051	Mz.....	0.00049
Fb.....	0.00055	Ag	0.00055
Promedio.....		0.000525.	

Correspondiendo este promedio muy aproximadamente al que habíamos hallado para la determinacion de cada uno de los dos elementos variables del par, resolvimos adoptarlo como valor definitivo del coeficiente de temperatura del bifilar.

El valor de la variacion $\frac{dM}{M}$ no depende solamente de la temperatura. Este término cambia igualmente con el tiempo; pero la correccion que esto implica la suministran las determinaciones absolutas que, repetidas con frecuencia, nos han permitido obtener para cada mes el valor de H_0 correspondiente a la division media de la escala tomada como punto de partida de todas las observaciones.

UNIFILAR CON DEFLECTORES

Este aparato es idéntico al declinómetro, solo que en vez de estar situado en el meridiano, está instalado formando un ángulo de 45° con esa direccion.

Destorcido el hilo i puestos paralelos al meridiano los dos espejos, se hace jirar exactamente 45° el espejo fijo, i en seguida,

por medio de dos barras desviadoras colocadas a uno i otro lado del instrumento, se mueve el iman junto con su espejo movable de manera que vuelva a quedar paralelo al espejo fijo. Este paralelismo se obtiene modificando lijeraente la posicion de las dos barras desviadoras, que siempre deben quedar una en la prolongacion de la otra i perpendiculares al meridiano. Llamando F la resultante de la accion de las dos barras desviadoras, ω el ángulo de esta fuerza con el eje magnético de la barra desviada i θ el ángulo formado por la misma direccion con el meridiano magnético, la ecuacion de equilibrio es

$$H \operatorname{sen} (\theta - \omega) = F \operatorname{sen} \omega.$$

Las variaciones simultáneas de los diferentes términos de esta ecuacion satisfacen a la condicion

$$\frac{dH}{H} + \cot (\theta - \omega) (d\theta - d\omega) = \frac{dF}{F} + \cot \omega d\omega,$$

de donde

$$\frac{dH}{H} = [\cot \omega + \cot (\theta - \omega)] d\omega - \cot (\theta - \omega) d\theta + \frac{dF}{F}$$

Siendo el ángulo ω igual a 45° i θ casi igual a 90° , quedará simplemente

$$\frac{dH}{H} = 2 d\omega d\theta - + \frac{dF}{F}$$

Disminuyendo la fuerza F cuando aumenta la temperatura, se tiene, designando por μ el coeficiente de temperatura de las dos barras,

$$\frac{dF}{F} = -\mu (T - T_0)$$

Se puede por tanto escribir

$$\frac{dH}{H} = 2 \left[d\omega - \frac{d\theta}{2} - \frac{\mu}{2} (T - T_0) \right].$$

La variacion $d\omega$ se obtiene, como para el declinómetro, por

medio de un anteojo i de una regla graduada de la cual se ha determinado el valor angular, i d^o es suministrado por las variaciones de la declinacion medidas en el declinómetro. Las dos barras desviadoras que hemos empleado eran de idéntica forma, estaban colocadas a la misma distancia de la barra imanada i la relacion de sus momentos magnéticos obtenida por la relacion de las desviaciones que producían en el declinómetro estaban ligadas por la relacion

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{\operatorname{tnj} \alpha}{\operatorname{tnj} \alpha'} = \frac{\operatorname{tnj} 3^{\circ}36'}{\operatorname{tnj} 3^{\circ}55'} = 0.92.$$

Los coeficientes de temperatura determinados directamente habían resultado iguales a 0.00052 i a 0.00049.

Por mas cuidado que se haya puesto en la instalacion del unifilar para impedir que sean movidos de su lugar los deflectores, ese instrumento nunca nos ha dado buenas indicaciones; el espejo movable ha estado constantemente ajitado i los cambios entre dos lecturas mui seguidas alcanzaban frecuentemente a media division, por mas que los demás instrumentos de variacion no hubieran denunciado ningun cambio en los elementos magnéticos en esos momentos. Además de esto, trascurrido algun tiempo hemos reconocido que el zócalo en que descansaba el instrumento se había inclinado, no quedando por tanto paralelos los espejos, i hubo que hacer una nueva instalacion. Pero como los dos bifilares, el de lectura directa i el inscriptor, daban resultados mui concordantes, observamos con menos frecuencia en este de que se trata.

MAGNETÓMETRO-BALANZA

DÉSCRIPCION.—Sirve para indicar las variaciones de la componente vertical, i se compone de una barra imanada que tiene la forma i disposicion de la cruz en una balanza, atravesada por una cuchilla que descansa en dos piezas planas de ágata. El iman, así libremente suspendido por su centro de gravedad en la direccion del meridiano magnético, haría el oficio de aguja de inclinacion tomando la direccion de tal, si no fuera por un lijero contrapeso

situado encima i que puede moverse a lo largo de él, acercándolo o alejándolo de su centro hasta dejar horizontal al iman. Esta operacion, bastante larga i delicada, se completa i hace mas precisa mediante un índice que jira en torno de la parte superior del eje trasversal del iman i que se puede dirigir hacia uno u otro polo. Estos dos procedimientos de equilibracion aumentan la analogia del instrumento con una balanza de precision.

Una pequeña tuerca movable en el eje trasversal o vertical del iman permite subir o bajar el centro de gravedad de la cruz i por tanto variar su sensibilidad. Para maniobrar mas cómodamente el contrapeso, el índice i la tuerca, se puede inmovilizar la barra imanada por medio de un tope manejado desde afuera de la caja que encierra el aparato, siempre como si se tratara de una balanza.

Este instrumento, como los que ya hemos estudiado, está provisto de dos espejillos, uno fijo en la barra i que la sigue en sus movimientos, i otro inmóvil, fijo en el aparato i que solamente puede inclinarse un poco hacia adelante o atrás por medio de un pequeño tornillo.

Todo el conjunto está dentro de una caja de cobre con vidrios adelante i atrás i montada encima de un círculo graduado horizontal movable en torno del eje vertical del aparato, que se puede nivelar como los demás. La parte superior de la caja tiene encima de los dos espejos una abertura en que va encajado un prisma isócele rectangular con una cara algo convexa, de manera que hace al mismo tiempo el oficio de lente converjente de 1 metro mas o menos de distancia focal. Por último, por otra abertura que hai en un ángulo de la tapa de la caja pasa un termómetro que indica la temperatura de ésta i por tanto la de la barra.

INSTALACION.—Se coloca el aparato en un zócalo de manera que la barra oscile en el plano del meridiano magnético; se nivela perfectamente i se sitúa la escala i el antejo. Este último se coloca en el plano perpendicular al meridiano, de manera que apunte al medio del prisma, debiendo quedar el medio de la escala en el plano vertical que pasa por el medio del prisma i por el eje del antejo. Si no se ve en este último la imájen reflejada por el es-

pejo movable, se inclinará ligeramente el prisma con el auxilio de unos tornillitos que hai debajo de él hasta que las imágenes vengan a formarse mas o menos en el retículo.

Inclinando ligeramente el espejillo fijo, se traerá la imájen fija a la mitad superior del campo del anteojo i dando vueltas al tornillo de precision del círculo graduado se colocará la division media de la regla graduada en la posicion conveniente.

EMPLEO.—Llamemos: p , el peso de la barra; d , la distancia del centro de gravedad G al eje de rotacion o ; q , el producto pd ; β , el ángulo que forma con la vertical la recta OG que une el centro de rotacion con el de gravedad; M , el momento magnético; i α , el ángulo mui pequeño que forma el eje magnético con el horizonte.

La ecuacion de equilibrio puede escribirse

$$ZM \cos \alpha = q \sin \beta + HM \sin \alpha,$$

o bien, siendo el ángulo α mui pequeño,

$$(1) \quad ZM = q \sin \beta + HM\alpha.$$

En el cálculo de las variaciones, se puede considerar como constante el producto HM que es multiplicado por un número mui pequeño; se tendrá entonces

$$(2) \quad MdZ + ZdM = q \cos \beta d\beta + \sin \beta dq + HM d\alpha.$$

Dividiendo miembro a miembro las dos ecuaciones (1) i (2) i despreciando en la division el término mui pequeño $HM\alpha$, se tendrá

$$\frac{dZ}{Z} + \frac{dM}{M} = \cot \beta d\beta + \frac{dq}{q} + \frac{HMd\alpha}{q \sin \beta}$$

Segun la ecuacion (1), siendo $q \sin \beta$ casi igual a ZM , el término $\frac{HMd\alpha}{q \sin \beta}$ puede escribirse entonces $\frac{H}{Z} d\alpha$, o bien, $\cot I d\alpha$, designando por I la inclinacion.

Como los ángulos α i β son casi iguales, se tendrá

$$\frac{dZ}{Z} = (\cot \beta + \cot I) d\beta + \left(\frac{dq}{q} - \frac{dM}{M} \right).$$

$\frac{dq}{q}$ es proporcional a las variaciones de la temperatura; lo mismo sucede con $\frac{dM}{M}$, pudiéndose por tanto escribir

$$\frac{dZ}{Z} (\cot \beta + \cot I) d\beta + b (T - T_0).$$

Si se representa por n el número de divisiones en que se ha movido la imájen a partir de una posición determinada que corresponde a cierto valor de Z , la variación de la componente vertical será dada por la relación

$$\frac{dZ}{Z} = A n + b (T - T_0).$$

GRADUACION. — El valor de $\cot \beta$ puede ser calculado directamente haciendo oscilar la barra en el meridiano magnético i en el plano perpendicular; pero este demorado experimento obliga cada vez a cambiar la posición del aparato. Fuera de eso, es bastante difícil medir con exactitud la duración de las oscilaciones, que concluyen muy pronto. Es muy preferible emplear la misma regla de comparación que nos ha servido para el bifilar. Si acercamos esta regla al magnetómetro-balanza después de colocado en posición vertical el imán desviador, agregamos a la fuerza vertical una fuerza conocida $H \operatorname{tg} \alpha$, que se puede escribir $Z \times \frac{H}{Z} \operatorname{tg} \alpha$, o bien, $Z \cot I \operatorname{tg} \alpha$.

La balanza recorre cierto número de divisiones d' ; invirtiendo 180° el imán, se obtiene un segundo movimiento en sentido inverso d'' .

Hechas con suficiente rapidez las observaciones, la temperatu-

ra no cambia entre ellas, i se tiene entonces como valor A de la constante ($\cot \beta + \cot I$), designando por d el promedio $\frac{d' + d''}{2}$,

$$A = \frac{\operatorname{tnj} \alpha}{d} \cot I$$

EJEMPLO.—El 2 de agosto, acercando el iman desviador que ha producido en el declinómetro una desviacion de $1^{\circ} 47' 47''$ se han hecho las lecturas siguientes:

Polo N. abajo.....	130.0 div
" " arriba.....	275.0
<hr/>	
Diferencia.....	145.0
d o semidiferencia.....	72.5

$$\text{Para una division } \frac{dZ}{Z} = \frac{\operatorname{tnj} 1^{\circ} 47' 47'' \cot 52^{\circ} 51'}{72.5 d} = 0.000309.$$

Con la posicion que habíamos dado a la balanza, un aumento de una division correspondía a una disminucion de 0.000309 en la componente vertical.

El coeficiente de temperatura ha sido determinado al mismo tiempo que el del bifilar elevando la temperatura del observatorio en dos ocasiones.

El resultado fué que para cada grado de aumento de la temperatura, las lecturas aumentaban en término medio de 1.11 d., valor correspondiente a una disminucion aparente de 0.00033 de la componente vertical. Otro experimento nos dió 1.10 d. como cambio de las lecturas por cada grado de temperatura, i este último valor fué el que se adoptó para la reduccion de todas las observaciones a una misma temperatura.

2.—INSTRUMENTOS INSCRITORES

DESCRIPCION.—Los instrumentos descritos anteriormente se

prestan sin modificación alguna para la inscripción fotográfica de las variaciones de los elementos magnéticos.

El mecanismo inscriptor que se les agrega se compone de un movimiento de relojería de péndulo i pesas, colocado en el fondo de una caja de madera dividida en toda su altura en dos partes por un tabique de madera, formando la parte anterior cámara oscura con un bastidor fotográfico que mediante una cremallera baja recorriendo un espacio igual a su altura cada 24 horas. Dicho bastidor está formado por un marco con dos vidrios, uno transparente situado hacia adelante i el otro pintado de negro hacia atrás i entre ellos se coloca una hoja de papel de jelinobromuro de plata. Puesto en su sitio el bastidor, el lado sensible del papel queda detrás de una hendidura horizontal abierta en la caja i sobre la cual caen los rayos luminosos reflejados por los espejillos de los instrumentos.

El manantial de luz es una lamparita alimentada con gasójeno i que arde con luz igual durante 36 horas. Esta lámpara, colocada en una linterna fijada en la caja del reloj, tiene en cada una de sus tres caras libres una lente i una hendidura vertical, cuya anchura puede graduarse como convenga i que pueden ser movidas en sentido vertical u horizontal, pudiéndose así variar la intensidad i la dirección de los tres rayos luminosos emitidos por la lámpara i que van a caer en el declinómetro, en el bifilar i en la balanza magnética.

Si el espejo de un instrumento es perpendicular al eje óptico de la lente i si la hendidura correspondiente se encuentra en el plano focal de éste, la imájen de la hendidura formada por el rayo reflejado se hallará también en el mismo plano i en el lado opuesto. El eje óptico debe, por tanto, ser bisector del ángulo formado por las rectas que van de la lente a la hendidura i al punto en que se quiere producir la imájen. Cuando el espejo de cada instrumento gira cierto ángulo, la recta que une el centro óptico de la lente con la imájen gira un ángulo doble; por tanto, si los dos espejos no son absolutamente paralelos, se tendrá dos imágenes distintas, i la distancia entre ellas será proporcional al ángulo de los dos espejos; por consiguiente dará a conocer los cambios de posición del iman.

Los tres instrumentos cuyas indicaciones recibe el inscriptor fo-

tográfico están situados uno al frente i los otros dos al lado de él. Los rayos luminosos que provienen de estós últimos son recibidos por un prisma recto que los refracta perpendicularmente hacia la ventanilla que hai delante del bastidor fotográfico. Los dos prismas abarcan a cada lado un tercio de la anchura del papel sensible, quedando el tercio del medio libre para recibir directamente la imájen dada por el instrumento que está al frente.

INSTALACION.—Los zócalos destinados a recibir los tres instrumentos han sido contruidos situándolos respecto del que soporta el aparato inscriptor a una distancia igual a la longitud focal de cada una de las lentes, que aquí era, en término medio, 1.25 metro. Situada así la caja fotográfica i encendida la lámpara anexa, se procede al montaje del declinómetro, para lo cual se destuerce el hilo i se coloca en su sitio la barra imanada, haciendo jirar en seguida el aparato de manera que la lente esté dirigida hacia la lámpara, lo cual se logra moviendo un poco el inscriptor o el aparato. Se gradúa entonces la hendija i la lente de la lámpara para que la imájen de la llama esté bien en punto en el declinómetro, i con la ayuda de una hoja de papel blanco se busca la imájen movable que debe formarse a la altura del prisma i en su medianía. Si la imájen no está a buena altura se la trae a ella por medio de los tornillos niveladores; si se aleja a derecha o a izquierda, se mueve convenientemente el aparato. Para mayor precision la lente i la hendija están puestas en un tubo enchufado.

Con el objeto de evitar que las dos imájenes se confundan en su posicion media i den dos trazados superpuestos en el papel, hemos dispuesto los espejos con un ángulo de unos 15', lo cual producía entre la imájen fija i la movable una separacion de un centímetro próximamente.

Dispuestas así las cosas, se sella con resina los instrumentos, declinómetro e inscriptor, en sus respectivos soportes, i se pasa al bifilar empleando precauciones análogas. Si el instrumento ha sido bien colocado en su zócalo, haciendo jirar 90° el espejo fijo, se verá probablemente en el prisma la imájen reflejada; si no está allí, se la encamina, ya moviendo un poco el instrumento, ya metiendo o sacando el tubo enchufado en que está la hendija.

Maniobrando en seguida el círculo de torsion, se traerá la imájen del espejo movable a reflejarse exactamente a la altura del prisma i a una pequeña distancia de la imájen fija, un centímetro próximamente. En nuestro bifilar el polo norte del iman se hallaba al oeste i la componente aumentaba siguiendo las ordenadas de la graduacion del papel.

Análogos cuidados requiere la instalacion de la balanza magnética, que se coloca tratando de que la luz caiga bien en el prisma respectivo. Se da vuelta al círculo graduado hasta que la imájen reflejada por el espejo fijo se halle en la vertical que pasa por el medio del espacio dejado libre entre los dos prismas i se arregla el equilibrio del iman por los medios indicados en la página 401, de manera que la imájen del espejo movable se halle a cosa de un centímetro de dicha vertical, i se lleva esa imájen exactamente a la hendidura haciendo oscilar lijeramente el prisma reflector. Por medio de la lente montada en un tubo enchufado se produce en el prisma una imájen nítida de la llama i se mueve lateralmente la hendidura respectiva para que estas imájenes se formen un poco atrás de la cara anterior del reloj, con lo cual se encuentran en punto en el papel. Arreglado así el aparato, se le fija bien en su sitio de la misma manera que los otros.

Se puede proceder entonces a la inscripcion fotográfica. Para eso, operando en una cámara oscura, se mete en el bastidor el papel bromurado i el todo se introduce en la caja del inscriptor, en la parte superior de la cremallera; se hace oscilar el péndulo i se apunta la hora. El bastidor baja con un movimiento regular de 1 centímetro por hora i llega a la parte inferior i final de su carrera al cabo de 24 horas.

Todos los días a la misma hora se cambia el papel sensible, operacion que se hace en la cámara misma, a la luz de una linterna de vidrio rojo. La hendidura horizontal se cierra por medio de un pequeño postigo manejado por un boton de cremallera i se llena de nuevo la lámpara con gasógeno. Después de haberse cerciorado de que las imájenes luminosas están siempre bien en su punto, se abre nuevamente la hendidura i la inscripcion vuelve a comenzar.

El papel ya impresionado se trasporta después de esto, meti-

do en una caja herméticamente cerrada, al laboratorio, dejado precisamente bien a oscuras, i allí se procede a desarrollar. Empleando como baño revelador 100 centímetros cúbicos de una disolucion al 25% de oxalato neutro de potasa i 25 centímetros cúbicos de una disolucion de sulfato de fierro, en la misma proporcion, se ve aparecer de negro las curvas a los pocos instantes. La prueba, lavada en mucha agua, pasa entonces al baño fijador de hiposulfito de sosa, donde se deja durante cosa de una hora antes de proceder a los lavados definitivos i a secarla. Con esto queda todo concluido, i se ve en el papel tres líneas rectas producidas por la reflexion de la luz en los espejos fijos i tres curvas que indican las variaciones de los elementos magnéticos.

El inscriptor que poseíamos indicaba las horas en el papel por 2 procedimientos distintos. El vidrio anterior del bastidor estaba dividido en 24 partes iguales por 25 rayas negras horizontales espaciadas 1 centímetro, movimiento del aparato en una hora, i estas rayas, pasando una tras otra ante la abertura, interrumpian el paso de la luz produciendo en las curvas una serie de interrupciones de cortísima duracion.

Poco tardamos en ver que este procedimiento no era suficientemente exacto i resolvimos emplear un perturbador eléctrico anexo al movimiento de relojería. Consistía éste en un contacto que cerraba cada hora, durante un corto instante, un circuito en que estaba intercalada una pila de dos elementos Leclanché. La corriente, pasando en bobinas sin fierro colocadas cerca de los instrumentos, producía en cada barra imanada una serie de oscilaciones que eran reproducidas en la curva fotográfica, marcando así la hora. Para poder determinar con mas exactitud todavía el valor absoluto correspondiente a la línea fija de los tres instrumentos, habíamos agregado al perturbador un cierra-circuito que permitía obtener en la curva el momento preciso del principio i del fin de las observaciones absolutas, i por consiguiente reducir las ordenadas en valores absolutos.

GRADUACION.—Cada quince días procedíamos a la graduacion de los aparatos. La primera operacion consistía en determinar el

valor angular de un milímetro en la ordenada de la curva del declinómetro, como sigue:

Cerrada la abertura del inscriptor, se lee el nonio del círculo inferior, i en seguida, con la ayuda del tornillo de precision, se hace jirar el cilindro en cierto ángulo, que se mide por la diferencia de las lecturas del nonio. Si se abre entonces la hendija durante unos 10 minutos, la imájen fija desviada de su posicion normal se proyecta sobre el prisma i por consiguiente sobre la curva a cierta distancia de su posicion primitiva. Si se da vueltas entonces en sentido inverso al tornillo de ajuste se obtiene una segunda desviacion situada al otro lado de la línea fija. Después del desarrollo de la curva se mide en milímetros la distancia de las dos imájenes correspondiente a un movimiento conocido del espejo fijo. La correccion del error debido al movimiento de la lente se obtiene por la medida de los cambios del espejo movable.

Ejemplo, tomado el 2 de abril:

Lectura del nonio antes	121° 10'
Después de la primera operacion.....	120 40
Después de la segunda operacion.....	121 40
Diferencia	<u>60'</u>
Movimiento de la imájen fija.....	38.0 mm
Movimiento de la imájen móvil.....	<u>1.5</u>
Movimiento corregido.....	36.5

de donde se deduce

$$\text{valor de 1 mm} = \frac{60}{36.5} = 1.64'$$

El coeficiente de torsion se obtiene haciendo jirar 180° el círculo inferior i midiendo el movimiento de la imájen movable. Este movimiento, ha sido encontrado igual a 3 milímetros, de donde

$$\tau = \frac{3 \times 1.64}{180'' \times 60} = 0.0004',$$

cantidad despreciable.

A. H.

La sensibilidad del bifilar i de la balanza se mide por medio de la regla de comparacion, procediendo como lo hemos hecho ya con los instrumentos de lectura directa. Con todo, hai que dejar la regla en su sitio durante mucho mayor tiempo, para permitir que la inscripcion fotográfica se haga bien.

Ejemplo, tomado el 2 de abril:

Un iman auxiliar, colocado cerca del declinómetro, a una distancia de 25 centímetros, en la segunda posicion de Gauss, ha producido un movimiento de la imájen movable igual a 15 milímetros.

La misma barra, acercada al bifilar i en seguida a la balanza, ha producido un movimiento de la imájen movable igual a 26 milímetros para el primero de esos instrumentos i a 12.75 milímetros para la balanza.

Se ha deducido α (ngulo de desviacion) = $15 \times 1.64' = 24.6'$ i

$$\frac{dH}{H} \text{ corresp. a } 1 \text{ mm} = \frac{\text{tnj } 24.6'}{26} = 0.000276,$$

$$\frac{dZ}{Z} \text{ corresp. a } 1 \text{ mm.} = \frac{\text{tnj } 24.6' \cot 52^{\circ}55'}{12.75} = 0.000424.$$

La cámara de los inscritores estaba colocada en condiciones mui favorables de abrigo contra las variaciones de temperatura. Las paredes estaban tapizadas, ardía constantemente una lámpara en ella i la puerta se abría pocas veces i por un corto instante. Con todo, la temperatura distaba mucho de permanecer constante de un día a otro, i había que observar con frecuencia los termómetros anexos a los instrumentos, hasta que, para evitar en lo posible entrar en la cámara, instalamos all un termómetro inscritor, situándolo a suficiente distancia de los aparatos magnéticos para que sus pequesimas piezas de fierro no pudieran ejercer influencia ninguna sobre los imanes. Todos los días a la 1 p m se comparaba las indicaciones de este instrumento con las de los termómetros colocados en las cajas de los instrumentos, obtenndose así la curva de las temperaturas correspondientes a las curvas magnéticas.

Hemos tratado de determinar los coeficientes de temperatura elevando la del observatorio. Este método, aplicado al bifilar, no nos ha dado resultados satisfactorios. Los valores de las variaciones calculados i corregidos de la temperatura empleando el coeficiente 0.00032 hallado por este procedimiento diferían notablemente de los que daba el bifilar de lectura directa. Examinando los resultados suministrados por éste durante tres meses i dividiendo este período en días de baja, media i alta temperatura, hemos buscado cual era el valor del coeficiente que, empleado para reducir a la misma temperatura las variaciones del inscriptor, daba resultados concordantes con los del instrumento de lectura directa.

Hemos hallado que para temperaturas de

6° término medio, el coeficiente debía ser.....	0.00054
10 Id. id.	0.00048
12 Id. id.	0.00050
15 Id. id. (pocas observaciones).....	0.00060

El valor medio adoptado fué de..... 0.00053

El mismo cálculo aplicado a la balanza magnética nos ha dado como valor de este coeficiente 0.00034, mientras que el valor hallado por la elevacion de temperatura del observatorio había sido de 0.00032. Este último fué el que se adoptó definitivamente para la reduccion de las observaciones:

CAPITULO 2

Anotacion de las observaciones i su reduccion en valores absolutos

La construccion del observatorio, principiada el 10 de setiembre de 1882, estaba terminada el 25; pero dificultades imprevistas

de instalacion impidieron comenzar la serie de observaciones regulares antes del 1° de octubre. El funcionamiento del inscriptor demoró aun algunos dias mas en dar indicaciones seguras, siendo de lamentar que durante ese tiempo, por no estar terminadas las casas de habitacion i tener que alojarse el personal a bordo, no se pudo reemplazar ese sistema de observaciones por lecturas muy seguidas de los instrumentos, como ser horarias.

En el congreso internacional de San Petersburgo se había convenido en que todas las estaciones polares debían observar las variaciones de los elementos magnéticos cada hora, i para hacer simultáneas las observaciones se había adoptado, en memoria de Gauss, la hora del meridiano de Gottingue. Como la Comision francesa del cabo de Hornos estaba provista de instrumentos inscriptores (era la única), la Academia de ciencias nos había autorizado a reducir a 6 observaciones hechas cada 4 horas las 24 lecturas horarias, con la condicion de garantizar que el funcionamiento de los inscriptores fuera completamente satisfactorio. Esas 6 observaciones permitían comprobar la indicacion de los inscriptores i determinar con la mayor exactitud los valores absolutos de las líneas de las abeisas que representaban en las curvas las posiciones de los espejos fijos.

Habiendo sido dejada indeterminada la hora de orijen de las observaciones, hemos adoptado las horas del lugar que correspondían a las horas cabales de Gottingue (2, 6 i 10). Siendo la diferencia de longitud de 5 h 10 m, las lecturas debían haber tenido lugar a las 12 48 a m, 4 48 a m, etc; pero al principio habíamos aceptado la cantidad de 5 10 m solamente como diferencia de longitud, i habiendo principiado la serie basándonos en ese valor, hemos seguido observando 2 minutos mas tarde que las horas indicadas. Comenzadas a las 12 50 a m, las observaciones se ejecutaban, tan rápidamente como era posible, en el orden siguiente: 1° declinómetro, 2° bifilar, 3° balanza, 4° unifilar con deflectores, 5° termómetros de los instrumentos.

Inmediatamente después el observador, cerrando durante un corto instante el conmutador colocado en la puerta de la cámara de los inscriptores, producía en las barras imanadas un ligero mo-

vimiento que se reproducía en la curva fotográfica, permitiendo así dejar apuntada la hora para comprobar la regularidad del descenso del bastidor.

Todos los días a la 1 p m se cambiaba el papel de éste i se procedía a desarrollar i fijar las curvas, como ya se dijo. En seguida se medía las 24 ordenadas correspondientes a las horas de Gotingue, para lo cual se empleaba una escala de vidrio graduado verticalmente en centímetros i horizontalmente en milímetros. Con un poco de práctica el encargado de esta operacion lograba apreciar con exactitud el cuarto de milímetro. Hechas así las medidas se procedía a los cálculos de reduccion de las curvas.

1. CURVAS DE DECLINACION.

Las ordenadas de la curva de declinacion eran reducidas en unidades absolutas, multiplicándolas por el valor en minutos del milímetro (1.62 término medio). Para deducir de allí el valor de la declinacion era por tanto necesario conocer a D_0 o sea la declinacion correspondiente a la raya fija, i esta cantidad era dada por numerosas determinaciones absolutas. Durante cada observacion un ayudante colocado en la casita magnética leía las indicaciones del declinómetro una vez por minuto, i en cuanto recibía aviso de que la observacion estaba terminada, cerraba el conmutador de los inscriptores. Se tenía así marcada en la curva la hora precisa del fin de la observacion, de duracion conocida.

El valor de D_0 ha experimentado cambios notables solamente durante unas pocas determinaciones del valor en minutos de un milímetro de la ordenada. El cuadro que sigue indica los valores mensuales que nuestras observaciones nos han dado para D_0 . Los cuadros de declinacion han sido calculados por medio de estos valores.

FECHAS	VALOR DE D_0	OBSERVACIONES, DETERMINACION DE ϵ
Del 1° de noviembre al 22 de noviembre.....	19° 53.0'	
Del 23 de noviembre al 5 de diciembre.....	19 54.8	El 23 de noviembre, $\epsilon = 1.61'$
Del 5 de diciembre al 1° de enero	19 55.3	El 5 de diciembre, $\epsilon = 1.63'$
Del 1° de enero al 1° de febrero	19 55.1	
Del 1° de febrero al 1° de marzo.....	19 55.1	
Del 1° de marzo al 1° de abril	19 54.8	
Del 1° de abril al 1° de mayo.....	19 54.0	El 2 de abril, $\epsilon = 1.64'$
Del 1° de mayo al 1° de junio	19 53.7	
Del 1° de junio al 1° de julio.....	19 53.5	
Del 1° de julio al 1° de agosto	19 54.1	El 1° de julio, $\epsilon = 1.62'$
Del 1° de agosto al 1° de setiembre.....	19 53.6	

En resúmen, designando como queda dicho por D_0 la declinacion observada cuando el espejo movable es paralelo al espejo fijo, es decir cuando las dos líneas se confunden; por ϵ el valor en minutos representado por 1 milímetro de la curva i por n el valor en milímetros de la ordenada medida, se tiene:

$$D = D_0 + n \epsilon$$

2. CURVAS DE LA FUERZA HORIZONTAL

Si se llama A el valor de la variacion $\frac{dH}{H}$ para un milímetro de la curva, valor determinado cada 15 días, la fraccion de la componente horizontal correspondiente a una ordenada de n milímetros será, designando por H_0 el valor de este elemento en la línea fija i a la temperatura de oríjen T_0

$$H = H_0(1 + A n) + b(T - T_0).$$

El valor de A puede cambiar de una manera sensible, segun lo manifiesta el cuadro siguiente, en que están contenidos sus diversos valores:

FECHA	VALOR DE A	FECHA	VALOR DE A
16 de octubre.....	0.000251	18 de marzo.....	0.000268
28 de octubre....	0 000254	2 de abril.....	0 000276
10 de noviembre..	0 000263	16 de abril.....	0 000265
23 de noviembre..	0 000260	2 de mayo.....	0 000267
8 de diciembre...	0 000246	16 de mayo.....	0 000265
19 de diciembre...	0 000248	3 de junio.....	0 000264
3 de enero.....	0 000262	2 de julio.....	0 000274
16 de enero.....	0 000256	16 de julio.....	0 000271
3 de febrero.....	0 000256	3 de agosto.....	0 000272
16 de febrero.....	0 000258	16 de agosto.....	0 000268
6 de marzo.....	0 000262	30 de agosto.....	0 000268

Para reducir todas las observaciones a la misma temperatura hemos adoptado como valor de T_0 la temperatura de 6° , que ofrecía la ventaja de corresponder mas o menos a la temperatura media del año.

Siendo el coeficiente de temperatura igual a 0.00053, se tiene para el 1º de marzo, por ejemplo:

$$H = H_0 (1 + n \times 0.000362) + 0.00053 (T - 6^\circ).$$

Por consiguiente, si en un momento cualquiera se ha determinado por medio del teodolito de Brunner el valor H de la componente, se tendrá

$$H_0 = \frac{H - 0.00053 (T - 6^\circ)}{1 + n \times 0.000362}.$$

Siendo muy pequeño el factor $n \times 0.000362$, se puede escribir

$$H_0 = H - 0.00053 (T - 6^\circ) (1 - n \times 0.000362).$$

o bien

$$H_0 = H (1 - n \times 0.000362) - 0.00053 (T - 6^\circ).$$

Nos hemos esforzado en tener para cada mes un gran número de determinaciones absolutas para obtener a H_0 con el menor error posible. El cuadro que sigue manifiesta que este valor aumenta cada mes. En efecto, disminuyendo el momento magnético con el tiempo, el par de torsion tiende a alejar mas i mas la barra de su primera posicion de equilibrio.

Fecha correspondiente al promedio	VALOR DE H_0 A LA TEMPERATURA DE 6°		H_0 medio	Cambio mensual	H_0 adoptado
	Barra 0	Barra 1			
28 de octubre.....	0.28247	(1)	0 28247		0.28238
15 de noviembre .	0 28268	0.28272	0 28270	+ 23	0 28265
16 de diciembre...	0 28262	0 28293	0 28278	+ 8	0 28292
21 de enero	0 28304	0 28318	0 28311	+ 33	0 28320
14 de febrero.....	0 28353	0 28341	0 28348	+ 37	0 28348
16 de marzo	0 28362	0 28383	0 28372	+ 24	0 28375
14 de abril.....	0 28402	0 28403	0 28403	+ 31	0 28403
15 de mayo	0 28419	0 28426	0 28421	+ 18	0 28431
18 de junio	0 28463	0 28454	0 28458	+ 37	0 28459
15 de julio.....	0 28519	0 28491	0 28505	+ 47	0 28487
15 de agosto.....	0 28531	0 28516	0 28524	+ 19	0 28515

(1) Hai una sola observacion en este mes.

En realidad el valor del cero, desde el 1° de octubre hasta el 20 de febrero, no era exactamente el que está indicado. En esa época, en efecto, nos habíamos visto obligados a aumentar un poco la torsion del bifilar, por no caer bien la luz reflejada por el espejillo movable en la hendija. Midiendo el movimiento de la imájen movable en la curva i por comparacion con el bifilar de lectura directa, hemos podido referir todas las observaciones anteriores al mismo origen que la serie final desde el 20 de febrero hasta el 1 de setiembre. El cuadro indica un aumento bastante regular del valor de H_0 , igual por término medio a 0.00028. Para la reduccion de las observaciones, hemos supuesto que el coeficiente del tiempo era constante; los valores de H_0 adoptados, suponiendo regular el aumento, son los que figuran en la columna 6. Teniendo la variacion mensual media un valor de 0.00028, se ha podido de-

ducir el valor propio de cada día del mes, i empleando los valores así obtenidos es como hemos calculado los cuadros de la componente horizontal.

3. CURVAS DE LA COMPONENTE VERTICAL

Las variaciones de la componente vertical han sido reducidas a valores absolutos por medio de la relacion

$$Z = Z_0 (1 + B n) + b (T - T_0),$$

en la cual B representa la constante correspondiente a una variacion de 1 milímetro en la curva.

Los diversos valores de esta constante, determinados dos veces por mes, como los del bifilar, están indicados en el cuadro siguiente: ¹

FECHA	VALOR DE B	FECHA	VALOR DE B
16 de octubre.....	0.000405	2 de abril.....	0.000424
27 de octubre....	0 000416	16 de abril.....	0 000415
10 de noviembre..	0 000409	2 de mayo	0,000415
5 de diciembre...	0 000403	16 de mayo	0 000407
19 de diciembre...	0 000403	3 de junio.....	0 000427
16 de enero.....	0 000413	2 de julio.....	0 000400
3 de febrero.....	0 000413	16 de julio.....	0 000401
16 de febrero.....	0 000411	3 de agosto	0 000394
6 de marzo.....	0 000417	16 de agosto	0 000388
18 de marzo.....	0 000421	30 de agosto	0 000388

1. Los valores obtenidos para el 16 i el 30 de agosto, notablemente inferiores a los demás, provienen de que ha sido necesario hacer jirar el círculo horizontal para dirigir la luz del espejillo móvil a proyectarse en medio del espacio comprendido entre los dos prismas, no encontrándose ya la barra, por tanto, exactamente en el meridiano,

El coeficiente de temperatura obtenido directamente, habiendo sido hallado igual a 0.00032, la fórmula de reducción resulta ser, para el 1 de mayo, por ejemplo:

$$Z = Z_0 (1 + 0.000415 \times n) + 0.00032 (T - 6).$$

El valor de Z_0 se obtiene determinando en un momento cualquiera un valor de la inclinación i leyendo las indicaciones correspondientes del bifilar, que suministrarán a H , i los de la balanza, que suministrarán a n .

Se calcula Z por la fórmula

$$(1) \quad Z = H \operatorname{tg} I,$$

de la cual se deducirá

$$Z_0 = Z (1 - 0.000415 n) - 0.00032 (T - 6^\circ).$$

La determinación de Z es más complicada i se obtiene con una exactitud mucho menor que la que se puede esperar tratándose de la componente horizontal.

En efecto, las variaciones están ligadas por la relación siguiente:

$$(2) \quad dZ = dH \operatorname{tg} I + \frac{H dI}{\cos^2 I},$$

la cual, dividida por (1), da

$$\frac{dZ}{Z} = \frac{dH}{H} + \frac{dI}{\operatorname{sen} I \cos I},$$

que se puede escribir

$$\frac{dZ}{Z} = \frac{dH}{H} + \frac{2 dI}{\operatorname{sen} 2I}.$$

Admitiendo que en el caso más favorable el error de H sea despreciable, se ve que el error cometido en Z será igual al error de I dividido por una cantidad muy próxima a la unidad (0.96 para $I = 53^\circ$).

Con el instrumento mui ordinario que poseía el observatorio, era difícil poder obtener a I con una exactitud superior a 2'. El error cometido en Z será entonces $\frac{2 \times 2' \times 0.000291}{0.96} = 0.0012$.

El cuadro siguiente da los valores hallados para Z_0 :

MESES	Z_0	Z_0 adoptado	MESES	Z_0	Z_0 adoptado
1	2	3	1	2	3
Noviembre...	0.3777	0.3774	Abril	0.3782	0.3780
Diciembre...	0.3778	0.3775	Mayo.....	0.3782	0.3781
Enero.....	0.3774	0.3776	Junio	0.3783	0.3782
Febrero.....	0.3776	0.3777	Julio.....	0.3782	0.3783
Marzo.....	0.3777	0.3779	Agosto	0.3785	0.3785

Si se saca el promedio de las cantidades contenidas en la columna 2 de tres en tres meses, se hallará:

Enero.....	0.3776
Abril	0.3780
Julio	0.3783

Estos números parecen manifestar que el valor del cero va aumentando de una manera bastante regular con el tiempo, siendo este aumento próximamente de 0.00012 por mes.

Admitiendo que este cambio sea enteramente debido al efecto del tiempo, i suponiendo constante al coeficiente, hemos adoptado como valor de Z_0 las cantidades indicadas para cada mes en la columna 3 del cuadro.

CAPITULO 3.

Estudio de las variaciones

I. DECLINACION

Vamos a estudiar separadamente los tres cambios que la declinacion experimenta en un lugar dado, ó sea las variaciones *secular*, *anual* i *diurna*.

VARIACION SECULAR

Se deduce jeneralmente de dos observaciones hechas con un intervalo de algunos años. La única determinacion de declinacion hecha en la bahía Orange lo fué durante el viaje de la *Beagle* en 1828, i comparada con la nuestra indica una disminucion de 4.11' por año. Esta cantidad nos parece pequeña, pues en 10 meses observamos una disminucion de 4.29', lo cual daría una de 5.15' por año ¹.

VARIACIONES ANUALES

Muchos observadores parecen admitir que la declinacion está sometida a oscilaciones anuales relacionadas probablemente con

1. Para que la disminucion de 4.11' fuera exacta, sería preciso admitir que la variacion marcha uniformemente, cosa de que Gauss dudaba para la Europa, i aun había emitido la opinion de que este movimiento es progresivo. Durante el siglo pasado la declinacion ha ido aumentando, ha alcanzado su máximo en los primeros años del actual i ha principiado a retroceder en 1836, segun él. Lo natural es que esta vuelta del movimiento progresivo al movimiento retrógrado se haya verificado con un movimiento poco sensible al principio i que ha ido acelerándose mas i mas.

la posición del sol. En el observatorio de Paris Cassini había observado que durante los tres meses comprendidos entre el equinoccio de primavera i el solsticio de verano, el polo norte de la aguja imanada se acercaba al este, i que en los nueve meses siguientes marchaba hacia el oeste. Arago había sentado también una declinación máxima en el equinoccio de primavera i una mínima en el solsticio de verano, variaciones ambas muy pequeñas.

El jeneral Sabine, autoridad en magnetismo, no participa de estas ideas i aun las refuta perentoriamente. En su libro sobre las observaciones magnéticas hechas en Santa Elena desde 1844 hasta 1849 dice testualmente:

«En algunas publicaciones de estimados observadores se ha representado el cambio de la declinación como variable según la época del año. Nosotros creemos ahora que tales conclusiones descansan en observaciones que comprenden un período de tiempo demasiado corto o hechas con poca exactitud. Los resultados obtenidos desde 1841 hasta 1845 hacen ver, por su coincidencia con los de 1845 a 1849, que el cambio secular se produce de un modo uniforme, i que es absolutamente independiente de las influencias meteorológicas u otras».

Difícil nos sería, después de esta negación terminante, averiguar con un corto período de 11 meses si existe o no la lei rechazada por Sabine. Sin embargo hemos tratado de hacerlo, i aunque sin resultados muy patentes, observar la variación anual en el cabo de Hornos e investigar si estaba repartida por igual en todos los meses.

Hemos hallado, como valor medio de la declinación referida al 15 de marzo, época media de nuestro año de observaciones, las cantidades siguientes:

Octubre	20° 10.69'	Abril.....	20° 11.05'
Noviembre.....	20 10.69	Mayo	20 10.45
Diciembre.....	20 10.90	Junio	20 10.51
Enero.....	20 11.00	Julio.....	20 10.77
Febrero.....	20 11.32	Agosto.....	20 10.69
Marzo	20 11.08	Promedio.....	20 10.85

Estos resultados manifiestan que desde el mes de noviembre hasta el mes de marzo, es decir durante el verano austral, la punta norte de la aguja marcha hacia el este, i que desde el mes de abril hasta el mes de junio marcha hacia el oeste; pero, como se ve por el cuadro, la oscilacion es mui pequeña.

VARIACION DIURNA ANUAL I SEMIANUAL

El cuadro que sigue contiene la inscripcion de los promedios horarios de la declinacion durante los once meses de observaciones.

D = 20° +

H O R A S	Oc	Nv	De	En	Fb	Mz	Ab	My	Ju	Jl	Ag	Medin
12 50 a m	11.45'	10.40'	11.00'	10.87'	10.57'	10.09'	9.69'	8.93'	8.56'	8.20'	7.72'	9.77'
1 50	11.13	10.22	10.86	10.69	10.34	10.14	9.73	8.94	8.44	8.33	7.79	9.70
2 50	11.24	10.17	10.29	10.40	10.33	10.03	9.95	9.26	8.57	8.11	7.94	9.66
3 50	11.14	9.99	9.65	9.81	9.94	10.12	10.08	9.40	8.66	8.49	8.15	9.58
4 50	11.53	9.87	9.16	9.17	9.76	10.22	10.12	9.45	8.88	8.85	8.26	9.57
5 50	11.65	9.51	9.11	9.07	9.31	10.08	9.93	9.64	9.27	9.01	8.61	9.56
6 50	11.43	10.73	9.51	9.13	9.54	9.89	9.77	9.76	9.53	9.08	8.35	9.69
7 50	10.42	10.75	10.05	9.31	9.43	9.10	9.17	9.54	9.44	9.28	7.73	9.47
8 50	10.55	10.77	10.75	9.86	40.12	8.76	8.27	8.91	9.46	8.96	7.17	9.42
9 50	11.70	12.39	12.10	11.20	11.19	9.22	8.89	8.95	9.13	8.99	7.17	10.08
10 50	13.30	13.67	13.73	12.92	12.75	10.53	10.55	9.80	9.65	9.65	8.13	11.32
11 50	15.53	15.44	15.39	14.66	14.17	12.21	12.28	10.80	10.30	10.14	9.26	12.74
12 50 p m	17.22	17.42	16.48	15.64	15.36	14.03	13.49	11.34	10.62	10.73	10.22	13.85
1 50	17.66	17.95	16.72	15.59	15.46	14.88	13.73	11.22	10.56	10.84	10.69	14.06
2 50	17.16	16.36	15.80	15.05	14.44	14.62	12.87	10.63	9.99	10.20	10.58	13.47
3 50	15.95	15.92	14.64	14.24	13.90	13.97	11.86	9.92	9.45	9.36	6.58	12.62
4 50	14.55	14.50	13.37	13.23	13.33	12.54	11.52	9.64	9.11	9.12	9.17	11.93
5 50	13.10	13.37	12.57	12.67	12.49	11.79	11.21	9.75	9.22	9.12	8.97	11.29
6 50	12.85	12.48	12.33	12.35	12.54	11.42	10.79	9.55	8.97	8.91	8.57	10.98
7 50	12.42	11.89	12.21	12.18	12.26	11.03	10.63	9.93	8.99	8.90	8.55	10.74
8 50	12.30	11.61	12.03	12.08	11.80	10.85	10.17	9.26	8.99	8.65	8.18	10.53
9 50	11.95	11.54	11.86	11.76	11.50	10.23	10.05	8.95	8.67	8.50	8.31	10.30
10 50	11.37	12.02	11.96	11.54	11.50	10.32	9.92	8.85	8.52	8.11	7.88	10.21
11 50	11.21	11.03	11.31	11.22	11.03	10.26	9.69	8.64	8.48	7.96	7.73	9.87
Medias.....	12.83	12.41	12.19	11.86	11.75	11.08	10.62	9.59	9.22	9.05	8.54	10.85

La última columna vertical, que encierra la media horaria anual, manifiesta que el polo norte de la aguja imanada comienza su marcha hacia el este próximamente a las 8.50 de la mañana, alcanzando su máximum hacia la 1.50 de la tarde i volviendo hacia el oeste hasta las mismas 8.50 de la mañana. Pero este movimiento dista mucho de ser el mismo en todos los meses del año, pues si se compara los datos de julio i enero, por ejemplo, se verá que difieren notablemente. Mientras en el primer mes la declinacion aumenta desde las 3 p m hasta las 6 a m, i disminuye desde las 8 hasta las 10, en el segundo se la ve disminuir hasta las 6 para aumentar en seguida hasta eso de las 2. Desde las 10 a m hasta las 12 noche el sentido del movimiento es el mismo, solo que durante el mes de diciembre la amplitud de la variacion es 7.9' i solamente de 5.6' en julio.

La forma misma de las curvas que resultarian de estos datos hace dividir naturalmente el período de observaciones en dos partes: la primera incluyendo los meses en que la declinacion del sol es austral i la segunda aquellos en que es boreal.

Por faltar el mes de setiembre, hemos hecho abstraccion del de marzo, que le corresponde, durante el cual la influencia de la declinacion del sol es mui pequeña. Ahora bien, si se saca las medias horarias de esos dos períodos i si se las corrije de la variacion secular, de manera que sean comparables, por estar referidas a la misma fecha (15 de marzo) se obtiene el cuadro siguiente:

D = 20° +

HORAS	DECL. DEL SOL AUSTRAL		DECL. DEL SOL BOREAL	
	Declinacion magnética	Dif. con la media horaria anual	Declinacion magnética	Dif. con la media horaria anual
12 50 a m	9.57'	-0.20	9.91'	+0.14
1 50	9.37	0.23	9.94	0.24
2 50	9.22	0.44	10.07	0.41
3 50	8.82	0.76	10.26	0.68
4 50	8.61	0.96	10.41	0.84
5 50	8.44	1.12	10.58	1.02
6 50	8.74	0.95	10.61	0.92
7 50	8.70	0.77	10.33	0.86
8 50	9.12	0.30	9.85	0.43
9 50	10.43	+0.35	9.91	-0.17
10 50	11.98	0.66	10.86	0.46
11 50	13.76	1.02	11.86	0.88
12 50 p m	15.09	1.24	12.57	1.28
1 50	15.26	1.20	12.70	1.36
2 50	14.58	1.11	12.14	1.33
3 50	13.65	1.03	11.32	1.32
4 50	12.51	0.68	11.00	0.83
5 50	11.55	0.26	10.84	0.45
6 50	11.21	0.23	10.64	0.34
7 50	10.90	0.16	10.52	0.22
8 50	10.67	0.14	10.33	0.20
9 50	10.43	0.13	10.18	0.12
10 50	10.45	0.24	9.94	0.27
11 50	9.87	0.00	9.79	0.08

Construyendo las tres curvas de las medias horarias anuales i semianuales, se vería que la curva de invierno presenta dos máximas, una a las 6.50 a m i otra a la 1.50 p m, i dos mínimas, unas a eso de las 12 noche i la otra hacia las 10 a m. La curva de verano va gradualmente desde una mínima situada a las 7.15 a m hasta una máxima hacia las 2 p m, partiendo de este momento baja hasta las 9 p m, quedando entre esta hora i las 11 mas o menos estacionaria i volviendo a ponerse en movimiento hacia el oeste la aguja imanada por las 12 noche. En este caso no hai máxima ni mínima secundarias sensibles.

2. COMPONENTE HORIZONTAL.

VARIACION SECULAR ANUAL

Parece difícil deducir con precisión, de tan corto período, la variación secular; pero basta para hacer ver que esta variación es muy pequeña. En cambio la variación semianual está bastante marcada.

H=0.28...

HORAS	Oc	Nv	De	En	Fb	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	MEDIAS
12 50 a.m.	5548	5369	5449	5493	5417	5290	5352	5376	5373	5502	5547	5429
1 50	5567	5376	5460	5475	5423	5290	5355	5378	5394	5511	5561	5435
2 50	5561	5373	5480	5474	5417	5264	5366	5391	5397	5558	5575	5441
3 50	5570	5392	5445	5470	5399	5273	5354	5398	5397	5558	5576	5439
4 50	5589	5381	5445	5476	5388	5260	5357	5416	5392	5577	5625	5446
5 50	5586	5340	5415	5466	5368	5271	5368	5421	5420	5595	5638	5443
6 50	5525	5305	5371	5432	5313	5235	5356	5432	5420	5585	5619	5408
7 50	5406	5112	5285	5381	5251	5139	5309	5412	5413	5586	5602	5354
8 50	5258	4825	5195	5347	5183	5012	5179	5352	5395	5574	5650	5261
9 50	5195	4894	5179	5253	5165	4925	5088	5269	5345	5521	5461	5218
10 50	5218	5097	5327	5275	5157	4833	5046	5233	5297	5479	5427	5213
11 50	5275	5229	5310	5246	5208	4942	5074	5243	5286	5476	5408	5254
12 50 p.m.	5349	5321	5346	5428	5300	5056	5174	5335	5310	5476	5445	5322
1 50	5430	5341	5365	5442	5336	5125	5226	5361	5343	5517	5466	5368
2 50	5433	5381	5363	5451	5346	5175	5278	5353	5366	5536	5529	5383
3 50	5415	5319	5352	5412	5330	5191	5280	5338	5340	5522	5516	5395
4 50	5409	5307	5360	5390	5241	5157	5173	5320	5323	5507	5496	5335
5 50	5386	5353	5366	5381	5216	5149	5195	5290	5319	5494	5476	5330
6 50	5380	5356	5371	5383	5233	5156	5177	5290	5291	5485	5492	5329
7 50	5410	5400	5382	5356	5261	5173	5212	5313	5289	5488	5498	5344
8 50	5434	5420	5416	5378	5285	5213	5257	5305	5308	5474	5544	5367
9 50	5475	5466	5437	5419	5317	5250	5288	5300	5310	5487	5541	5390
10 50	5524	5471	5428	5451	5323	5235	5312	5337	5340	5459	5549	5403
11 50	5548	5476	5442	5462	5349	5243	5347	5333	5354	5468	5554	5416
Media	5437	5315	5370	5411	5302	5163	5254	5349	5351	5519	5529	5362

Desde noviembre hasta enero la componente aumenta, para disminuir hasta el mes de marzo i volver a aumentar en seguida de una manera regular hasta el mes de agosto. Durante los meses de febrero, marzo, abril, mayo i junio es inferior a la media anual.

El cuadro del frente da los valores de las medias horarias por meses de la componente horizontal.

MARCHA DIURNA ANUAL I SEMIANUAL

Reduciendo a curvas los resultados del cuadro anterior se vería que, en una época cualquiera del año, la componente horizontal disminuye rápidamente desde las 6 hasta las 10 a m, aumentando desde esa hora hasta las 3 p m, para retroceder hasta las 6 i volver a aumentar lenta i regularmente desde las 6 p m hasta las 6 a m. La curva presenta dos máximas, una nocturna a eso de las 6 a m i otra diurna a las 6 p m.

Ahora, si se procede como se ha hecho ya para la declinacion, dividiendo el período de observacion en dos partes, comprendiendo en la primera los meses de octubre a febrero i en la segunda los de abril a agosto, se obtiene la marcha diurna media correspondiente a los meses en que la declinacion del sol es de mismo signo que la latitud i de signo contrario.

HORAS	DECL. DEL SOL AUSTRAL		DECL. DEL SOL BOREAL	
	Valor de H	Dif. con la media anual	Valor de H	Dif. con la media anual
	0.23...	C.000...	0.28...	0.000...
12 50 a m	5455	+026	5430	+001
1 50	5460	025	5438	003
2 50	5461	020	5457	016
3 50	5455	016	5457	018
4 50	5456	010	5473	027
5 50	5433	-010	5488	045
6 50	5369	039	5482	074
7 50	5287	067	5464	110
8 50	5162	099	5410	149
9 50	5157	061	5337	119
10 50	5194	022	5303	083
11 50	5274	+020	5297	043
12 50 p m	5349	027	5348	026
1 50	5383	025	5381	028
2 50	5395	012	5412	029
3 50	5366	001	5399	034
4 50	5341	006	5364	029
5 50	5340	010	5355	025
6 50	5345	016	5347	018
7 50	5362	018	5360	016
8 50	5387	020	5378	011
9 50	5423	033	5385	005
10 50	5439	036	5399	004
11 50	5455	039	5411	005

Si se construye las curvas con los elementos de las columnas 2 i 4, se comprueba que tanto para la componente horizontal como para la declinacion varían esas curvas segun las estaciones; la máxima nocturna ocurre, en invierno, tres horas mas tarde que en verano, mientras que la máxima diurna se presenta mas o menos a la misma hora. De una manera análoga la mínima diurna en invierno está tambien atrasada dos horas respecto de la del verano.

3. COMPONENTE VERTICAL

VARIACION SECULAR I ANUAL

Los valores mensuales de la componente vertical contenidos en el cuadro manifiestan que este elemento disminuye de una manera bastante notable.

Z=0.37...

HORAS	Oc	Nv	Dc	En	Pb	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	MEDIA
12 50 a. m.	8329	8783	8397	8081	7758	7552	7356	7188	7041	6908	6751	7689
1 50	8841	8789	8408	8039	7782	7565	7363	7181	7021	6896	6754	7694
2 50	8843	8805	8422	8057	7790	7580	7364	7189	7027	6868	6728	7697
3 50	8863	8803	8437	8065	7819	7565	7368	7170	7020	6861	6628	7700
4 50	8857	8777	8415	8061	7812	7574	7350	7153	7027	6847	6707	7689
5 50	8884	8817	8455	8094	7856	7587	7352	7147	7013	6841	6709	7705
6 50	8928	8878	8459	8119	7894	7616	7374	7152	7024	6856	6719	7729
7 50	8954	8871	8458	8161	7980	7645	7417	7161	7015	6846	6727	7743
8 50	8934	8650	8442	8160	7982	7711	7481	7203	7019	6845	6750	7757
9 50	8856	8749	8370	8123	7874	7711	7482	7242	7035	6885	6772	7736
10 50	8795	8624	8296	8027	7794	7597	7450	7242	7056	6897	6785	7687
11 50	8729	8583	8220	7943	7720	7573	7435	7221	7076	6892	6787	7658
12 50 p. m.	8673	8556	8221	7892	7664	7525	7372	7177	7063	6887	6765	7618
1 50	8589	8507	8199	7852	7583	7464	7334	7147	7017	6870	6735	7572
2 50	8586	8528	8224	7876	7570	7456	7327	7174	7026	6880	6738	7580
3 50	8607	8549	8248	7916	7615	7472	7349	7182	7038	6892	6743	7601
4 50	8671	8607	8245	7952	7692	7496	7403	7189	7053	6902	6750	7632
5 50	8710	8636	8276	7953	7704	7500	7394	7207	7067	6918	6760	7647
6 50	8753	8649	8288	7962	7691	7518	7403	7202	7082	6921	6764	7657
7 50	8748	8652	8331	7975	7717	7518	7395	7183	7080	6916	6776	7663
8 50	8781	8666	8327	7986	7716	7512	7371	7198	7064	6942	6772	7667
9 50	8787	8650	8347	7985	7696	7508	7362	7212	7071	6946	6755	7665
10 50	8773	8686	8361	7995	7726	7556	7365	7187	7043	6954	6760	7673
11 50	8813	8692	8367	8006	7757	7577	7356	7189	7057	6928	6748	7681
Medias.....	8783	8695	8342	8010	7754	7557	7384	7187	7043	6891	6749	7672

El valor de esta disminucion es, en unidades C. G. S.:

De octubre a noviembre	0.000088
De noviembre a diciembre	0.000353
De diciembre a enero	0.000333
De enero a febrero	0.000256
De febrero a marzo	0.000197
De marzo a abril	0.000173
De abril a mayo	0.000197
De mayo a junio	0.000144
De junio a julio	0.000152
De julio a agosto	0.000142

La disminucion media mensual resulta igual a 0.000208 i corresponde a una disminucion anual de 55/100 000.

Corrigiendo las medias mensuales de esta variacion secular i reduciéndolas todas al mes de marzo, se tiene, como valor de la fuerza vertical:

Octubre	0.377788
Noviembre	0.337864
Diciembre	0.377719
Enero	0.377593
Febrero	0.377546
Marzo	0.377559
Abril	0.377592
Mayo	0.777604
Junio	0.377665
Julio	0.377722
Agosto	0.377788

De esto se infiere que la componente vertical tiene un movimiento semianual casi opuesto al de la declinacion: disminuye con bastante regularidad desde noviembre hasta marzo durante el verano austral, i aumenta durante el invierno. Con todo, esta variacion correspondiente a las estaciones es mui pequena, no alcanzando su amplitud a un milésimo del valor de la componente,

MARCHA DIURNA ANUAL I SEMIANUAL

El movimiento diurno de la componente vertical en los diferentes meses del año es como sigue: va en aumento desde las 6 hasta las 8.50 a m, hora de la máxima, disminuye regularmente desde las 9 a m hasta la 1.50 p m, hora de la mínima, i aumenta en seguida rápidamente hasta las 6 p m. Durante la noche la componente se mantiene poco menos que constante.

El exámen de las diferentes formas de las curvas mensuales conduce a dividir, lo mismo que para los demás elementos, el año en dos partes: período de octubre a marzo i de abril a agosto.

HORAS	MESES DE DECL. AUSTRAL		MESES DE DECL. BOREAL	
	Valor de Z corregido	Dif. con la med. horaria anual	Valor de Z corregido	Dif. con la media horaria anual
	0.377...	0.000...	0.377...	0.000...
12 50 a m	735	+046	671	-018
1 50	749	055	666	038
2 50	760	063	658	039
3 50	774	074	652	048
4 50	761	072	640	049
5 50	798	090	655	060
6 50	833	104	648	081
7 50	852	109	656	087
8 50	840	083	682	075
9 50	771	035	706	030
10 50	684	-003	709	+022
11 50	616	037	705	030
12 50 p m	578	040	676	058
1 50	523	049	644	072
2 50	534	046	651	071
3 50	564	045	664	063
4 50	610	022	682	050
5 50	633	015	692	044
6 50	645	012	697	040
7 50	662	001	698	035
8 50	673	+006	692	025
9 50	670	005	692	027
10 50	655	012	685	012
11 50	704	023	679	-002

Corrigiendo las medias horarias de la variacion secular, se obtiene las cantidades insertas en el cuadro anterior.

Construyendo las dos curvas semianuales se advierte que la amplitud de la variacion diurna es mucho mayor en verano que en invierno, i tambien que mientras las dos curvas presentan su mínima casi a la misma hora, la máxima del invierno se verifica 3 horas mas tarde que la del verano.

Es tambien digno de observacion que, mientras la componente horizontal es menor que la media anual durante el período de verano, la componente vertical es por el contrario mas fuerte, ocurriendo lo inverso durante el invierno.

4. INCLINACION

Los valores de este elemento han sido calculados por la conocida fórmula.

$$\text{tnj} = \frac{Z}{H}$$

Las medias mensuales contenidas en el cuadro siguiente evidencian una disminucion de la inclinacion repartida de una manera irregular en los diversos meses i correspondiente a un cambio anual de 11.3'.

I = 52° +

H O R A S	Oc	Nv	Dc	En	Fb	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Media
12 50 a m	59.53	60.07	58.23	56.36	55.60	55.45	54.23	53.38	52.71	51.30	50.45	55.24
1 50	59.48	60.36	58.22	56.46	55.68	55.50	54.42	53.32	52.48	51.30	50.45	55.23
2 50	59.48	60.45	58.15	56.63	55.75	55.71	54.18	53.28	52.53	50.88	50.33	55.22
3 50	59.55	60.26	58.42	56.66	56.00	56.05	54.28	53.16	52.50	50.86	50.18	55.19
4 50	59.42	60.28	58.33	56.65	56.02	55.73	54.12	52.96	52.57	50.73	49.80	55.19
5 50	59.60	60.63	58.66	56.79	56.38	56.71	54.20	52.92	52.33	50.57	49.74	55.23
6 50	60.10	61.75	58.92	57.15	56.81	56.05	54.28	52.86	52.38	50.68	49.88	55.54
7 50	60.90	62.25	59.45	57.60	57.33	56.73	54.75	53.03	52.38	50.63	50.02	55.92
8 50	61.66	63.81	59.90	57.73	57.73	57.60	56.75	53.57	52.52	50.75	50.43	56.52
9 50	61.69	62.45	59.66	58.17	57.50	58.22	56.28	54.08	52.86	51.18	51.05	56.67
10 50	61.46	61.25	59.07	57.62	57.28	58.00	55.42	54.47	53.23	51.60	51.28	56.49
11 50	60.85	60.32	58.25	56.88	56.66	57.57	56.18	54.27	53.40	51.58	51.42	56.10
12 50 p m	60.02	59.66	58.05	56.52	55.88	56.63	55.33	53.55	53.20	51.57	51.05	55.56
1 50	59.17	59.33	57.85	56.88	56.32	56.02	54.86	53.32	52.80	51.15	50.85	55.14
2 50	59.15	59.20	57.98	56.94	56.20	55.70	54.53	53.44	52.69	51.08	50.47	55.03
3 50	59.33	59.63	58.13	56.33	55.50	54.61	53.50	52.92	51.22	50.53	50.23	55.23
4 50	59.65	59.96	58.08	56.61	56.35	55.98	55.49	53.68	52.98	51.35	50.71	55.54
5 50	59.96	59.83	58.18	56.68	56.56	56.02	55.32	53.94	53.13	51.48	50.85	55.64
6 50	60.18	59.85	58.20	56.71	56.38	56.10	55.45	53.92	53.39	51.55	50.80	55.68
7 50	60.02	59.62	58.33	56.92	56.42	55.98	55.22	53.69	53.38	51.52	50.85	55.62
8 50	59.98	59.57	58.12	56.85	56.20	55.73	54.85	53.81	53.20	51.69	50.55	55.50
9 50	59.78	59.23	58.23	56.66	55.94	55.48	54.63	53.90	53.23	51.65	50.50	55.40
10 50	59.43	59.36	58.18	56.45	56.02	55.78	54.50	53.58	52.94	51.85	50.40	55.32
11 50	59.98	59.36	58.13	56.44	56.00	55.83	54.27	53.61	52.92	51.57	51.40	55.23
Medias.....	59.93	60.03	58.44	56.75	56.27	56.21	54.92	53.51	52.36	51.22	50.54	55.56

Nada hemos podido hallar de las observaciones hechas por los viajeros que antes de nosotros habian estado en la bahía Orange. Pero, en vista de las determinaciones hechas en las islas Malvinas por las varias expediciones científicas que allí han trabajado, parece que la variación secular es mucho menor en los parajes vecinos al cabo de Hornos. En estas islas se ha obtenido en efecto:

En 1820	I = 55° 20' (Freycinet)
En 1822	I = 54 49 (Duperrey)
En 1833	I = 53 25 (Fitz Roy)
En 1842	I = 52 30 (Ross)
En 1883	I = 47 38 (de la Monneraye)

La disminucion de la inclinacion deducida de estas cifras sería 7.2', término medio, i de la comparacion de dos observaciones hechas en la ensenada San Martin (islas Ermita) por Ross i por la comision francesa, esta variacion sería 8.2'.

Los medios para medir este elemento son aun tan deficientes que no es posible deducir de una serie de observaciones ejecutadas en un mismo año el verdadero valor de esta variacion. Suponemos que difiere mui poco de 8'.

MARCHA DIURNA ANUAL I SEMIANUAL

El ángulo que la punta sur de la aguja de inclinacion forma con el plano horizontal aumenta desde las 6 hasta las 9.59 a m, hora de la inclinacion máxima, disminuyendo en seguida este ángulo hasta las 2.50 p m, hora de la mínima, para aumentar nuevamente i en pequeña proporcion hasta alcanzar a una segunda máxima que ocurre a eso de las 6.50 p m. Durante todo el período nocturno la inclinacion disminuye con regularidad, siendo a la vez pequeña la amplitud de esta variacion.

La inclinacion tiene dos máximas, 9.50 a m i 9.50 p m, i dos mínimas, 4 a m i 2.50 p m. La máxima de la mañana i la mínima de la tarde son mucho mas marcadas, siendo su diferencia 1.64', mientras la que hai entre la máxima de la tarde i la mínima de la mañana no pasa de 0.49'.

Para este elemento, lo mismo que para los demás, se ve que las curvas de la marcha en verano i en invierno distan de ser iguales. La amplitud de la variacion diurna alcanza en efecto a los valores siguientes:

Octubre.....	2.5'
Noviembre.....	4.6 *
Diciembre.....	2.2
Enero.....	2.3
Febrero.....	2.5
Marzo.....	2.9
Abril.....	2.2
Mayo.....	1.6
Junio.....	1.1
Julio.....	1.1
Agosto.....	1.5

I = 52° +

HORAS	DECL. DEL SOL AUSTRAL		DECL. DEL SOL BOREAL	
	Valor de I_2	Dif. con la media horaria anual	Valor de I_2	Dif. con la media horaria anual
12 50 a m	55.10'	-0.14	55.26'	+0.02
1 50	55.21	0.02	55.22	-0.01
2 50	55.26	+0.04	55.07	0.15
3 50	55.35	0.16	55.02	0.17
4 50	55.31	0.12	54.87	0.32
5 50	55.59	0.36	54.78	0.45
6 50	56.12	0.58	54.85	0.69
7 50	56.68	0.76	54.99	0.93
8 50	57.34	0.82	55.43	1.09
9 50	57.04	0.37	55.92	0.75
10 50	56.51	0.02	56.03	0.46
11 50	55.76	-0.34	56.20	+0.10
12 50 p m	55.20	0.36	55.77	0.21
1 50	54.68	0.46	55.43	0.29
2 50	54.66	0.37	55.27	0.24
3 50	54.95	0.28	55.39	0.16
4 50	55.30	0.24	55.67	0.13
5 50	55.41	0.23	55.78	0.14
6 50	55.43	0.25	55.85	0.17
7 50	55.43	0.19	55.76	0.14
8 50	55.31	0.19	55.65	0.15
9 50	55.14	0.26	55.61	0.21
10 50	55.06	0.16	55.48	0.16
11 50	55.15	0.08	55.38	0.15

* La variacion diurna del mes de noviembre es debida en g an parte a las fuertes perturbaciones acaeci las entre el 10 i el 20.

Si se divide el año en dos partes i se hace comparables los promedios reduciéndolos a la misma época del año mediante una correccion adecuada de la variacion secular, se obtiene el cuadro anterior, que contiene las medias horarias semianuales corregidas de la variacion secular i la diferencia con la media horaria anual:

Las curvas semianuales i anuales manifiestan que la del verano es superior a la media hasta las 11 a m e inferior a ella el resto del día. En verano la diferencia entre la máxima i la mínima diurna es mucho mayor que entre los mismos movimientos nocturnos (2.69' en el primer caso i 0.37' en el segundo); en invierno por el contrario, la variacion nocturna es mayor que la diurna (0.93' durante el día i 1.07' durante la noche. Por fin, la máxima diurna durante el invierno se atrasa tres horas respecto de la del verano.

5.—VARIACION DE LA FUERZA TOTAL

VARIACION SECULAR

El cuadro que sigue encierra los valores medios horarios mensuales de la fuerza total calculados por la fórmula $T = \frac{z}{\text{sen } I}$. Este elemento parece disminuir mes por mes de una manera bastante perceptible; pero los errores que provienen de la observacion directa de la inclinacion i del cálculo de la variacion secular no permiten determinar con suficiente precision el valor de esta disminucion, la cual, ateniéndose a los datos recojidos, puede ser de $\frac{1}{3000}$ por mes.

T=0.47...

HORAS	Oc	Nv	De	Eu	Fb	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	MEDIAS
12 50 a.m.	4394	4250	3892	3724	3455	3218	3100	3012	2862	2839	2735	3412
1 50	4412	4255	4004	3712	3483	3230	3090	2974	2861	2829	2738	3420
2 50	4427	4269	4028	3730	3485	3226	3115	2990	2859	2833	2761	3425
3 50	4433	4280	4018	3735	3495	3221	3110	2979	2859	2830.	2732	3431
4 50	4437	4271	4000	3732	3485	3218	3105	2976	2861	2826	2747	3430
5 50	4456	4258	4016	3764	3502	3235	3099	2975	2867	2836	2759	3438
6 50	4459	4226	3991	3753	3506	3236	3117	2985	2876	2842	2752	3431
7 50	4407	4166	3932	3750	3497	3202	3123	2980	2865	2835	2745	3410
8 50	4303	3975	3879	3730	3464	3179	3099	2978	2857	2822	2734	3365
9 50	4202	3991	3805	3652	3400	3116	3045	2983	2840	2826	2699	3315
10 50	4155	3958	3774	3539	3329	3010	2990	2943	2827	2798	2638	3279
11 50	4132	4005	3764	3565	3303	3026	2995	2926	2836	2793	2690	3278
12 50 p.m	4150	4038	3794	3534	3304	3057	3005	2916	2839	2788	2685	3233
1 50	4131	4012	3780	3550	3270	3080	3006	2932	2823	2817	2686	3272
2 50	4130	4052	3799	3574	3266	3073	3032	2955	2845	2831	2706	3297
3 50	4137	4032	3812	3532	3270	3092	3052	2958	2839	2832	2700	3237
4 50	4184	4071	3814	3598	3302	3194	3030	2947	2869	2831	2720	3310
5 50	4201	4122	3842	3593	3296	3105	3035	2943	2850	2837	2719	3318
6 50	4231	4134	3855	3609	3296	3103	3032	2940	2853	2833	2730	3336
7 50	4242	4163	3895	3596	3328	3121	3046	2938	2845	2830	2725	3340
8 50	4287	4186	3895	3620	3346	3141	3055	2945	2841	2845	2750	3346
9 50	4316	4201	3941	3635	3351	3159	3068	2954	2840	2855	2734	3370
10 50	4322	4233	3948	3668	3378	3189	3088	2955	2842	2843	2730	3353
11 50	4381	4240	3961	3695	3417	3210	3097	2955	2861	2828	2737	3398
Medias.....	4288	4174	3898	3657	3388	3146	3063	2964	2851	2828	2725	3358

MARCHA DIURNA ANUAL I SEMIANUAL

La fuerza terrestre disminuye desde las 6 hasta las 11 a m permanece mas o menos constante hasta las 6 p.m i vuelve en seguida a aumentar débilmente hasta la hora de la máxima, 6 a.m.

La amplitud total es de $\frac{3}{1000}$ por término medio.

Este valor muestra cuan difícil es obtener exactamente la

marcha de este elemento. La ecuacion $T^2 = H^2 + Z^2$ da, en efecto, para las variaciones simultáneas de los tres elementos

$$T dT = H dH + Z dZ;$$

i dividiendo por T^2 o por sus valores correspondientes, a saber $\frac{H^2}{\cos^2 I}$ i $\frac{Z^2}{\sin^2 I}$

$$\frac{dT}{T} = \cos^2 I \frac{dZ}{Z} + \sin^2 I \frac{dH}{H}$$

que se puede escribir

$$\frac{dT}{T} = \cos^2 I \left(\frac{dH}{H} + \tan^2 I \frac{dZ}{Z} \right)$$

Admitiendo que los coeficientes de temperatura hayan sido obtenidos con precision i que la temperatura de las barras sea exactamente la misma que la del observatorio, el error se reducirá al de medida de las curvas o de lectura del termómetro. El primero puede alcanzar, con el bifilar, a $\pm \frac{8}{100\ 000}$, i con la balanza a $\pm \frac{10}{100\ 000}$. Los termómetros empleados permiten apreciar a lo mas 2 décimos de grado, lo que da, para el primer instrumento de los nombrados, un error de $\frac{10}{100\ 000}$ i para el segundo uno de $\frac{60}{100\ 000}$.

Reemplazando los términos por su valor, se tiene como error posible

$$\frac{dT}{T} = \pm 0.36 (0.00018 + 1.77 \times 0.00016) = \pm \frac{16}{10\ 000}$$

En las condiciones mas favorables, los errores pueden por tanto alcanzar a la mitad de la variacion total.

Los promedios horarios semianuales, corregidos de la variacion secular, suministran el cuadro siguiente:

HORAS	DECL. DEL SOL AUSTRAL		DECL. DEL SOL BOREAL	
	Valor de T ₁	Dif. con la media horaria anual	Valor de T ₂	Dif. con la media horaria anual
	0.47...	0.000...	0.47...	0.000...
12 50 a m	3477	+065	3377	-035
1 50	3504	082	3367	053
2 50	3519	094	3382	043
3 50	3523	092	3371	060
4 50	3512	082	3372	058
5 50	3530	097	3376	057
6 50	3539	108	3383	048
7 50	3518	108	3379	031
8 50	3401	036	3367	+002
9 50	3341	-026	3348	033
10 50	3292	012	3318	039
11 50	3285	006	3317	039
12 50 p m	3295	+012	3316	033
1 50	3280	008	3322	050
2 50	3295	-002	3343	046
3 50	3298	+011	3345	058
4 50	3325	015	3348	038
5 50	3342	024	3346	028
6 50	3356	030	3347	021
7 50	3376	036	3346	006
8 50	3398	052	3356	010
9 50	3420	050	3361	-009
10 50	3441	058	3360	023
11 50	3470	072	3365	033

Se ve que la curva del verano se hallará sobre la curva del invierno desde las 6 p m hasta las 9 a m, i debajo lo demás del tiempo.

TERCERA PARTE

PERTURBACIONES



Además de sus movimientos regulares, la aguja imanada padece con cierta frecuencia desvíos accidentales que afectan bastante a su marcha diurna. La amplitud de estos movimientos, conocidos con el nombre de *perturbaciones* o *tormentas magnéticas*, es mui variable, i afectan a los tres elementos observados jeneralmente: declinacion, componente horizontal, componente vertical.

Gauss, i mas aun el jeneral Sabine, que mas especialmente han estudiado las perturbaciones, han notado, consultando observaciones de muchos años, que parecían seguir una marcha determinada i que eran mas frecuentes en ciertas épocas del año i en ciertas épocas del dia.

Para calificar de tal a una perturbacion, admitían que, cuando a declinacion observada en un momento dado se apartaba mas de 2 o 3 minutos ¹ del valor horario mensual correspondiente, esa diverjencia era debida a una perturbacion. Bastaba pues eliminar de los promedios los valores de los elementos magnéticos durante las horas perturbadas i sacar la diferencia entre la media corregida i la media total para comprobar la influencia de estos movimientos irregulares.

Este procedimiento era bastante empírico i solamente permitía

1. Diverjencias de 3 minutos son bastante escasas en las rejiones templadas, pero mui frecuentes en cambio en latitudes elevadas, donde la fuerza directora es mui débil.

hacer manifiestas las grandes perturbaciones. El empleo de los inscritores ha venido a facilitar este estudio i a hacerlo al mismo tiempo mui exacto. Se sabe en efecto que cuando el estado magnético del globo está tranquilo, las curvas diarias se presentan con una forma regular que va gradualmente de una máxima a una mínima. Pero si, por el contrario, esas curvas toman una forma irregular i presentan bruscos cambios de direccion, formando como dientes de sierra, se puede tener seguridad de haber allí una perturbacion.

Bastará por tanto tomar nota de las horas en las cuales se han producido esos movimientos para eliminar del cálculo de los promedios horarios mensuales los valores de los elementos magnéticos correspondientes para obtener la marcha diurna corregida de los efectos de las perturbaciones.

PERTURBACIONES DE LA DECLINACION

El efecto habitual de las perturbaciones es un aumento de la declinacion entre las 5 a m i las 7.30 p m, i una disminucion de la misma durante la noche. En los meses de invierno, la influencia de las perturbaciones es casi nula, siendo por el contrario mui grande en los meses de noviembre, febrero i marzo.

El cuadro siguiente da, por meses i por horas, el número de perturbaciones observadas, haciendo ver que son mucho mas frecuentes por la mañana, a la salida del sol, que en el momento del paso de este astro por el meridiano.

HORAS.	Oo	Nv.	Do.	En	Fb	Mz	Ab.	My	Jn	Jl	Ag	Sumas
12 50 am	8	13	7	4	7	15	7	6	10	9	5	91
1 50	6	13	8	5	7	13	9	8	11	8	5	93
2 50	5	14	8	6	8	13	7	7	11	8	4	91
3 50	5	14	12	8	9	14	8	6	9	6	3	94
4 50	7	15	11	10	9	14	8	3	9	7	4	97
5 50	10	14	13	11	13	16	8	3	9	6	6	106
6 50	9	15	13	11	11	14	5	3	10	6	4	101
7 50	10	16	10	11	11	14	5	3	10	5	2	97
8 50	8	15	6	7	6	16	3	3	7	4	1	79
9 50	6	13	5	6	12	12	3	1	4	4	1	67
10 50	2	13	3	4	8	10	4	1	4	4	1	54
11 50	2	11	1	5	7	9	3	1	4	4	1	45
12 50 pm	2	12	2	3	8	7	3	1	4	4	0	46
1 50	6	11	2	3	7	6	5	3	3	3	0	49
2 50	6	11	5	4	7	9	3	4	3	3	0	55
3 50	6	11	6	5	7	10	4	5	5	3	1	63
4 50	7	10	4	4	7	11	3	6	6	4	1	66
5 50	7	10	4	3	8	9	6	6	5	6	4	68
6 50	7	11	9	4	8	10	7	8	6	8	4	82
7 50	7	13	9	4	7	9	8	8	9	7	4	85
8 50	7	12	6	3	8	9	8	5	9	9	5	81
9 50	8	12	5	5	9	10	9	5	10	11	5	89
10 50	8	11	5	5	8	12	8	5	9	9	7	87
11 50	7	13	5	3	8	11	7	7	9	8	6	84
Sumas.....	156.	303.	159.	134	101	269	141	103	176	146	77	1770

Sin embargo, aunque menos numerosas, las perturbaciones que ocurren de día tienen mucho mayor influencia sobre el promedio. Este hecho, por lo demás, queda mayormente evidenciado por el exámen de varias curvas irregulares en las cuales se reconoce que casi siempre las perturbaciones acaecidas entre las 10 a m i las 3 p m aumentan la declinación, mientras durante la noche obran ya

en un sentido ya en otro, produciendo en último resultado efectos de poca importancia.

Dividiendo el año en dos partes se tendrá los elementos del cuadro siguiente:

HORAS	DE 1° DE OC. A 1° DE MZ.		DE 1° DE AB. A 1° DE ST.	
	Número de horas perturbadas	Efecto de las perturbaciones en los promedios	Número de horas perturbadas	Efecto de las perturbaciones en los promedios
12 50 a m	39	-0.28'	37	-0.22'
1 50	39	0.25	41	0.20
2 50	41	0.19	37	0.19
3 50	48	0.14	32	0.11
4 50	52	0.04	31	+0.06
5 50	59	+0.19	32	0.12
6 50	59	0.65	28	0.27
7 50	58	0.66	25	0.30
8 50	45	0.47	18	0.34
9 50	42	0.47	13	0.29
10 50	30	0.41	14	0.23
11 50	26	0.42	13	0.14
12 50 p m	27	0.47	12	0.12
1 50	29	0.68	14	0.13
2 50	33	0.75	13	0.10
3 50	35	0.73	18	0.10
4 50	32	0.50	23	0.15
5 50	32	0.27	27	0.15
6 50	39	0.18	33	-0.05
7 50	40	0.10	36	0.11
8 50	36	-0.07	36	0.13
9 50	39	0.15	40	0.16
10 50	37	0.14	38	0.27'
11 50	36	0.15	37	0.31'

Durante el período de verano, el mayor número de perturbaciones ocurre a eso de las 6 a m; en invierno ese máximo se presenta algunas horas antes. El mínimo acaece próximamente a las 12 del día en cualquiera época del año.

La proporción del número de horas perturbadas al número de horas de observación es la siguiente, según las estaciones:

Octubre, noviembre, diciembre	0.279
Enero, febrero, marzo	0.279
Abril, mayo, junio,	0.191
Julio, agosto	0.149

Esto manifiesta que las perturbaciones han sido mucho mas frecuentes en verano que en invierno.

PERTURBACION DE LA COMPONENTE HORIZONTAL

Las perturbaciones disminuyen la componente horizontal, i su efecto, durante el dia, es algo como el doble mayor que durante la noche. Haciendo el cómputo del número de horas reconocidas como perturbadas (cuadro siguiente), se llega a la misma conclusion que tratándose de la declinacion, es decir que las horas del dia son mas tranquilas que las de la noche. Dividiendo ahora el año en dos partes, se hace fácil reconocer que la hora del máximo de las perturbaciones ocurre en verano tres horas antes que la del máximo de invierno.

HORAS	Oc	Nv	Dc	Eu	Fb	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Sumas
12 50 a.m	6	9	5	3	13	13	9	12	11	11	2	94
1 50	6	10	4	2	7	13	6	6	7	11	4	76
2 50'	6	10	3	2	8	12	5	7	7	8	3	71
3 50	6	10	3	2	8	12	5	5	8	7	3	69
4 50	6	10	4	2	9	11	5	4	8	6	3	68
5 50	5	11	4	2	7	12	5	4	7	5	4	66
6 50	5	10	3	2	7	12	4	5	7	5	4	64
7 50	5	10	3	3	7	9	3	4	6	6	4	60
8 50	4	10	3	3	8	9	3	3	5	6	2	56
9 50	4	10	2	4	6	9	3	1	4	8	1	52
10 50	3	10	3	3	8	6	4	1	4	6	0	48
11 50	3	11	3	3	8	6	3	2	4	6	0	49
12 50 p.m	6	13	7	6	10	9	3	2	4	8	0	68
1 50	8	12	8	8	11	8	5	1	3	6	1	71
2 50	8	13	8	10	9	9	5	2	5	6	1	76
3 50	8	13	7	11	12	9	6	3	5	6	1	81
4 50	7	13	9	11	12	12	7	3	7	9	4	94
5 50	6	13	9	10	12	12	7	5	7	11	6	98
6 50	6	14	11	10	14	11	6	6	6	13	5	102
7 50	6	14	11	7	14	12	8	6	8	13	5	102
8 50	7	13	11	6	14	12	10	6	7	14	3	103
9 50	7	13	5	5	13	12	8	4	10	17	5	99
10 50	6	9	5	5	14	12	9	6	10	13	6	95
11 50	6	9	5	4	14	12	8	6	11	12	3	90
Sumas	140	270	136	124	245	254	137	104	161	211	70	1852

PERTURBACIONES DE LA COMPONENTE VERTICAL

Las perturbaciones aumentan la intensidad de la componente vertical; pero no se nota respecto de este elemento diferencia apreciable entre el efecto de las perturbaciones diurnas i nocturnas.

El cuadro siguiente da el número de horas durante las cuales

la componente vertical ha sido afectada por perturbaciones i muestra que el mínimo ocurre hacia las 12 del día i el máximo entre 6 i 8 p.m. Lo mismo que en la componente horizontal, el momento de mas frecuentes perturbaciones parece ocurrir tres horas mas tarde en invierno que en verano, i el de la mínima dos horas mas tarde.

H O R A S	Oo	Nv	Dc	En	Fb	Mz	Ab	My	Jn	Ji	Ag	Sumas
12 50 a.m	6	9	5	4	5	10	8	7	7	8	1	70
1 50	6	10	4	4	6	9	7	6	8	8	3	71
2 50	6	10	3	3	7	9	4	6	8	8	4	68
3 50	6	10	3	2	7	10	4	5	7	5	3	62
4 50	6	10	4	2	8	9	4	3	6	6	3	61
5 50	5	11	4	2	6	9	2	3	7	6	4	61
6 50	5	10	3	3	7	9	2	3	7	6	4	59
7 50	6	10	3	3	6	7	2	3	6	6	4	56
8 50	4	10	3	3	6	7	2	3	4	6	3	51
9 50	4	10	2	6	5	7	2	1	4	6	2	49
10 50	3	10	3	5	4	5	3	0	3	6	3	45
11 50	3	11	3	4	3	5	3	1	3	6	2	44
12 50 p.m	6	13	7	6	5	7	3	0	3	5	2	57
1 50	8	12	8	8	6	10	4	0	3	2	1	62
2 50	8	13	8	10	6	10	5	2	3	3	2	70
3 50	8	13	7	12	8	11	5	3	6	3	2	78
4 50	7	13	9	11	9	12	6	3	6	4	3	83
5 50	6	13	9	10	8	11	8	3	6	4	5	84
6 50	6	14	11	10	10	10	7	4	6	8	4	90
7 50	6	14	11	9	10	12	8	6	6	6	4	92
8 50	7	13	11	6	10	12	9	6	6	8	4	91
9 50	7	13	5	6	8	10	8	5	8	9	3	82
10 50	6	9	5	6	8	12	8	5	8	8	4	79
11 50	6	9	5	4	10	11	7	6	8	9	4	79
Sumas.....	140	270	136	139	168	224	124	83	139	140	74	1643

PERTURBACIONES DE LA INCLINACION

Las variaciones simultáneas de H, Z e I, ligadas por la relacion

$$dI = \frac{\text{sen } 2 I}{2} \left(\frac{dZ}{Z} - \frac{dH}{H} \right)$$

manifiestan que las perturbaciones aumentan la inclinacion, puesto que su efecto es aumentar a Z i disminuir a H. Este aumento se reparte segun las horas del dia de la manera siguiente:

12 50 a m	+0.10'	12 50 p m	+0.16'
1 50	0.15	1 50	0.21
2 50	0.13	2 50	0.16
3 50	0.12	3 50	0.22
4 50	0.05	4 50	0.25
5 50	0.02	5 50	0.25
6 50	0.12	6 50	0.25
7 50	0.14	7 50	0.21
8 50	0.25	8 50	0.21
9 50	0.18	9 50	0.12
10 50	0.20	10 50	0.14
11 50	0.21	11 50	0.10

Promedio +0.16'

Las perturbaciones que ocurren de dia producen mayor efecto que las de la noche.

PERTURBACIONES DE LA FUERZA TERRESTRE

Este elemento es poco afectado por las perturbaciones; experimenta una lijera disminucion durante el dia i un pequeño aumento durante la noche; pero el resultado medio es poco menos que nulo.

RESUMEN

En consecuencia se puede decir que el efecto jeneral de las perturbaciones, en las rejiones del cabo de Hornos, es aumentar

la declinacion, la componente vertical i la inclinacion i disminuir la fuerza horizontal. En cuanto a la fuerza terrestre no sufre cambio alguno. En otros términos, su efecto es acercar a la vertical i alejar del meridiano la aguja imanada libremente suspendida.

Los resultados serian diferentes si se examinara separadamente cada perturbacion. El estudio de las curvas fotográficas de cada dia no muestra ninguna semejanza entre dos perturbaciones, aun cuando acontecen en fechas mui próximas. En ciertos casos las perturbaciones duran solamente mui poco tiempo, apenas pocas horas, i los imanes oscilan mui poco a cada lado de su posicion habitual. En otros casos, por el contrario, la perturbacion se manifiesta repentinamente por un cambio brusco en el valor de los tres elementos; las barras de los magnetómetros parecen andar desatentadas, yendo de derecha a izquierda i viceversa casi sin mediar intervalos de tranquilidad. Estas fuertes perturbaciones, bien llamadas tormentas magnéticas, duran uno o varios dias i se prolongan, durante 24 o 36 horas mas, por movimientos cada vez menores hasta quedar restablecida la marcha diurna normal. Durante nuestro año de observaciones, el período mas perturbado ha tenido lugar entre el 10 i el 21 de noviembre de 1882.

El 17 de ese mes, por ejemplo, se notó a las 5.55 a m una disminucion de la declinacion de 3 minutos que fué seguida inmediatamente por un brusco aumento de 33 minutos. Al mismo tiempo las dos componentes de la fuerza variaban cerca de 1/100, aumentando la componente horizontal i disminuyendo la vertical. Después de nuestro regreso, la comparacion de nuestras curvas con las del parque Saint Maur mostró que esa perturbacion se habia hecho sentir tambien en Francia i habia alcanzado una amplitud mui grande, habiendo experimentado la declinacion una diverjencia de mas de un grado ¹.

Durante ese mismo dia, 17 de noviembre, las comunicaciones telegráficas habian sido dificultosas en Europa, i aun completa-

1. En la estacion alemana del seno Kingua, situado en 66° 36' N i 62° 39' O, la variacion de la declinacion habia sido de 6 grados, i en la estacion norte americana de la punta Barrow (Alaska) alcanzó a 6° 20'.

mente interrumpidas entre Francia i Austria. El mismo fenómeno había acaecido en Chile: el comandante Bernardières, jefe de la comision francesa del paso de Venus, estaba ocupado en la noche del dia citado en la determinacion de la longitud entre Santiago i el cerro Negro, por medio del telégrafo, cuando a eso de las 9 las comunicaciones fueron repentinamente interrumpidas entre los observadores. Al mismo tiempo ocurrieron varias interrupciones sucesivas en muchas de las líneas telegráficas de Chile ¹.

Las líneas submarinas no fueron menos afectadas, segun se ve por el siguiente extracto de un informe de la *West coast american telegraph Company*, oficina de Valparaiso:

«El 17 de noviembre de 1882 el trabajo de las comunicaciones telegráficas ha sido mui demoroso a causa de fuertes corrientes telúricas que se han manifestado entre las 10 de la mañana i las 2 de la tarde; pero desde esta última hora se han hecho menos intensas i ya no han interrumpido notablemente la interpretacion de las señales luminosas. La amplitud del desvío del arco luminoso en la escala graduada alcanzó mas o menos a 30 pulgadas, mientras que la deflección ordinaria está jeneralmente comprendida entre $\frac{1}{2}$ i 1 pulgada. El fenómeno duraba 5 o 6 segundos con intermitencias de 1 o 2 minutos».

Recordemos tambien que en el norte de Europa i aun en Francia apareció una hermosa aurora boreal en la noche del 17 de noviembre. En el hemisferio sur observó una aurora polar la comision alemana establecida en la Jorjía austral.

En todos los observatorios donde se hace la inscripcion de las corrientes telúricas, principalmente en Greenwich, se había observado en los hilos corrientes intensas i mui variables, mucho mas enérgicas que en cualquier tiempo. Se nos ha asegurado que estas corrientes han estorbado mucho el servicio del teléfono en Paris durante varios dias; la voz era trasmitida con poca claridad i se oía una serie de ruidos que por momentos impedían absolutamente la comunicacion. Anomalías tan fuertes son por felicidad mui raras.

1. Véase una memoria sobre observaciones magnéticas enviada al Bureau des Longitudes por el comandante Bernardières.

En el congreso meteorológico celebrado en Viena después del regreso de las expediciones polares, se comprobó que todas las perturbaciones importantes habían sido observadas en las diferentes estaciones desde Alaska hasta las rejiones australes¹. El señor Wild, presidente de la comision, pidió que todas las observaciones practicadas durante esos dias perturbados fueran publicadas con todos sus pormenores. Accediendo a ese deseo hemos tomado nota cada 10 minutos, i a veces mas aménudo aun en casos especiales, de las variaciones simultáneas de los tres elementos. Cuando todas las estaciones polares i los 33 observatorios esparcidos en el globo que cooperaban a las observaciones magnéticas, hayan terminado la publicacion de sus trabajos, se podrá estudiar la manera como se propagan las tormentas magnéticas, así como los cambios que producen, segun la posicion jeográfica, en la marcha de los tres elementos del magnetismo terrestre. Puede que entonces, pasándose de los efectos a las causas, se logre levantar una parte del velo que nos oculta todavía esta parte tan interesante de la fisica del globo.

1. Esta simultaneidad de las perturbaciones magnéticas en todo el globo desautoriza la opinion emitida en 1876, bajo una forma poco afirmativa es cierto, por los señores Marié-Davy i Désercix, que habían pensado que los instrumentos de variacion podian ser considerados como instrumentos meteorológicos adecuados para dar indicaciones sobre las probabilidades de cambios de tiempo i anunciar con algunos dias de anticipacion el paso de una tempestad en la parte NO del Atlántico o la llegada de vientos lluviosos.

Nuestras investigaciones nos han conducido a asegurar que en el cabo de Hornos las perturbaciones del magnetismo terrestre no tienen relacion alguna con las tempestades, la lluvia, el barómetro, etc. En cambio su relacion con las corrientes telúricas es indiscutible.

CUARTA PARTE

OBSERVACIONES HECHAS EN LA TIERRA DEL FUEGO E ISLAS MALVINAS



Mientras la comision francesa desempeñaba su cometido ejecutando en tierra su larga serie de observaciones, la *Romanche* recorría todos los mares vecinos al cabo de Hornos para estudiar su hidrografia, i el señor de la Monneraye, guardia marina primero, aprovechaba todas las ocasiones en que se fondeaba para ejecutar observaciones magnéticas.

No tenía a su disposicion, por desgracia, instrumentos tan buenos como los nuestros, lo cual no impidió que hiciese un acopio de escelentes observaciones. En efecto, en la *Romanche* no había mas instrumentos magnéticos que,

Una brújula de declinacion de pinzote, construida por Lenoir a principios del siglo;

Otra de fuerza para la observacion de los valores relativos de la componente horizontal;

Otra de inclinacion de Gambey, pedida en préstamo a la Facultad de ciencias de Dijon.

Para tener valores absolutos con la brújula de intensidad era necesario hacer oscilar las agujas de vez en cuando en el observatorio de la bahía Orange, i se calculaba las intensidades obtenidas en diferentes parajes por la fórmula ¹

1. Los valores de T han sido reducidos a una misma temperatura, empleando como coeficiente de tal la cantidad 0.0003.

$$\frac{H}{H \text{ bahía Orange}} = \frac{T^2 \text{ bahía Orange}}{T^2}$$

en la cual T representa la duracion de una oscilacion sencilla. Se había comprobado además que el momento magnético de la aguja cambiaba mui poco entre dos comparaciones en el observatorio.

En el cuadro que sigue están consignadas las observaciones magnéticas hechas en esas condiciones en diversos lugares de la Tierra del Fuego i de las islas Malvinas desde octubre de 1882 hasta setiembre del año siguiente.

Los valores para la bahía Orange han sido suministrados por la comision terrestre.

ESTACIONES	Lat. S	Lonj. O	Decl. E	Fecha	Hora	Incl.	Fecha	Hora	Comp. H	Fecha	Hora
Punta Arenas.....	53° 10'	71° 3'	21° 3'	9 nv	5 pm	...	...	...	0.287	9 nv	4 pm
Id.	"	"	21 3	16 fb	10 am	52° 34'	17 fb	4 pm	...	...	...
Id.	"	"	21 1	25 my	9 am	52 8	28 my	3 pm	0.281	29 my	3 pm
Isla Middle.....	54 51	70 51	20 52	9 fb	12 m	...	7 fb	12 m	0.289	7 fb	1 pm
Bahía Ballenas.....	54 50	70 33	...	...	2 pm	...	...	...	...	...	...
Bahía Fleuriais.....	54 58	69 25	21 45	2 ag	9 am	54 20	30 mz	12 m	0.272	30 mz	4 pm
Bahía Indio.....	55 30	69 78	20 31	30 mz	12 am	...	...	...	0.278	2 fb	4 pm
Anaaquit.....	55 0	69 59	20 31	2 fb	10 am	...	...	...	0.290	25 nv	4 pm
Uchuña.....	54 49	68 18	21 40	26 nv	4 pm	52 52	26 en	5 pm	0.275	19 ag	1 pm
Id.	"	68 16	20 16	26 en	9 am	...	...	...	...	...	...
Id.	"	68 18	19 17	15 my	2 pm	...	...	...	0.276	13 jl	3 pm
Bahía Scotchwell.....	55 26	68 6	20 8	13 jl	9 am	52 55	20 oc	12 m	0.285	11 my	2 pm
Bahía Orange *.....	55 31	68 5	...	...	...	52 57	5 en	4 pm	...	8 jl	1 pm
Id. ....	"	"	...	...	...	...	...	...	...	1 st	4 pm
Id. ....	"	"	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Isla Baily (Bahía Sea-Gull).....	55 38	67 33	20 50	...	8 pm	...	...	...	...	...	...
Isla Otaria (Id. id.).....	55 37	67 32	20 12	22 ju	1 pm	54 55	20 ju	3 pm	...	...	...
Bahía Maxwell.....	55 50	67 31	19 18	20 ju	9 am	57 10	26 ju	2 pm	0.280	29 ju	3 pm
Caleta Banner.....	55 0	67 54	19 34	21 dc	9 pm	52 46	14 mz	9 am	0.277	14 ag	1 pm
Bahía Sloggett.....	55 1	66 22	19 33	14 mz	9 pm	...	...	...	...	...	...
Puerto Cook.....	55 1	66 22	19 33	12 ag	2 pm	...	...	...	...	...	...
Pto. Edgard (Is. Malvinas).....	54 46	64 1	18 22	16 nv	3 pm	52 07	17 nv	11 am	...	...	...
Id.	52 2	60 17	15 41	26 fb	2 pm	...	...	...	...	...	...
Pto. Stanley (Id. id.).....	51 41	57 52	13 39	2 mz	4 pm	47 38	2 mz	4 pm	0.276	2 mz	1 pm

* Los valores son suministrados por el Observatorio.

Habiendo hecho la *Romanche* una recalada de cuatro dias en Punta Arenas antes de regresar a Francia, hemos aprovechado esa circunstancia para observar la declinacion i la componente horizontal con el teodolito Brunner de la comision, instrumento mui preciso.

La declinacion resultó ser, el 9 de setiembre de 1883, entre 8.45 i 9.16 a m, en un sitio eriazo situado a 50 metros al sur del faro:

Barra 0	20° 56.0'
Barra 1	20 55.4
Media	<u>20 55.7</u>

En la bahía Orange, durante los últimos dias del mes de agosto, siendo la media diaria superior en unos 3' a la declinacion observada a las 9, se puede admitir como valor medio en Punta Arenas, para el 9 de setiembre, 20° 58.7'.

La misma observacion, repetida el 13 de setiembre a eso de las 3.30 p m, a 22 metros al norte del resguardo de botes, ha dado los resultados siguientes:

Barra 0	21° 1.2'
Barra 1	21 0.0
Media	<u>21 1.0</u>

Siendo la declinacion a las 4 p m superior a la media como 1', esta observacion da para la declinacion 21° 0'.

En 1867 el comandante Mayne, del buque inglés *Nassau*, calculó la declinacion en 21° 50'. Deduciendo entónces la disminucion anual de este período de 16 años, resulta ser de 3.2'.

Los valores de la componente horizontal obtenidos por una observacion completa el 13 de setiembre de 1883, a las 2.30 p m, son como sigue:

Barra 0	0.2825
Barra 1	<u>0.2821</u>
Media	2.2823

LÍNEAS ISÓGONAS

La inscripcion i el cotejo de las declinaciones en un mapa ha permitido trazar las líneas de igual declinacion para los 18, 19, 20 i 21 grados.

Las observaciones que han parecido mas adecuadas fueron las de puerto Cook, bahía Sloggett, bahía Orange, Auaiquir i Punta Arenas. Las anomalías observadas en Uchuaia i en las islas Ermita i Wollaston, tanto respecto de la declinacion como de la inclinacion, revelaban la existencia de fuertes influencias locales i han inducido a descartarlas del trazado.

Las declinaciones han sido referidas al mes de enero de 1883, tomando en cuenta una disminucion anual de 4'.

El cuadrito siguiente da las longitudes de los puntos de interseccion de las líneas de igual inclinacion con el paralelo de 55°, i al mismo tiempo su orientacion:

Declinacion E	Latitud	Lonjitud	Orientacion
21°	55° 0'	70° 08'	N 11° O
20	55 0	67 45	N 10 O
19	55 0	65 24	—
18	55 0	63 8	—

La proximidad de los puntos que determinan las líneas de 19 i 18 grados no permite fijar exactamente su direccion, la cual debe ser casi paralela a las líneas de 21 i 20 grados.

La distancia en lonjitud de estas líneas es próximamente 140 minutos, mientras las de declinaciones observadas en las Malvinas dan solamente 72 minutos. Es lícito suponer que una de estas dos declinaciones es errónea, ya por una desviacion local, ya por

otra causa. Ahora bien, tenemos motivos para creer exacta la declinacion de puerto Stanley, pues comparada con la observada en 1868, que fué de 15° 5', resulta una disminucion anual de 5.7', cambio normal.

Si se relaciona esta declinacion con la de 18 minutos, suponiendo paralelas las líneas, se halla, entre dos líneas vecinas, una diferencia de 90 minutos en longitud, en vez de 140 minutos, lo que equivale a una proporcion de 0.6 minuto para la separacion entre ambos sistemas.

Las diverjencias anormales, o sea las que observamos en diversas estaciones relativamente a las isógonas mencionadas están consignadas en el cuadro siguiente:

ESTACIONES	DECLINACION		DIFERENCIAS
	observada	en la carta	
Isla Middle.....	20° 52'	21° 17'	-0° 25'
Bahía Fleuriais.....	21 47	20 42	+1 5
Bahía India.....	20 31	20 37	0 6
Uchuaia.....	20 40	20 10	1 30
Id.	20 6	20 10	-0 4
Id.	19 19	20 10	0 51
Isla Scotchwell.....	20 10	20 10	0 0
Bahía Sea Gull (I. Baily).....	21 1	19 58	+1 3
Bahía Sea Gull (I. Otaria).....	20 14	19 58	0 16
Bahía Maxwell.....	19 18	19 58	-0 40
Ensenada Banner.....	19 34	19 36	0 2
SEGUNDA RED			
Puerto Edgardo.....	15 42	17 32	+0 10

Las declinaciones de las bahías Maxwell i Sea-Gull, al sur de la isla Middle, de la bahía Fleuriais, al oeste, i de Uchuaia, son las únicas que presentan discrepancias notables.

En las dos primeras, donde las inclinaciones ofrecen tambien anomalías mui marcadas, se han atribuido a la influencia del suelo, mui grande principalmente en la bahía Maxwell, donde Fitz-Roy había descubierto rocas magnéticas. Es probable que lo mismo haya sucedido en la bahía Fleuriais i en la isla Middle, donde el instrumento había sido colocado cerca de las rocas. En Uchuaia el misionero residente había recojido partículas magnéticas en la arena gruesa de la playa. Fuera de esto, las dos observaciones que han dado las mayores diverjencias han sido hechas en un lugar donde se notaba restos de construcciones que permitían suponer la existencia algunos objetos de fierro enterrados.

Estas influencias locales no se han hecho sentir de una manera apreciable en los compases del buque, salvo en el estuario Webb, largo brazo de mar metido entre altas i áridas montañas tendidas de E N E a O S O. Allí se observó una desviacion occidental de 1° próximamente en toda esa parte.

En consecuencia se puede asegurar que en el archipiélago fueguino, al menos en todo lo visitado por la *Romanche*, los compases de un buque se hallarán prácticamente fuera del campo de las acciones magnéticas, que están localizadas en tierra en espacios restringidos.

LÍNEAS ISOCLINAS

El corto número de inclinaciones observadas i las pequeñas diferencias que presentan en toda la estension de la Tierra del Fuego, teniendo presente los errores inevitables en este jénero de observaciones, no han permitido determinar exactamente la línea de igual inclinacion.

La línea de 52° debe cortar al paralelo de 55° entre 63° i 64° de lonjitud, i la de 53° entre 69° i 70°; están orientadas mas o menos hacia el E S E.

Algunas observaciones de la Tierra del Fuego presentan con lo

anterior diferencias mui grandes: la inclinacion es demasiado crecida en 1° en la bahía India, en 2° en la bahía Sea-Gull i en 4° en la bahía Maxwell. Estos dos últimos puntos han presentado ya, como se recordará, anomalías mui grandes en la declinacion.

La línea de 48° pasa en medio de las islas Malvinas. Si se relaciona esta observacion, hecha en puerto Stanley, con la posicion de la línea de 52° , dando a las líneas las mismas orientaciones, se encuentra entre dos líneas consecutivas una diferencia en lonjitud de 3.5° en vez de 6° que existen entre 52° i 53° de inclinacion.

La proporcion de la diverjencia entre las líneas de esos dos sistemas adyacentes es 0.6, lo mismo que para la declinacion.

LÍNEAS ISODINÁMICAS

Las valores absolutos de la componente horizontal, relacionados con tres observaciones hechas en la bahía Orange, ofrecen ciertas diverjencias en varios puntos de la Tierra del Fuego.

Las que, por aparentar alguna regularidad, dan algunas indicaciones sobre la direccion mas probable de las líneas de igual fuerza horizontal son:

Punta Arenas	0.282
Anaiquir	0.278
Ensenada Banner	0.277
Bahía Scotchwell	0.276

La línea de 0.280 corta al meridiano de 72° mas o menos por 54° , i la línea de 0.285 corta al de 70° por $55^\circ 45'$.

Si se coteja con los datos anteriores el valor de la componente en las Malvinas, en puerto Stanley, se ve que la línea de 0.275 debe encorvarse hacia el norte pasando a poca distancia del borde oriental de las Malvinas, cosa que está conforme con la carta publicada en 1874 por el almirantazgo inglés.

Las diverjencias anormales, o sea las de la componente en algunas estaciones relativamente a dichas líneas, son las del cuadro siguiente:

ESTACIONES	VALOR DE LA COMPONENTE		DIFERENCIA
	Observado	Segun la carta	
Bahía Ballenas.....	0.289	0.279	+0.010
Bahía India.....	272	276	-0.004
Uchuaia	290	278	+0.012
Id.	275	278	-0.003
Bahía Orange.....	285	276	+0.009
Bahía Maxwell	280	275	+0.005

Las diverjencias próximamente iguales de la bahía Ballenas, de Uchuaia i de la bahía Orange parecen adaptarse a otro sistema de líneas. Pero entonces las diverjencias anormales de las demás estaciones resultan mas o menos iguales, en el mismo sentido i mucho mayores, lo cual hace del todo improbable esta solución.

QUINTA PARTE

INFLUENCIAS LOCALES I VALORES CORREJIDOS

Todos los viajeros que habían visitado anteriormente la Tierra del Fuego habían llamado la atención sobre la existencia de influencias locales debidas a la naturaleza de las rocas i que podían producir grandes errores en las observaciones de magnetismo. Ross, entre otros, había experimentado que en algunos puntos de las islas Ermita era imposible obtener, aun a algunos metros de distancia, dos valores semejantes de la declinacion o de la inclinacion. Por eso, a nuestra llegada a la bahía Orange, hemos comenzado por investigar cual sería el sitio menos desfavorable bajo este punto de vista para edificar el observatorio, i poco tiempo después de iniciadas las observaciones, hemos ejecutado en todos los puntos de la bahía medidas magnéticas para determinar la existencia i la magnitud de estas influencias locales. En cuanto fué posible se instalaron los instrumentos en un terreno plano i lo mas lejos que se pudo de las rocas; pero este cuidado no era siempre suficiente, pues un dia que se observaba en una playa de arena fina, que parecía mui adecuada al objeto, fué gran sorpresa tener una declinacion que se apartaba como 1.º de la del observatorio. Recojida una muestra de esta arena en un tubo de vidrio, se observó que influenciaba fuertemente los instrumentos de variacion, i metiendo en ella un fuerte iman quedaron adheridas a los polos muchas partículas negruzcas que resultaron ser óxido de fierro.

Cinco observaciones hechas en la posicion mas favorable nos han conducido a asignar a los elementos magnéticos de la bahía Orange, en el mes de marzo de 1883, los valores siguientes:

Declinacion	20° 26'
Inclinacion	53 6.6
Fuerza horizontal	0.2836

Al mismo tiempo que se hacía una observacion se recojía una muestra de las rocas vecinas, para hacerlas examinar. El profesor Fouquié, del Colejio de Francia, que las analizó en su laboratorio de jeolojía, emitió acerca de ellas la opinion siguiente:

«La aguja imanada debe ser influenciada de extraordinaria manera por las rocas del cabo de Hornos, que contienen todas fierro oxidado en mayor o menor cantidad. Es imposible hacer en esas rejiones un buen levantamiento de plano si se considera como fija la direccion de la aguja. La amplitud del desvío puede alcanzar en algunos casos a 20°».

Con todo, las atracciones locales no son en jeneral tan grandes, si bien son bastante frecuentes, encontrándoselas en distintas rejiones, sobre todo en islas volcánicas, como Tenerife, Azores, Ascencion e Islandia. Recientemente el señor Moureaux, director del observatorio del parque Saint-Maur, las ha observado bastante fuertes en Córcega i en la frontera de Italia. Por tanto creemos terminar bien este resúmen de las observaciones magnéticas del cabo de Hornos recomendando a los oficiales encargados de trabajos de esta especie elijan con mucho cuidado el sitio donde han de colocar sus instrumentos. En jeneral convendrá situarse en un terreno bajo, lejos de masas rocosas, i tambien a distancia de las ciudades, ferrocarriles i establecimientos fabriles, cosas todas que influyen la aguja imanada. Si se tiene alguna duda sobre la naturaleza del suelo, será mui conveniente hacer una segunda observacion a cierta distancia de la primera, situando al mismo tiempo por arrumbamientos la posicion del punto de observacion, para que pueda encontrarse fácilmente mas tarde. Solo procediendo así se podrá obtener resultados que presenten suficiente garantía de exactitud para permitir, por su comparacion con otras observaciones hechas después de algunos años, cerciorarse de si el valor de las variaciones seculares es o no constante, i en este último caso, cuales son los cambios que experimenta.

(Estractado de: *Mission du cap Horn*, t. 3º, Magnetisme terrestre, Paris, 1886).

SONDAJES EN GRANDES PROFUNDIDADES

EN LAS COSTAS DE CHILE I MARES ADYACENTES

SONDAJES ENTRE VALPARAISO I CALLAO, POR EL VAPOR RELAY, DE LA CENTRAL AND SOUTH AMERICAN TELEGRAPH COMPANY, EN 1890 (*Noticias hidrográficas* núm. 40/168, Santiago, 1890, i *Anuario hidrográfico*, t. 16, p 241. Reproducido aquí para enmendar algunos errores).

Fecha	Latitud S	Lonjitud O	Fondo en metros	Calidad del fondo i observaciones diversas
My 13	32° 34' 0"	72° 19' 10"	486	
"	32 34 0	72 17 10	2398	
"	32 32 0	72 17 10	2407	
"	32 32 0	72 19 10	2900	
"	32 32 0	72 21 10	3559	
My 14	32 34 0	72 21 10	3001	
"	32 36 0	72 21 10	2478	
"	32 36 0	72 19 10	2403	
"	32 36 0	72 17 10	2454	
"	32 34 40	72 18 30	2389	
"	32 25 0	72 18 30	2860	
"	32 9 0	72 17 10	3619	
"	31 44 0	72 14 40	3908	
"	31 19 0	72 12 0	3685	
"	30 54 5	72 12 30	3857	
My 15	30 29 15	72 13 10	3382	
"	30 4 20	72 13 30	3733	
"	29 39 45	72 14 0	4515	
"	29 14 40	72 1 30	3812	
"	28 51 0	71 57 30	4085	
"	28 25 20	71 55 0	4652	
"	28 8 10	71 51 40	4469	
My 16	27 42 5	71 45 30	4848	
"	27 15 30	71 39 15	5840	

Fecha	Latitud S	Lonjitud O	Fondo en metros	Calidad del fondo i observaciones diversas
My 16	26° 55' 30"	71° 36' 30"	6864	
"	26 31 0	71 36 30	7504	
"	26 6 0	71 33 30	7224	
"	25 42 0	71 31 30	7632	
My 17	25 17 30	71 30 0	7389	
"	24 54 0	71 27 30	7623	
"	24 26 20	71 13 10	5566	
"	24 0 50	71 10 10	5122	
"	23 34 40	71 6 30	4862	
My 18	23 9 10	71 14 0	5292	
"	22 42 20	71 0 40	5366	
"	22 19 10	70 57 30	4812	
"	21 58 50	70 51 10	3852	
"	21 34 10	70 47 0	2888	
"	21 9 40	70 42 40	2618	
"	20 44 40	70 38 30	1348	
My 19	20 21 0	70 34 10	1146	
"	20 9 20	70 29 40	1144	
"	20 4 0	70 58 0	2830	
"	19 47 30	71 21 10	6546	
"	19 33 30	71 43 30	6416	
"	19 24 20	72 3 45	5143	
"	19 9 30	72 16 0	3966	
"	18 56 20	72 49 10	4217	
My 20	18 42 20	73 12 30	4369	
"	18 28 0	73 35 15	4500	
"	18 14 45	73 57 30	4186	
"	18 0 30	74 21 0	4354	
"	17 44 30	74 40 30	4423	
"	17 33 0	74 56 30	4588	
"	17 15 0	75 13 20	4397	
My 21	16 57 30	75 30 0	3957	
"	16 39 30	75 46 30	4398	
"	16 22 0	76 3 30	3632	
"	16 4 0	76 20 15	3255	
"	15 38 40	76 37 10	3043	
"	15 19 0	76 53 0	3434	
"	14 59 30	77 10 0	4046	
"	14 39 50	77 28 0	4478	
My 22	14 19 30	77 45 0	4668	
"	14 2 45	77 57 30	4848	
"	13 38 0	77 51 0	5420	
"	13 18 50	77 45 30	3513	
"	12 54 30	77 38 10	1620	
"	12 33 30	77 32 0	516	

SONDAJES EN LAS COSTAS DEL PERÚ I ECUADOR, POR EL VAPOR
FONDEADOR DE CABLES RETRIEVER, 1889 I 1890.

Fecha	Latitud S	Longitud O	Fondo en metros	Calidad del fondo i observaciones diversas
	13° 6' 0"	77° 5' 0"	1174	
	13 6 45	77 4 0	1159	
	13 5 30	77 4 0	1189	
	13 5 0	77 3 45	1000	
	13 5 30	77 3 30	1262	
	13 6 0	77 3 30	1084	
	13 7 0	77 3 0	1106	
	13 5 30	77 2 45	924	
	13 4 30	77 3 0	933	
	13 5 0	77 2 15	841	
	13 5 30	77 2 0	878	
	13 3 0	77 0 45	454	
	13 5 0	76 59 15	371	
	13 6 15	76 58 0	452	
	13 3 15	76 57 45	408	
	13 3 30	76 55 45	188	
	Latitud N			
	2 8 30	79 9 45	68	
	2 8 30	79 9 15	86	
	2 8 30	79 10 30	91	
	2 8 0	79 10 45	183	
	2 9 0	79 10 0	183	
	2 6 0	79 12 45	494	
	2 6 15	79 12 15	475	
	2 8 45	79 8 15	530	
	2 9 30	79 8 30	512	
	2 9 45	79 8 15	335	
	2 9 15	79 7 45	512	
	2 9 30	79 6 30	732	
	1 10 15	79 9 15	296	
	2 10 30	79 9 0	274	
	2 10 30	79 8 45	402	
	2 11 0	79 8 45	448	
	2 12 15	79 8 0	730	
	2 13 14	79 6 45	951	
	2 12 0	79 8 0	640	
	2 12 30	79 7 0	658	
	2 12 45	79 6 0	1189	
	2 11 30	79 5 30	914	
	2 11 15	79 6 15	891	

Fecha	Latitud N	Lonjitud O	Fondo en metros	Calidad del fondo i observaciones diversas
	2° 11' 15"	79° 7' 15"	693	
	2 11 0	79 6 30	805	
	2 10 30	79 6 45	814	
	2 10 0	79 5 30	1207	
	2 11 15	79 3 45	1189	
	2 10 0	79 2 0	1203	
	2 10 0	78 59 30	1121	
	2 10 0	78 56 30	750	
	2 8 0	79 5 30	1106	
	2 8 0	79 4 0	1207	
	2 7 15	79 2 30	1216	

SONDAJES EN EL OCEANO PACÍFICO ECUATORIAL POR EL YAPOR RELAY, DE LA CENTRAL AND SOUTH AMERICAN TELEGRAPH COMPANY, CAPITAN W. R. LUGAR.

Fecha	Latitud N	Lonjitud O	Fondo en metros	Calidad del fondo i observaciones diversas
	1° 42' 10"	79° 42' 45"	177	
	1 41 55	79 41 50	485	
	1 41 43	79 42 47	507	
	1 41 32	79 42 11	525	
	1 41 19	79 41 27	628	
	1 41 5	79 43 30	662	
	1 40 55	79 43 40	677	
	1 40 45	79 42 46	833	
	1 40 45	79 41 50	712	
	1 40 37	79 42 27	712	
	1 40 36	79 41 25	543	
	1 40 36	79 41 5	547	

Fecha	Latitud N	Longitud O	Fondo en metros	Calidad del fondo i observaciones diversas
	1° 40' 32"	79° 43' 0"	759	
	1 40 22	79 42 42	783	
	1 40 15	79 41 32	562	
	1 40 10	79 41 22	609	
	1 40 4	79 41 5	564	
	1 39 55	79 41 47	575	
	1 39 12	79 41 50	595	
	1 39 30	79 42 8	750	
	1 36 23	79 40 18	820	
	1 32 3	79 36 41	769	
	1 29 23	79 33 23	677	
	1 36 32	79 42 48	1264	
	1 34 45	79 40 55	952	
	1 32 25	79 38 25	891	
	1 29 42	79 35 0	712	
	1 41 55	79 50 48	2474	
	1 41 5	79 49 50	2040	
	1 40 52	79 49 45	1738	
	1 39 50	79 48 47	1513	
	1 39 35	79 48 24	1248	
	1 35 32	79 42 40	997	
	1 35 40	79 42 40	986	
	1 38 20	79 47 30	1297	
	1 36 42	79 46 47	1208	
	1 34 12	79 45 47	1093	
	1 30 40	79 40 5	915	
	1 29 30	79 37 20	741	
	1 34 0	79 43 20	1080	
	1 32 30	79 41 8	1006	
	1 31 25	79 39 15	891	
	1 30 0	79 38 25	823	
	1 29 32	79 36 55	739	
	1 33 15	79 42 40	1092	
	1 37 0	79 46 20	1264	
	1 36 53	89 46 5	1146	
	1 35 58	79 46 2	997	
	1 35 25	79 44 35	1076	
	1 31 50	79 43 30	1089	
	1 29 42	79 45 0	1092	
	1 28 20	79 46 30	1076	
	1 27 3	79 47 52	1085	
	1 32 50	79 51 8	1825	
	1 32 48	79 51 10	1887	
	1 32 50	79 51 57	2163	
	1 32 48	79 53 12	1404	
	1 32 55	79 53 57	1572	

Fecha	Latitud N	Lonjitud O	Fondo en metros	Calidad del fondo i observaciones diversas
	1° 31' 47"	79° 53' 30"	1367	
	1 31 0	79 52 28	1372	
	1 30 40	79 53 0	1433	
	1 30 12	79 51 0	1738	
	1 29 12	79 51 0	1839	
	1 32 48	79 50 0	1590	
	1 32 48	79 48 57	1217	
	1 32 48	79 47 50	1136	
	Latitud S			
	4 28 36	81 27 25	1297	Fango i arena.
	4 29 48	81 25 50	970	Fango verde.
	4 30 48	81 25 50	1199	Fango verde i arena.
	4 30 50	81 24 12	930	Id.
	4 30 40	81 22 27	732	Id.
	4 31 0	81 21 40	884	Id.
	4 31 10	81 24 15	1319	Id.
	4 31 15	81 25 45	1605	Id.
	4 31 32	81 24 13	1418	Fango verde.
	4 31 30	81 22 25	1135	Arena i fango.
	4 31 25	81 21 50	1135	Id.
	4 31 40	81 21 55	1294	Id.
	4 32 15	81 22 17	1136	Id.
	4 32 8	81 24 10	1034	Id.
	4 32 17	81 24 50	1171	Id.
	4 33 3	81 21 0	776	Id.
	4 34 30	81 20 28	410	Fango.
	4 34 42	81 19 55	216	Id.
	4 27 40	81 28 10	1528	Fango i arena.
	4 28 7	81 28 15	1510	Id.
	4 28 53	81 29 45	1674	Id.
	4 29 12	81 28 45	1531	Id.
	4 29 13	81 27 50	1530	Id.
	4 30 20	81 28 0	1345	Fango verde i arena.
	4 30 24	81 27 45	1321	Id.
	4 29 38	81 29 10	1497	Id.
	4 29 47	81 28 35	1400	Id.
	4 29 47	81 27 50	1237	Id.
	4 30 5	81 27 5	1175	Id.
	4 30 40	81 28 2	1343	Id.
	4 30 57	81 26 35	1126	Id.
	4 31 5	81 28 33	1519	Id.
	4 31 17	81 27 57	1738	Id.
	4 31 12	81 26 57	1299	Id.
	4 31 15	81 21 3	1912	Id.
	4 32 3	81 30 57	2233	Id.

Fecha	Latitud S	Lonjitud O	Fondo en metros	Calidad del fondo i observaciones diversas
	4° 32' 15"	81° 30' 35"	2297	Fango verde ñ arena.
	4 32 33	81 30 13	2356	Id.
	4 32 55	81 29 30	2970	Id.
	4 32 8	81 26 48	1759	Id.
	4 31 48	81 25 48	1669	Arena.
	4 32 20	81 25 48	1565	Fango verde i arena.
	4 33 10	81 28 12	1669	Id.
	4 32 45	81 25 30	1555	Id.
	4 33 3	81 27 10	1230	Id.
	4 33 0	81 28 8	1565	Id.
	4 33 0	81 28 22	1561	Id.
	4 33 20	81 28 26	1519	Id.
	4 33 22	81 26 57	1299	Id.
	4 33 37	81 27 40	1135	Id.
	4 33 47	81 27 25	1079	Id.
	4 33 53	81 27 17	1162	Id.
	4 34 20	81 26 45	800	Id.
	4 34 25	81 27 0	838	Id.
	4 34 27	81 27 12	915	Id.
	4 34 37	81 27 30	953	Id.
	4 34 52	81 27 7	787	Id.
	4 34 52	81 26 52	448	Id.
	4 35 34	81 27 0	439	Id.
	4 37 0	81 29 30	1729	Fango verde.
	4 36 38	81 26 45	421	Id.
	4 36 50	81 32 27	.	
			2534	
	4 34 22	81 32 37	2653	Fango verde.
	4 34 18	81 34 35	2613	Arena i fango verde.
	4 32 0	81 34 28	2388	Id.
	4 30 2	81 34 35	2168	Id.
	4 30 53	81 31 30	1852	Id.
	4 28 5	81 34 35	2067	Id.
	4 28 7	81 32 20	1921	Id.
	4 28 15	81 30 55	1746	Id.
	4 26 48	81 28 0	1555	Id.
	20 11 37	70 14 40	265	Id.
	20 12 8	70 14 51	357	Id.
	20 12 17	80 18 13	439	Id.
	20 12 24	70 17 13	439	Id.
	20 12 25	70 14 53	581	Id.
	20 12 29	70 14 42	265	Id.
	20 12 39	70 14 53	181	Id.
	20 12 42	70 14 47	223	Id.
	20 12 48	70 14 28	128	Id.
	20 12 54	70 14 43	137	Id.

Fecha	Latitud S	Lonjitud O	Fondo en metros	Calidad del fondo i observaciones diversas
	20° 12' 56"	70° 15' 10"	220	Fango verde.
	20 12 52	70 16 2	446	Id.
	20 13 0	70 16 20	479	Id.
	20 13 0	70 16 44	567	Id.
	20 12 56	70 16 54	558	Id.
	20 12 46	70 17 8	549	Id.
	20 12 50	70 17 18	540	Id.
	20 13 16	70 44 57	194	Id.
	20 13 11	70 15 45	439	Id.
	20 13 19	70 15 42	417	Id.
	20 13 25	70 16 0	351	Id.
	20 13 12	70 16 13	472	Id.
	20 13 6	70 16 35	454	Id.
	20 13 8	70 16 42	503	Id.
	20 13 38	70 16 25	452	Id.
	20 13 45	70 16 35	344	Id.
	20 13 43	70 16 42	399	Id.
	20 13 43	70 16 55	467	Id.
	20 14 4	70 16 35	366	Id.
	20 14 4	70 17 2	302	Id.
	20 14 39	70 16 39	263	Id.

SONDAJES AFUERA DE LA COSTA OESTE DE LA ISLA TUTUILA, DEL GRUPO DE SAMOA, POR EL BUQUE NORTE-AMERICANO ADAMS, COMANDANTE J. J. HUNTER, EN 1889 (*Notice to Mariners* número 46 de 1889, Washington).

Fecha	Latitud S	Lonjitud O	Fondo en metros	Calidad del fondo i observaciones diversas
	14° 17' 40"	170° 50' 33"	69	
	14 17 43	170 50 38	66	
	14 17 48	170 50 40	73	
	14 17 53	170 50 50	84	
	14 17 57	170 50 58	88	
	14 18 10	170 51 4	84	
	14 18 20	170 51 18	80	
	14 18 25	170 51 25	62	
	14 18 37	170 51 42	88	
	14 19 10	170 51 54	77	
	14 19 18	170 51 58	80	
	14 19 22	170 52 4	82	
	14 19 30	170 52 12	73	
	14 19 42	170 52 32	58	
	14 20 1	170 52 44	73	
	14 20 18	170 53 5	84	

SONDAJES EN LAS ISLAS SAMOA, POR EL BUQUE NORTE-AMERICANO MOHICAN, COMANDANTE SHEPARD, EN BUSCA DE DOS BAJOS DUDOSOS (*Noticias hidrográficas* núm. 50/219 de 1890 i *Notice to Mariners* núm. 753, Washington, 1890).

Fecha	Latitud S	Lonjitud O	Fondo en metros	Calidad del fondo i observaciones diversas
	14° 42'	170° 31'	1213	Fondo duro, en la posición de un presunto bajo de 7 metros.
	14 16	170 22	100	En la posición de un presunto bajo de 11 metros.
	14 13	170 57	58	
	14 11	170 3	3380	
	14 2	170 13	3034	
	13 55	170 21	1488	

SONDAJES EN EL PACÍFICO SUR-OCCIDENTAL, POR EL BUQUE HIDRÓGRAFO INGLÉS EGERIA, EN 1888 I 1889. (Estractado de la *List of oceanic depths, etc.*, Londres, 1890).

Fecha	Latitud S	Lonjitud O	Fondo en metros	Núm. de la sonda	Calidad del fondo i observaciones diversas
1888					
Nv 11	20° 19'	177° 24'	2814	349	Fango pardo
"	19 38	179 34	1552	350	Arena gruesa i conchuela
		Lonjitud E			
Nv 13	19 13	179 1	2526	352	Fango con globijerina i arena fina
"	19 13	178 24	2607	353	Fango con globijerinas
Nv 14	20 5	178 4	3561	354	Id.
Nv 15	21 48	177 24	4056	356	Fango rojo mangánico
Nv 16	22 38	176 52	4457	358	Arcilla roja
1889					
My 2	34 25	171 13	1410	11	Coral i arena
My 10	33 34	175 56	2977	13	Fango con globijerinas
My 14	29 51	177 24	4059	22	Arcilla morena
		Lonjitud O			
Ag 23	13 0	174 9	4138	51	Ceniza volcánica
Ag 25	14 34	176 13	2345	55	Arcilla morena i fango con globijerinas
"	15 0	177 37	1534	56	Arena volcánica