

R 1652

REPUBLICA O. DEL URUGUAY
SERVICIO HIDROGRAFICO DE LA ARMADA

ANALES HIDROGRAFICOS

VOLUMEN I

1932

Taller Tipográfico de la Armada
MONTEVIDEO
1932



ANALES HIDROGRAFICOS

VOLUMEN I

Con este volumen se inicia la publicación de los ANALES HIDROGRAFICOS de este Servicio.

Este primer tomo tiene como principal finalidad hacer conocer los trabajos realizados por este Instituto, y fundamentalmente, reunir en un sólo volumen todo aquello que pueda ser de utilidad para el Oficial que trabaje en Hidrografía, tal como la descripción y manejo de los aparatos a emplearse, métodos de trabajo, cálculos, etc.

En los volúmenes que sigan se completarán y ampliarán los asuntos tratados en éste, dándose también noticia de los trabajos y estudios que se hayan realizado hasta la fecha de su publicación.

En estos Anales podrán colaborar los Oficiales de la Armada, publicando temas afines a la Hidrografía en general. Dichas colaboraciones tendrán cabida en la Sección especial que se destina a este fin.

Cap. de Fragata J. A. GÜIMIL.
Jefe-Inspector

BREVE RESEÑA HISTORICA SOBRE EL SERVICIO HIDROGRAFICO DE LA ARMADA DESDE SU FUNDACION

El « Servicio Hidrográfico de la Armada » fué creado por el siguiente decreto :

MINISTERIO DE GUERRA Y MARINA.

Montevideo, Enero 22 de 1916.

Considerando: que es de interés público la confección de cartas topográficas terrestres y marítimas por lo que ellas importan al desarrollo general del país y a su defensa.

Considerando: que tanto la práctica seguida por otras naciones como las razones económicas y la disciplina que requieren esta clase de trabajos, aconsejan que ellos dependan de los ejércitos y las armadas.

Considerando: que la experiencia hecha en nuestro país demuestra que los relevamientos hidrográficos del Río de la Plata y del Río Uruguay, efectuados por reparticiones civiles llenan solamente el objetivo de la navegación comercial sin tener en cuenta las condiciones de orden militar.

Considerando: que dado el doble fin de estos estudios, es la marina de guerra a quien debe encargarse de los relevamientos, balizamientos y seguridades de la navegación de las fronteras y marítimas y fluviales.

El Presidente de la República,

HA ACORDADO Y DECRETA:

Artículo 1.º — Cométese a la Dirección de la Armada los relevamientos hidrográficos, el balizamiento de los ríos Uruguay y de la Plata y costa oceánica.

Art. 2.º — La Dirección de Hidrografía, en los citados ríos y en la referida costa, tendrá a su cargo la construcción de puertos comerciales y obras hidráulicas, apoyando sus trabajos en los estudios hechos por la marina de guerra, siempre que ello sea posible.

Art. 3.º — En las construcciones que la Dirección de Hidrografía u otra repartición pública, ejecute en los ríos Uruguay y de la Plata o en sus costas, intervendrán, por lo que a su defensa interesa, el Estado Mayor del Ejército y la Dirección de la Armada.

Art. 4.º — La Dirección de Hidrografía entregará bajo inventario los instrumentos y material flotante empleado en la colocación y conservación de las balizas y mantenimiento de la iluminación de los canales, así como el archivo de los trabajos hechos y los datos sobre ubicación de señales y balizas.

Art. 5.º — El personal encargado del entretenimiento y vigilancia de las señales, pasará en comisión a la Dirección de la Armada, con los puestos y sueldos que actualmente tienen y serán pagados por las planillas correspondientes del Ministerio de Obras Públicas, hasta que la nueva partida sea incluida en el presupuesto de Guerra y Marina.

Art. 6.º — Con el rubro correspondiente del presupuesto del Ministerio de Obras Públicas, se cubrirán los gastos de conservación, reposición y mantenimiento del sistema de señales para la navegación.

Art. 7.º — La Dirección de la Armada proyectará la reglamentación de los servicios a su cargo.

Art. 8.º — Comuníquese, insértese en el L. R. y publíquese.

VIERA.

Joaquín R. Sánchez.
Santiago Rivas.

Posteriormente, y por razones circunstanciales, este decreto tan amplio — y que en nuestro concepto interpretaba perfectamente la función de un instituto de esta clase — fué modificado por el que se transcribe a continuación, el que limita fundamentalmente sus cometidos, a pesar de su propósito de ampliarlo.

MINISTERIO DE GUERRA Y MARINA.

Montevideo, Mayo 15 de 1916.

Visto el decreto de fecha 22 de Enero de 1916 y considerando conveniente ampliarlo, precisando la extensión de los cometidos que en él se asignan a la Dirección de la Armada,
El Presidente de la República,

HA ACORDADO Y DECRETA:

Artículo 1.º — Serán cometidos de la Dirección de la Armada:

- A) La policía general de todas las señales de navegación.
- B) La proposición a la superioridad de todas las modificaciones en el servicio de señales de navegación que a su juicio sean necesario para la mayor seguridad de la misma.
- C) El relevamiento hidrográfico de los ríos limítrofes, costa oceánica y Laguna Merín.
- D) La publicación de cartas, planos, etc., hidrográficos, para la navegación de las costas nacionales que indica el párrafo anterior.
- E) Servicio semafórico en general.

Art. 2.º — Constitúyese la División « Servicio Hidrográfico » con el personal adscripto al « Servicio Geográfico Militar », más dos oficiales del Cuerpo General, que se designarán previa propuesta de la Dirección de la Armada.

Del « Servicio Geográfico Militar » pasará a la Dirección de la

Armada el presupuesto correspondiente a una brigada topográfica completa, destinada a atender las erogaciones correspondientes al personal de la División « Servicio Hidrográfico »; mientras no se sancione el Presupuesto General de Gastos.

Art. 3.º — Mientras el personal de la División « Servicio Hidrográfico » esté integrado por el de la brigada topográfica citada, las obligaciones que por reglamento corresponden al Jefe de la División se considerarán correspondientes al Operador Jefe de la Brigada Topográfica.

Art. 4.º — La Dirección de la Armada reglamentará el funcionamiento de la División « Servicio Hidrográfico de la Marina », debiendo tener presente al hacerlo, la comunidad de intereses que une al citado Servicio con el Geográfico Militar.

Art. 5.º — Es impositivo el intercambio de informaciones entre el « Servicio Hidrográfico de la Marina », el « Servicio Geográfico Militar » y la « Dirección de Hidrografía » del M. O. P., en todo lo que tenga relación con los cometidos de cada uno de estas reparticiones. El intercambio de informaciones relativas al servicio entre las oficinas citadas, podrá ser directa, a los efectos de información y ejecución de obras de reparación, pero sin perjuicio del trámite general correspondiente.

Art. 6.º — El transporte « Barón de Río Branco » queda especialmente asignado al « Servicio Hidrográfico de la Marina ».

Art. 7.º — Deróganse los artículos 4.º y 5.º del decreto fecha 22 de Enero de 1916.

Art. 8.º — Comuníquese, insértese en el L. C. y publíquese.

Rúbrica del Sr. Presidente.

Joaquín R. Sánchez.

José Espalter.

Santiago Rivas.

Es así, bajos tan modestos auspicios, que se inició el « Servicio Hidrográfico ».

Más tarde, creada la Dirección de la Armada por ley nacional del 2 de Abril de 1917, fué incluida en su presupuesto la División « Servicio Hidrográfico de la Marina », pero con tan escasos clo-

mentos y menguados recursos que su acción debió limitarse a efectuar pequeños trabajos parciales de relevamiento, y especialmente a recopilar datos y reproducir algunas cartas para uso de nuestros buques. Además, ha cumplido el cometido de ejercer control en las unidades de la Armada, en lo referente a Navegación y su instrumental, asesorando también a la Dirección en los asuntos relacionados con la Hidrografía.

Si consideramos la precaria situación de este servicio en aquellos primeros años de funcionamiento, comprenderemos el porqué de lo limitado de su acción: escaso personal, carencia de material científico, escasísimos recursos para costear los gastos de campañas hidrográficas, y fundamentalmente, sin un buque ni embarcaciones apropiadas para los trabajos de mar. Fué en este ambiente que hubieron de desempeñar sus cargos los distintos oficiales de la Armada que han ocupado la jefatura de ese servicio, debiendo abandonar sus planes de trabajos y proyectos de campañas hidrográficas ante la realidad de tal estado de cosas.

Analizando el archivo de este instituto se puede verificar que todos sus jefes — que los fueron por orden cronológico los Tenientes de Navío, Arturo Juambeltz, Ramiro Jouan, Ruperto Elchiribehety, Diego J. Johnson (interinamente), Capitán de Corbeta Carlos Baldomir y Capitán de Fragata Arturo Juambeltz — hicieron, en diversas oportunidades, gestiones tendientes a mejorar las condiciones de este servicio, proponiendo la adquisición de instrumentos, solicitando material flotante, etc.; pero por razones y circunstancias diversas aquellas gestiones tuvieron muy poco andamiento.

Los más importantes trabajos originales de este servicio, realizados hasta el año 1925, fueron los relevamientos hidrográficos de las proximidades del Arsenal de Marina; reconocimiento de algunos pasos del río Uruguay y bajofondos del Plata; relevamiento de la carta del puerto franco de Nueva Palmira y últimamente de la carta de la bahía de Maldonado.

Recién, durante el año 1925, se inician los trabajos de importancia llevados a cabo para el relevamiento de cartas hidrográficas.

Siendo jefe de este servicio el señor Capitán Juambeltz, obtuvo algunos recursos que le permitieron adquirir los primeros instrumentos realmente adecuados para desarrollar los métodos modernos

de la Hidrografía, consiguiendo también un pequeño aumento del personal que habría de destinarse a los trabajos de campo.

Por aquella época también se iniciaron los primeros estudios para organizar un « Servicio Horario », previéndose también la creación de un « Observatorio Astronómico de la Marina », cuya principal finalidad sería la de proporcionar los elementos necesarios a la Hidrografía y Navegación.

Iniciando la organización de este nuevo servicio, se construyó, en el local que ocupa la Escuela Naval, su primer elemento de las instalaciones necesarias para los mencionados estudios, tal construcción consta de la torre de observación, con un pilar astronómico fundamentado en la roca; la cámara para los péndulos; sala para los cronómetros, etc.

Este servicio se encuentra aún en curso de instalación, habiéndose adquirido un anteojo Bamberg de pasaje, de 90 mm. y otros instrumentos. Ciertas dificultades habidas con la fábrica que ha de proveer los péndulos, ha demorado la terminación de este importantísimo servicio, cuya acción habrá de aportar positivos beneficios, no solamente a la marina, sino también a otras actividades de nuestro país.

Paralelamente a estos trabajos previos, también se ha iniciado la organización de los estudios oceanográficos, adquiriéndose muchos instrumentos y materiales destinados a este fin.

En el año 1929, la Dirección de la Armada nombró una comisión con el cometido de proyectar la adquisición de un buque destinado especialmente a los estudios hidrográficos. Como consecuencia de tales gestiones se llamó a licitación para contratar la construcción del buque proyectado. Dicho contrato fué asignado a la « Sociedad Española de Construcción Naval », la que, en sus astilleros de Matagorda, (Cádiz), construyó nuestro buque hidrográfico « Capitán Miranda », el que fué incorporado al « Servicio Hidrográfico » en los primeros meses del año 1931.

En estos últimos años este servicio ha sido dotado con modernos materiales de trabajo, contando actualmente con instrumentos capaces de proporcionar una precisión superior a la que se establece en los métodos y cálculos de hidrografía.

Cartas confeccionadas

Hasta fines del año 1932, el « Servicio Hidrográfico » ha realizado los siguientes trabajos conducentes a la confección de cartas de navegación:

Carta N.º 1. — Quarterón que comprende las proximidades del Arsenal de Marina, conteniendo los canales de acceso al dique seco y varadero.

Este relevamiento fué realizado en el año 1925, terminándose el trazado completo del « patrón » u original para su reproducción fotolitográfica. Sin embargo, esta carta no fué impresa, habiéndose limitado a reproducirla en copias heliográficas, destinadas a los buques de la Armada.

Carta N.º 2. — Esta carta corresponde al puerto y zona franca de Nueva Palmira, en el río Uruguay.

Su relevamiento se efectuó en el año 1925, habiendo participado en los trabajos de sondajes el personal del R. O. U. « Montevideo », el cual proveyó las embarcaciones menores necesarias.

La carta patrón fué reproducida por intermedio de un elisé en zinc. La impresión litográfica fué realizada en la Imprenta Nacional.

Esta carta fué distribuída a los servicios hidrográficos extranjeros, buques de la Armada y algunos institutos oficiales de lanación.

Carta N.º 3. — Que corresponde a la bahía de Maldonado y sus proximidades. Fué confeccionada en el año 1926.

Esta carta está apoyada en los trabajos comenzados por la comisión hidrográfica nombrada por este servicio, entre Puntas de José Ignacio y de la Ballena.

Las operaciones de triangulación y topografía de aquella zona fueron realizadas en otoño del año 1926.

Por carecer de un buque apropiado para sondar la totalidad de la zona, se resolvió relevar primeramente la bahía de Maldonado, empleándose en estos trabajos las embarcaciones menores del R. O. U. « Montevideo » y el aviso « Vanguardia ».

Del trazado original de esta carta se tomó un elisé en zinc, encargándose de su reproducción la Imprenta Nacional.

Esta carta, como la anterior, fué distribuída oficialmente.

Carta N.º 4. — Comprende la porción del río de la Plata entre las Puntas José Ignacio y Ballena, conteniendo la Isla de Lobos y sus proximidades.

Como dijimos anteriormente, las operaciones de triangulación y topografía correspondientes a esta carta fueron realizadas en el año 1926, debiendo suspenderse el relevamiento de los sondeos hasta tanto se dispusiera de un buque apropiado para los trabajos de mar en aquella zona.

En Junio de 1931, habiéndose incorporado al servicio el buque hidrográfico « Capitán Miranda », fué posible proseguir los trabajos interrumpidos. Esta campaña terminó en el año 1932. A fines de este año, terminadas las operaciones de gabinete y el trazado del patrón, se procede a la confección del clisé en zinc y reproducción de la carta, que será distribuída en la forma oficial ordinaria.

Carta N.º 5. — De Montevideo y sus proximidades, que corresponde la zona entre Atlántida (en Canelones), Punta Tigre (en San José) y el Banco Inglés.

Los trabajos de triangulación y parte de la topografía de esta zona, fueron iniciados en el intervalo que hubo de suspenderse el trabajo de mar, por falta de buque que se pudiera destinar a los sondeos en las zonas del Este.

Actualmente, terminadas las operaciones en aquellas zonas, se prosigue con los estudios relativos a la carta de las proximidades de Montevideo. A fines del año 1932, el buque hidrográfico « Capitán Miranda » se encuentra relevando la Isla de Flores y sus proximidades, cuyo trabajo se publicará en cuarterón especial, además de incluirse en la carta número 5.

Carta N.º 6. — Cuarterón de la Isla de Lobos y proximidades.

El trabajo topográfico de la isla está apoyado en la triangulación de Maldonado. El relevamiento fué efectuado en 1932, habiendo intervenido en las operaciones de sondeos los buques « Capitán Miranda » y « Corsario ».

Este cuarterón se terminó de trazar a fines del citado año, habiéndose confeccionado el clisé en zinc para su reproducción. Tan pronto se haya terminado la impresión, será distribuída oficialmente, como las anteriores.

Contemporáneamente con estos trabajos de relevamiento, propiamente dicho, se han realizado otros estudios cuya contribución es necesaria para la confección integral de las cartas náuticas, tales como observaciones de mareas y corrientes marinas, observaciones metereológicas, observaciones magnéticas, cálculos astronómicos y determinación de coordenadas, etc.

PERSONAL DEL SERVICIO HIDROGRAFICO

Jefe del Servicio e Inspector de Navegación: Capitán de Fragata,
Juan A. Güimil.

Sección A. — (Secretaría y Despacho).

Jefe: Capitán de Corbeta, Eduardo López Figuerido.

Oficial: Teniente de Navío, Adolfo Parietti.

Secretaría y Archivo. — Encargado: Suboficial, José A. Ulfe.

Auxiliar: Cabo, Héctor Aguirre Cortés.

Auxiliar: Marinero, José E. Moreira.

Taller Mecánico. — Encargado: Suboficial, Rigel Juanicó.

Ayudante: Cabo, Roberto Juambeltz.

Pañol. — Encargado: Cabo, Juan C. Blengini.

Carpintero: Cabo, Bogoslav Barisich.

Encargado de Transportes: Suboficial, Roberto Pereyra Aparicio.

Ordenanzas y Detall: Cabo, Nerberto Sosa.

Cabo, José Suárez.

Cabo, José González del Río.

Marinero, Demetrio Batalla.

Marinero, Carlos E. Buscazzo.

Sección B. — (Astronomía).

Jefe: Capitán de Corbeta, Bervano Bianchi.

Oficial: Teniente de Navío, Mario Collazo Pittaluga.

Sección C. — (Hidrografía).

Jefe: Capitán de Corbeta, Julio F. Lamarthée.

Jefes de Brigada: Teniente de Navío, Juan C. Correa,



Teniente de Navío, Julio R. Cigliutti.

Alférez de Navío, Mario Giambruno.

Oficiales Operadores: Alférez de Navío, Raúl G. Leal.

Alférez de Navío, Oscar Arenas.

Alférez de Navío, Romeo Arenas.

Alférez de Navío, José M. Alvarez.

Guardia Marina, Juan López de Haro.

Guardia Marina, José P. Natero.

Personal de Equipaje asignado a las Brigadas:

Cabo, Julio C. de León.

Cabo, Máximo Marroco.

Cabo, Fructuoso de León.

Cabo, Pedro G. Gutiérrez.

Cabo, José Bandera.

Cabo, Gilberto Silva.

Cabo, Arnaud Daurons.

Marinero, Pedro Encalado.

Marinero, Eulogio Moreira.

Marinero, Agustín de León.

Cartografía. — (Sala de Dibujo).

Dibujante Jefe: Suboficial de Cargo, Juan Blengini.

Dibujante: Suboficial, Waldeck R. Ibarra.

Auxiliar: Cabo, José E. Carámbula.

Auxiliar: Cabo, Antonio Peña.

Archivo de Cartas.—Encargado: Suboficial, Vladimiro Zelenky.

Dibujante: Cabo, Antonio V. Conde Marengo.

Buque hidrográfico R. O. U. «Capitán Miranda»

Comandante: Capitán de Corbeta, Alfredo Aguiar.

1.º Oficial Teniente de Navío, Regino Rodríguez Luis.

Jefe de Derrota: Teniente de Navío, Sergio Esteves.

Oficial: Alférez de Navío, Alfonso Delgado.

Alférez de Navío, Primitivo H. Cabrera.

Alférez de Navío, Agustín Cabrera.

Jefe de Máquinas: Alférez de Navío, Francisco A. Risso.

Ingeniero Máq. Alférez de Navío, Héctor Daglio.

» » Alférez de Navío, Héctor Miralles.
» » Guardia Marina, Homero B. Martínez.
Contador: Guardia Marina Asdo., José F. Olivera.

Aviso R. O. U. « Corsario »

Comandante: Capitán de Corbeta, Fernando J. Fuentes.

Oficial: Alférez de Navío, Miguel A. Alvarez.

Jefe de Máquinas: Alférez de Navío; Pablo Moore.

REGLAMENTO
DEL
SERVICIO HIDROGRAFICO DE LA ARMADA

MINISTERIO DE GUERRA Y MARINA.

Montevideo, Marzo 11 de 1918.

Visto el proyecto de reglamento para el « Servicio Hidrográfico de la Armada » formulado por el ex jefe de dicho servicio Teniente de Navío Ramiro I. Jouan.

Atento a lo informado por la Dirección de la Armada, que solicita su aprobación.

Considerando: que es necesario reglamentar cuanto antes los diversos servicios de la Armada, por lo que conviene aprobar el citado proyecto de reglamento, al cual nada tiene que observar el P. E. delineándose así la orientación de uno de los más importantes servicios de la Armada Nacional,

SE RESUELVE:

- 1.º — Aprobar el precedente proyecto de reglamento para el « Servicio Hidrográfico de la Armada ».
- 2.º — Que se comunique e inserte.

Rúbrica del Señor Presidente.
Arturo Gaye.

SERVICIO HIDROGRAFICO DE LA ARMADA

REGLAMENTO

Artículo 1.º — Serán cometidos del Servicio Hidrográfico:

- a) La policía general de todas las señales de navegación.
- b) La proposición a la superioridad de todas las modificaciones en el servicio de navegación que a su juicio sean necesarias para la mayor seguridad de la misma.
- c) El relevamiento hidrográfico de los ríos limítrofes, costa oceánica y Laguna Merim.
- d) La publicación de cartas, planos, etc., hidrográficos para la navegación de las costas nacionales que indica el párrafo anterior.
- e) Servicio semafórico en general.
- f) Ejercer el control sobre los buques de la Armada en lo que se refiere a instrumentos, útiles y métodos de navegación y meteorología usados a bordo.
- g) Mantener canje de publicaciones con las oficinas extranjeras similares.

Art. 2.º — Es impositivo el intercambio de informaciones entre el « Servicio Hidrográfico », el « Servicio Geográfico Militar » y la Dirección de Hidrografía del Ministerio de Obras Públicas, en todo lo que tenga relación con los cometidos de cada una de estas reparticiones.

Atribuciones y obligaciones del jefe

Artículo 3.º — Desempeñará las funciones de jefe del « Servicio Hidrográfico », un jefe del Cuerpo General en servicio activo, designado por la superioridad.

Art. 4.º—Tiene a su cargo el comando y responsabilidad directa del « Servicio Hidrográfico », con la autoridad y atribuciones de jefe de buque en lo que sea compatible.

Art. 5.º—Es responsable de la aplicación y observación del reglamento y de las disposiciones superiores.

Art. 6.º— Está autorizado para efectuar dentro del servicio el nombramiento de oficiales y empleados que considere conveniente para el mayor cumplimiento, teniendo en cuenta la categoría de cada uno.

Art. 7.º Dará las órdenes internas que considere conveniente en bien del servicio, llevándose a ese efecto en secretaría y despacho, un libro que debe firmar todo el personal al pie de cada orden, como constancia de haber tomado conocimiento.

Art. 8.º — Cuando deba ausentarse por motivos de servicio, comisión o licencia, encargará el desempeño de sus funciones al jefe de sección de mayor antigüedad.

Atribuciones y obligaciones de los jefes de sección

Artículo 9.º — Desempeñará las funciones de jefe de sección un jefe de los asignados al servicio que será designado para el cargo por el jefe de la oficina.

Art. 10.—Tiene a su cargo el comando y responsabilidad directa de su sección.

Art. 11. — Es responsable ante el jefe del servicio, del cumplimiento en su sección, del reglamento y de las órdenes recibidas.

Art. 12. — Es el superior inmediato de los oficiales adscriptos a su sección.

Organización

Artículo 13. — Para el mantenimiento y desarrollo de los cometidos a su cargo el « Servicio Hidrográfico » constará de las siguientes secciones:

Sección A: Secretaría y despacho.

Sección B: Astronomía y señales.

Sección C: Hidrografía.

Sección A. — Secretaría y despacho

Artículo 14. — Recibirá los expedientes y dispondrá su distribu-

ción a las respectivas secciones, previa anotación en la mesa de entradas.

Art. 15. — Los asuntos reservados se tramitarán exclusivamente por esta sección.

Art. 16. — El jefe de sección, antes de extender las resoluciones o decretos en los expedientes, los consultará con el jefe del servicio.

Art. 17. — El jefe de sección llevará personalmente el libro copiador de informes reservados.

Mesa de entradas

Artículo 18. — Recibe y expide toda la correspondencia, dándole trámite a la sección que corresponde.

Art. 19. — Lleva el archivo general, excepto el de cartas.

Asuntos administrativos e inventarios

Artículo 20. — Tiene a su cargo el trámite de todos los asuntos administrativos y lleva nota y ejerce control sobre los inventarios de derrota de los buques y reparticiones, en la parte que corresponda.

Art. 21. — Mantiene al día el inventario general del servicio y comisiones que se organicen.

Art. 22. — Provee de instrumentos y cartas.

Biblioteca

Artículo 23. — La biblioteca estará formada con preferencia de obras de Historia, Astronomía, Navegación, Meteorología y demás ciencias que tienen relación con la especialidad de la repartición.

Art. 24. — Tendrá a su cargo la distribución de las publicaciones de todas las secciones.

Art. 25. — Por intermedio de asuntos administrativos provee libros y folletos.

Sección B. — Astronomía y señales

Artículo 26. — Es la encargada de confeccionar las instrucciones para todo trabajo de astronomía que debe ejecutar el servicio o comisiones hidrográficas. Es responsable del cuidado y conservación de los instrumentos que utilicen en la Sección.



Art. 27. — Está a su cargo en general, el servicio de señales de la Armada.

Art. 28. — Estudia y propone el establecimiento y mejoras de faros, balizas, boyas y señales para nieblas.

Sección C. — Hidrografía

Artículo 29. — Proyecta el plan para el levantamiento general de la costa. Confecciona las instrucciones para las comisiones hidrográficas, indicando en cada caso la precisión de las observaciones y métodos a emplear, en forma tal, que los levantamientos hechos por las distantes comisiones hidrográficas, respondan a un criterio que permita ligarlos más tarde.

Art. 30. — Establece en general los errores máximos en la medición de bases, ángulos, triangulación, poligonal, nivelación y determinaciones geográficas, estableciendo además el número de bases a medir, división de la red para su compensación, planos de reducción de sondas y cotas, extensión de las zonas a sondear y densidad de los sondajes.

Art. 31. — Determina el modelo reglamentario de las libretas para el registro de ángulos, poligonales y nivelaciones, croquis y vistas, sondas y mareas, cálculo de poligonal, de coordenadas rectangulares y geográficas.

Art. 32. — Fija las dimensiones y construcciones del plano, escalas de las cartas, signos convencionales, etc.

Art. 33. — Tendrá a su cargo el depósito de los materiales para la instalación y transporte de las comisiones hidrográficas.

Art. 34. -- Hace las correcciones en los derroteros, los que mantendrá al día.

Cálculos y mareas

Artículo 35. — Revisa las mediciones y efectúa todos los cálculos con los datos obtenidos por el personal del servicio o comisiones.

Art. 36. — Recopila las observaciones de mareas y corrientes; calculará y publicará en cuanto las circunstancias le permitan, el Anuario Uruguayo de Mareas.

Art. 37. — Establece y atiende las estaciones marcográficas permanentes.

Cartografía

Artículo 38.— Reúne y archiva cartas y planos, conservando en depósito varios juegos para proveer a la marina de guerra y mercante.

Art. 39.— Mantiene al día el juego Patrón de Cartas Uruguayas y del Almirantazgo Inglés, para la corrección de las que provee, dejando constancia de la fecha de la última corrección hecha, debiendo al dar salida (por excepción) a cartas no corregidas, adjuntar a ellas el « aviso » correspondiente.

Art. 40. — Tiene a su cargo la provisión de cartas y planos por intermedio de « Asuntos Administrativos ».

Art. 41.— Dibuja los planos y las cartas levantadas por el Servicio.

Oceanografía, Magnetismo y Meteorología

Artículo 42. — Redacta las instrucciones para las observaciones a bordo de los buques, comisiones hidrográficas y demás dependencias de la Dirección de la Armada.

Prepara el material, recopila y reduce las observaciones para el estudio y su publicación.

Fotografía

Artículo 43. — Tiene a su cargo las operaciones fotográficas que deba realizar el servicio y proporciona las instrucciones para los trabajos que se encomiende ejecutar a las comisiones.

Art. 44. — Tratará de desarrollar y dotar al gabinete fotográfico de modo que sea posible atender los trabajos de fotogrametría.

Disposiciones transitorias

a) — El presente Reglamento en lo que se refiere a cometido de las distintas secciones, irá cumpliéndose a medida que el aumento de personal y provisión de material necesario lo permitan, con la obligación de dar preferencia a las cuestiones de más interés para la Armada.

Leyes de servidumbre y ocupación de la propiedad privada
y construcción de señales geodésicas, topográficas
etc. y su conservación

Ley N.º 4334

Esta ley, al crear la sección « Servicio Geográfico » del Estado Mayor del Ejército, establece :

.

Art. 4.º — A los efectos de los trabajos a realizarse, declárase a la propiedad privada sujeta a las servidumbres de estudios, de tránsito, de ocupación temporaria y de pastoreo, con objeto de facilitar las operaciones geodésicas topográficas y catastrales, debiendo ser indemnizados los daños que se ocasionen por causa de esas servidumbres.

Art. 5.º — Comuníquese, etc.

Sala de Sesiones de la Honorable Cámara de Senadores, en Montevideo, a los 19 de Mayo de 1913.

MANUEL B. OTERO
Presidente

Federico Nin Aguiar
Secretario

Montevideo, Mayo 30 de 1913.

Cúmplase, acúsese recibo, comuníquese a quienes corresponda, publíquese e insértese en el R. N.

BATLLE Y ORDOÑEZ
Juan Bernassa y Jerez

LEY N.º 8241

C A T A S T R O

Se declara de utilidad pública la permanencia de las señales geodésicas y topográficas y se determinan las penas a imponerse en caso de deterioro

El Senado y la Cámara de Representantes de la República Oriental del Uruguay, reunidos en Asamblea General,

DECRETAN:

Artículo 1.º — Declárase de utilidad pública la permanencia de de las señales geodésicas y topográficas construidas y a construirse por los organismos del Estado y con fines de levantamiento de la carta, catastro, etc.

Art. 2.º.—Autorízase a la Presidencia de la República para disponer de Rentas Generales hasta la cantidad de ocho mil (\$ 8.000) a fin de reconstruir y conservar las señales que actualmente se hallan destruidas y para terminación de la cadena geodésica iniciada en el Departamento de Colonia.

Art. 3.º. — Una vez realizada la reconstrucción a que se refiere el artículo anterior, el cuidado de las señales, de que trata esta Ley, quedará a cargo de los propietarios u ocupantes de los predios donde se encuentren ubicadas.

Quedan sometidos a igual obligación los propietarios u ocupantes de los predios en que actualmente existan señales en buen estado de conservación.

Art. 4.º — La reconstrucción decretada por el artículo 2.º de la presente ley, se hará por intermedio del Instituto Geográfico Militar.

Art. 5.º - Cuando el deterioro de las señales sea imputable a los propietarios u ocupantes de los predios, serán éstos penados con una multa de cincuenta pesos por cada señal damnificada, sin perjuicio de lo que deban abonar por la reconstrucción o reparación.

Art. 6.º. — Cuando se destruya o deteriore alguna señal por causa que no fuera imputable al ocupante del predio, éste deberá comunicarlo al Instituto Geográfico Militar dentro del término de treinta días, bajo pena de que no haciéndolo se le aplique la multa indicada en el artículo anterior.

Art. 7.º. — Comuníquese. etc.

Sala de Secciones de la Honorable Cámara de Representantes,
en Montevideo a 11 de Junio de 1928.

ALFREDO GARCÍA MORALES
Presidente

Arturo Miranda
Secretario

Orientación general de los relevamientos hidrográficos a efectuarse en la República

Método de trabajo y normas para los operadores

División de la carta general en secciones

A los fines de los relevamientos hidrográficos, estudios de las aguas, publicación de cartas, derroteros, listas de faros, etc., los caudales de agua de la República se considerarán divididos en las tres secciones siguientes:

SECCIÓN I. — Río de la Plata y costa oceánica, comprendiendo las bahías, puertos y canales que les comuniquen directamente, como también las barras de los ríos tributarios en toda la porción que abarque la carta.

SECCIÓN II. — Río Uruguay.

SECCIÓN III. — Todos los restantes cursos de agua del territorio nacional, incluyendo los lagos y lagunas.

Cuando el estado de adelanto de los trabajos parciales lo permitan, se construirá una carta general de cada una de las secciones I y II.

En la Sección I se relevarán todas las cartas y cuarterones parciales que sean necesarios para la mayor seguridad de la navegación en las proximidades de las costas, recaladas, entradas a puertos, etc.

En el plano anexo, correspondiente a la Sección I, se han marcado los límites de las cartas parciales, y también se indican los cuarterones más necesarios. Los límites de estas cartas parciales

se establecen como norma general, aunque éstos puedan variarse cuando exista una razón que lo justifique.

Las cartas parciales adyacentes se harán « solapadas »: ésto es, que se monten en una franja conveniente, común a ambas cartas, lo cual permitirá pasar de una a otra el trazado de la cerrota al cambiar de carta.

El límite Sur de estas cartas está indicado aproximadamente, pudiendo variarse de extensión si fuere necesario.

Los límites definitivos se indicarán en forma precisa en las instrucciones particulares que se formulen para las comisiones encargadas del trazado de cada carta.

La Sección II comprenderá, además de la carta general del Río Uruguay, las cartas parciales que sean necesarias, los cuarterones y planos de puertos, pasos, canales, desembocaduras, etc.

Orden de ejecución de los trabajos

Los relevamientos hidrográficos se llevarán a cabo por el orden de importancia de las zonas que comprenda cada carta, considerada desde el punto de vista de la navegación. En esta forma tendrán prioridad aquellas zonas de mayor tránsito marítimo para los puertos de la República.

No obstante, podrá darse preferencia a determinado trabajo, cuando haya urgencia en ello, en cuyo caso la superioridad dispondrá su ejecución.

Instrucciones para las comisiones

Las comisiones designadas para cada trabajo se ajustarán a las instrucciones particulares que se formulen para ellas, las que deben ser complemento de estas instrucciones de carácter general.

Dichas instrucciones particulares serán lo suficientemente amplias y precisas para que no haya necesidad de aplicar otros métodos que los expresados en ellas.

Los métodos que se impongan a las comisiones serán aquellos que la experiencia ya los haya reputado buenos y que conduzcan a un resultado encuadrado dentro de los límites de exactitud requeridos para cada caso.

Solamente en casos excepcionales podrán las comisiones adoptar

Los originales obtenidos en el terreno deberán ser presentados sin adulteración de ninguna especie y en el estado en que se encuentren. No se permitirá raspar ni borrar por ningún procedimiento lo que se haya anotado. En caso de error en alguna anotación, se tachará en forma que sea luego comprensible lo que estaba errado, haciendo después la anotación correcta y si es necesario explicando esta circunstancia.

Todos los trabajos serán firmados por los operadores que los ejecuten.

Al terminar el trabajo encomendado a una comisión, el jefe de ésta remitirá al Servicio Hidrográfico todos los borradores, formularios, libretas, anotaciones, planos, cálculos, memorias, etc., no omitiendo en este sentido ningún detalle que más tarde pueda servir para aclarar cualquier duda y salvar posibles errores. No debe considerarse exagerado que interpretando ésto se agregue un simple papel donde se haya hecho anotaciones sobre el trabajo, aún cuando parezcan sin importancia.

Generalidades para el relevamiento de una carta

La primera operación a realizar será el reconocimiento de la zona que abarcará la carta. En este reconocimiento se elegirán los vértices para la triangulación principal y también toda la extensión que será necesaria para la medición de la base.

Todos estos puntos se señalarán con estacas o jalones mientras se efectúa el reconocimiento.

Los puntos elejidos para vértices cumplirán las siguientes condiciones:

En cada triángulo los tres vértices serán recíprocamente visibles.

Los ángulos estarán comprendidos entre 30 y 120 grados.

Las visuales rasantes no pasarán a menos de dos metros de tierra, arboledas, edificios, etc., ni a menos de tres de la superficie de las aguas. Cuando sea necesario se elevará la señal para evitar ésto.

Siempre que sea posible se tratará de hacer las observaciones astronómicas en uno de los extremos de la base; pero si se presentan inconvenientes en éstos dos puntos, podrán hacerse estas observaciones en un vértice de la triangulación, y en último caso en un pilar auxiliar que habrá de ligarse luego a la red o cadena de triángulos. En todo caso este pilar, respecto a su ubicación,

cumplirá las condiciones que se acaban de anotar para los demás vértices de triangulación.

La construcción de los pilares (preferiblemente de hormigón armado) se hará a medida que la elección de los vértices respectivos se haya hecho en forma definitiva.

Conjuntamente con las operaciones de reconocimiento se levantará un croquis de la triangulación, anotando los valores aproximados al minuto de los ángulos formados en cada vértice.

También se anotarán los arrumbamientos de los puntos elejidos para la construcción de los pilares, refiriéndolos a otros puntos u objetos notables que se encuentren en sus proximidades, de manera que en lo sucesivo sea fácil volver a encontrar su ubicación, aún en el caso de haber desaparecido la señal dejada para marcarlos. Todos estos datos se anotarán en la «Hoja de identificación de los vértices», en la cual se asentarán también las demás anotaciones que en ella se indican, tales como: camino que conduce a la señal; distancias a puntos fáciles de identificar; croquis del lugar; fotografía o dibujo del pilar y mira una vez terminados, etc. etc.

Con el fin de poder encontrar con relativa facilidad las señales ya colocadas, durante los trabajos de reconocimiento, cuando dichas señales se hayan de visar desde los otros puntos, será conveniente tomar los azimutes magnéticos al mismo tiempo que los ángulos subtendidos por los puntos donde se proyecta hacer estación. Una vez trasladado el operador al nuevo punto de estación proyectado como vértice, instalado el instrumento y dirigido el anteojo en correspondencia con el azimut recíproco medido desde el vértice que se busca, será fácil encontrar la imagen de su señal en el campo del anteojo. Aunque este método no es infalible por diversas causas, su empleo ayudará muchísimas veces al reconocimiento de las señales que se coliman por primera vez, especialmente cuando la visibilidad es mala, o se proyectan de tal modo que no se destacan de su fondo en las primeras tentativas para encontrarlas.

En ciertas circunstancias podrán servir algunas enfilaciones naturales para determinar la dirección del punto que se desea hallar.

Después del reconocimiento de la triangulación principal, o conjuntamente con éste, podrá hacerse el de la triangulación secundaria, determinado la ubicación de los puntos convenientes para estacionar los teodolitos de situación de sondajes.

Desde estos puntos se harán las marcaciones de todos los sondajes a larga distancia.

Los puntos para marcaciones de los sondajes inmediatos a la costa, (zona a relevar con embarcaciones menores) podrán ser determinados por medio de la poligonal principal de la costa.

Las operaciones de triangulación deberán efectuarse inmediatamente después de terminada la construcción de los pilares - vértices, evitando así que las miras se deterioren por la acción del tiempo, originando pérdidas materiales y trabajo malogrado para el personal encargado de la erección de dichas señales. Es sabido que las miras de madera se aflojan en poco tiempo; por ésto los operadores que las utilicen las harán recorrer antes de efectuar las mediciones, haciendo templar las riendas y asegurando todo el sistema de manera que queden perfectamente centradas con respecto a sus pilares.

Esta precaución es necesaria si se pretende obtener una alta precisión en los resultados de las medidas angulares, de acuerdo con los pequeñísimos errores de lectura que arrojan los instrumentos modernos, cuyos nonios aprecian directamente el décimo de segundo. Para que esta apreciación no sea ficticia, es necesario eliminar todas las causas posibles de error, siendo una de las más influyentes la que se traduce por imperfecta colimación de la mira o señal. Para poder afinar esta colimación, es necesario perfeccionar las señales en armonía al perfeccionamiento de los instrumentos. Es natural que tales precisiones se deben exigir en correspondencia con las necesidades que ha de satisfacer el trabajo.

Para evitar los desperfectos de las miras citadas, cuando la red o cadena de triangulación fuese muy extensa, será preferible construir las miras de madera a medida que vayan a ser utilizadas, y con la suficiente anticipación para no retrasar las mediciones angulares. Esto no impide que enseguida del reconocimiento se construyan los pilares de hormigón en cada vértice definitivamente adoptado, pues estos pilares no se alteran con el tiempo; por el contrario, habrá ventaja en construirlos sucesivamente para aprovechar el transporte del material necesario para todos los de una zona, con la consiguiente economía que se deriva de la construcción en serie. Además, antes de iniciar las mediciones, se dará tiempo a que los pilares sequen interiormente y se estabilicen.

Construcción de los pilares y miras

Miras para los vértices principales

Para facilitar el trabajo de montar estas miras, de ampliarlas luego y de armar la plataforma para el operador, se harán todas de un mismo tipo.

Su construcción se realiza fácilmente como sigue:

En el punto donde se debe materializar el vértice, se levantará un pilar de hormigón, cuyo eje vertical habrá de coincidir con el de la mira.

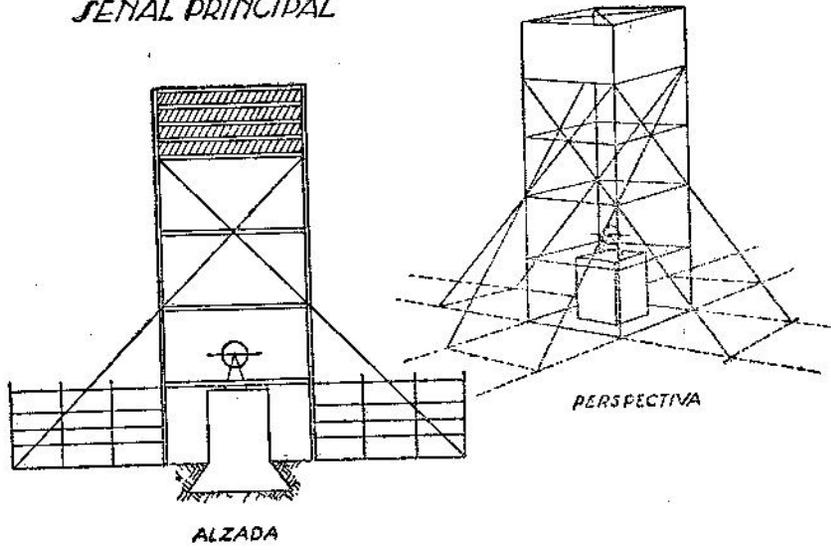
La mira es de forma geométrica regular; un prisma vertical de base cuadrada, cada una de cuyas aristas se forma por un montante de madera de 10 por 10 centímetros de espesor, aproximadamente. Estos montantes tendrán seis metros de largo, o irán dispuestos simétricamente alrededor del punto de estación (eje del pilar), de manera que los pies de los cuatro postes formen un cuadrado de dos metros de lado. Estos montantes se enterrarán un metro, debiendo pintarse con black la parte que irá bajo tierra.

Practicados los cuatro pozos alrededor del centro de estación, se pararán los montantes auxiliando la operación por medio de los vientos de alambre que luego habrán de sostenerlos adrizados; obtenida la verticalidad de los cuatro montantes, se comienza su trabazón de abajo hacia arriba, clavando la primera hilera de travesaños horizontales a *un metro de altura del suelo*.

Dispuesta la primera hilera de travesaños, se armará la segunda a dos metros sobre el suelo; luego otra hilera a tres metros, y así sucesivamente, aumentando un metro para cada nueva hilera, hasta llegar a la parte superior de los montantes en cuyos extremos justamente se clavarán los cuatro travesaños horizontales finales.

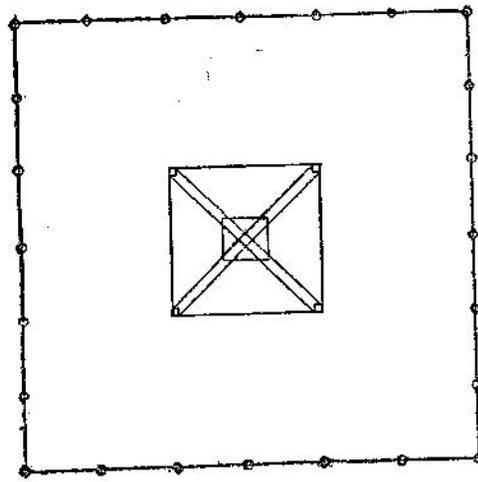
Queda así constituido el primer tramo, cuya altura total sobre el suelo será de 5 metros. Esta es la mira de altura mínima que se construye.

SEÑAL PRINCIPAL



ALZADA

PERSPECTIVA



PLANTA

Fig. 2

ESCALA: 1/100

Los travesaños horizontales mencionados antes serán de las siguientes dimensiones: $0,025 \times 0,150 \times 2,000$ metros.

Además de trabar la señal, estos travesaños servirán para sostén de la plataforma del operador, pudiendo instalarse ésta a cualquiera altura, de metro en metro, y de acuerdo con la altura del pilar, para que el instrumento quede en posición cómoda y practicamente al alcance de la vista del operador.

La plataforma servirá indistintamente para cualquiera de las señales de triangulación, y serán transportadas a tal fin conjuntamente con los materiales e instrumental del operador. Para facilitar el transporte y también el montaje de esta plataforma, como ha de tener un vaciado para dejar paso al pilar por su centro, resulta conveniente construirla en cuatro trozos desmontables, los que se unirán simplemente por superposición al colocarlos en la mira, cruzándose dos a dos.

La parte superior de la señal llevará la *mira* propiamente dicha, formada por una tablazón que cubrirá el espacio entre las dos hileras superiores de travesaños y por las cuatro caras de la señal. Esta tablazón se formará por maderas clavadas horizontalmente, espaciadas a 5 centímetros una de otra para que no ofrezcan mucha resistencia al viento. Estas maderas tendrán por dimensiones: $0,015 \times 0,150 \times 2,000$ metros; el espesor puede ser aproximadamente de media pulgada.

Terminada toda esta estructura, se clavarán en la parte superior de los montantes, sobre sus cabezas, dos travesaños diagonales que trabarán el conjunto de la mira para darle cierta rigidez de forma. Los espesores de estas maderas serán iguales a los travesaños. Por el centro de la cruz de estas diagonales se suspenderá una plomada para centrar el pilar y rectificar la verticalidad de la señal. Para esta rectificación se podrá mover convenientemente la mira por medio de los dobles vientos de alambre que se habrán puesto al efecto, torneándolos sobre sí mismos. Estos vientos deben estar afirmados a una altura de cuatro metros sobre el suelo, disponiendo dos dobles por cada montante y prolongándolos de manera que trabajen cruzados, dos por cada cara de la señal, con los de los montantes inmediatos. Cada par de estos vientos debe quedar en el mismo plano de la cara respectiva de la mira.

Cada extremo inferior de estos 8 vientos dobles se afirmará a

un muerto o anclaje de madera dura o de piedra que no corte el alambre. Este anclaje se colocará a cuatro metros de distancia del pié del montante al cual se amarra. Los operadores cuidarán que los encargados de construir estas señas se ajusten estrictamente a estas indicaciones, sin introducirles modificación, pues esta estructura ha sido ya bien experimentada. Los vientos de alambre se dispondrán en la forma ya indicada, obteniéndose así una gran solidez del conjunto con un mínimo de area de terreno ocupada, (un cuadro de 6 metros por lado).

Esta área se rodeará finalmente por un alambrado para proteger la señal de los animales que pudieran dañarla.

Cuando la señal esté a media construcción y los montantes verticales, se rellenan los pozos de sus piés apisonando bien la tierra alrededor de los palos y procurando que ésta quede un poco más alta junto a los montantes para que no se estanque el agua de lluvia.

Para que el trabajo de hacer los pozos resulte más perfecto que a pala, dándoles el diámetro conveniente para los palos, se practicarán con una barrena para tierra. En esta forma habrá menor riesgo de desmoronamiento de tierra cuando se haga el cimiento para el pilar.

Después de terminada la señal, se pintará de blanco y negro, combinando estos colores de manera que la mira resulte bien visible desde los otros vértices de la triangulación. La mira propiamente dicha se pintará con ambas pinturas, alternándolas en cada tabla horizontal. Los montantes se pintarán en trozos alternados (entre dos travesaños) con blanco y negro.

Prolongación de la señal.

Cuando la altura de un tramo elemental (5 metros) no sea suficiente y haya necesidad de aumentar la altura de la señal para hacerla visible desde todos los demás vértices, se procederá a armar su prolongación, sin variar en lo más mínimo la estructura del primer tramo ya construido.

Esta prolongación tiene una forma exactamente igual al tramo de base, y sus elementos son de las mismas dimensiones.

Se empalmará a cada montante otro tirante igual, cuidando de

hacer el empalme por las caras correspondientes de cada uno a fin de mantener la equidistancia entre los tirantes. Este empalme tendrá una longitud de un metro y se hará por medio de tres bulones con tuercas y tres arandelas grandes.

Los cuatro montantes así empalmados se trabarán entre sí por travesaños horizontales, dispuestos a un metro de distancia entre cada hilera como en el tramo anterior. Todo el resto de la construcción, hasta la mira, se hace en forma igual al primer tramo. Los vientos que le corresponden se afirmarán a 9 metros de altura del suelo, es decir, a la altura de los penúltimos travesaños superiores. Los anclajes estarán a 9 metros de distancia del montante correspondiente.

Cuando fuere necesario un nuevo tramo de prolongación, se construirá en forma igual a los anteriores, pero los montantes serán de las siguientes dimensiones: $0,075 \times 0,075 \times 5,000$ metros.

Esta prolongación aumentará la altura total de la señal en cuatro metros.

Las alturas que corresponden a la señal y diferentes tramos son:

1.er tramo	5 metros
2do. tramo	10 »
3er. tramo	14 »
4to. tramo	18 »

Cada tramo siguiente aumentará en cuatro metros.

Construcción del pilar

El pilar reglamentario para los vértices principales se construirá de hormigón armado y de forma cilíndrica. Este pilar fué planeado y adoptado por nuestro Instituto Geográfico Militar.

La figura 3 muestra los moldes empleados para vaciar el cemento; el pilar y la armadura de hierro.

Es conveniente realizar la construcción del pilar después de levantada la mira, pues ésta servirá de andamiaje para sostener los moldes y luego vaciar el hormigón; además, se facilita en esta forma el centrado de todo el conjunto de moldes y armadura, con respecto a la mira.

Así pues, terminada de construir la mira, se procede a determi-

nar la vertical de su centro, el cual deberá ser ocupado después por el eje del pilar.

Teniendo este centro marcado en el suelo, se excava el pozo para el cimientto del pilar, colocandoo en él, perfectamente centrado, el molde donde se vaciará el hormigón después de haber dispuesto las varillas de hierro para su armadura. Este cimientto estará construido por una planchada circular de 1.20 metros de diámetro por 20 centímetros de altura. En la figura se ve claramente que los mismos hierros que sirven para la estructura del cimientto o baso, se prolongan hacia arriba para formar el primer trozo troncocónico del pilar.

Hecho el cimientto, se colocarán encima los trozos sucesivos de molde, en el orden indicado en la figura, para levantar el pilar hasta la altura que se haya proyectado, la cual será siempre un número de metros exactos.

El primer trozo del pilar llevará el alojamiento para el « repere » (índice de centración) que debe marcar el centro de estación.

El pilar está formado, según esta descripción, por una parte cilíndrica *A*, de 1.20 mts. de diámetro por 0.20 mts. de altura; otra parte troncocónica *B*, que se apoya directamente sobre la base, y que tiene 1.40 mts. de altura, siendo 0.80 mts. el diámetro de la base mayor, y 0.50 mts. el de la base menor; luego la parte siguiente *C*, también de forma troncocónica, de 0.20 mts. de altura, con un diámetro mayor de 0.50 mts. y un diámetro menor de 0.40 mts.; en este trozo va el alojamiento del « repere », constituido por un túnel transversal de 10 por 10 centímetros de luz, dispuesto según un diámetro del pilar. Para formar este túnel se coloca un madero de las dimensiones indicadas, de modo que quede pasado por las aberturas del molde, sobresaliendo un poco a cada lado. Luego, una vez fraguado el hormigón, se podrá quitar el madero con facilidad si previamente se le ha dado una mano de grasa después de haberlo tenido sumergido en agua para que se hinche. Este madero debe estar bien acepillado para que no ofrezca asperezas que puedan retenerlo en el hormigón.

El trozo siguiente *D*, es de forma cilíndrica, teniendo 0.40 mts. de diámetro uniforme y 1 metro de altura.

Este trozo cilíndrico se construye hueco, para lo cual se pondrá dentro del molde, perfectamente centrado, un caño de hojalata o

de zinc, de 0.10 mts. de diámetro, colándose después el hormigón en el espacio que se deje entre el caño y el molde. El caño debe apoyar por la parte inferior sobre el madero transversal del túnel, de modo que al quitar éste quede en comunicación el conducto central vertical con el alojamiento del « repere ». Por aquel conducto se introducirá la plomada para verificar las centraciones correspondientes.

Si hubiere que prolongar el pilar, se enchufarán nuevos trozos de tubos en el conducto ya hecho en el trozo inferior.

El « repere » de bronce se fijará en el plano horizontal inferior del túnel, perfectamente en su centro, comprobando la posición con la plomada tirada desde la parte superior del pilar. Esta fijación se hará con cemento especial.

El « repere » será una pieza de bronce robusta, adecuada para su finalidad, teniendo su vértice o línea de fé bien determinada, y su altura no será mayor de 5 centímetros para que permita observar la plomada dentro del túnel.

Todo pilar estará armado con varillas de hierro cuyas dimensiones se indican en el cuadro correspondiente, así como las proporciones de cemento, arena y piedra que forma el concreto.

La ligazón de las varillas de hierro, su altura, etc., se pueden observar en la figura.

Se armarán tantos trozos cilíndricos *D*, como sean necesarios para alcanzar la altura proyectada.

Si todo ha sido bien llevado, tanto en la construcción de la señal como en la del pilar, los travesaños horizontales de la mira quedarán a la misma altura de las uniones de cada trozo de molde *D*.

El cimiento de estos pilares se hará a una profundidad de 0.80 mts.

Si el pilar ha de construirse en terreno arenoso, será conveniente reforzar el cimiento, haciendo debajo de la base *A*, una estructura para que sirva de asiento de aquélla. Tal estructura podrá estar formada por una planchada de hormigón armado, de extensión conveniente para que tenga estabilidad, y de acuerdo con la altura del pilar. También se podrá reforzar la base por medio de pilotes enterrados, sobre los cuales asentará el cimiento del pilar.

Materiales para la construcción del pilar

Volúmenes.

De la base A, B y C	0, ^{m³} 748
de cada metro de pilar D	0, 125
de un pilar de 2 metros	0, 873
» » » » 3 »	0, 998
» » » » 4 »	1, 123
» » » » 5 »	1, 248
» » » » 6 »	1, 373
» » » » 7 »	1, 498
» » » » 8 »	1, 673

Material (Volúmenes a proporción 1. 2. 4.)

Para pilares de 1 metro	{	Portland	0, ^{m³} 187
		Arena	0, 374
		Pedregullo	0, 748
» » « 2 metros	{	Portland	0, 218
		Arena	0, 437
		Pedregullo	0, 873
» » » 3 »	{	Portland	0, 249
		Arena	0, 499
		Pedregullo	0, 998
» » » 4 »	{	Portland	0, 281
		Arena	0, 562
		Pedregullo	1, 123
» » » 5 »	{	Portland	0, 312
		Arena	0, 624
		Pedregullo	1, 248
» » » 6 »	{	Portland	0, 344
		Arena	0, 687
		Pedregullo	1, 373

»	»	» 7	»	{	Portland	0,	375
					Arena	0,	749
					Pedregullo	1,	498
»	»	» 8	«	{	Portland	0,	406
					Arena	0,	812
					Pedregullo	1,	628

Material (Pesos en kilogramos)

Para pilares de 1 mt..	{	Portland	228 kgs.
		Arena	561
		Piedra	1047
		Varilla de 8 mm.	5,500 kg. 14 mts.
		» « 15 »	13,800 » 10 »
»	{	Portland	266 kgs.
»		Arena	656
» 2 mts.		Piedra	1222
		Varilla de 8 mm.	6,700 kgs. 17 mts.
		» » 15 »	20,700 » 15 »
»	{	Portland	304 kgs.
»		Arena	750
» 3 »		Piedra	1397
		Varilla de 8 mm.	7,900 kgs. 20 mts.
		» » 15 »	27,500 » 20 »
»	{	Portland	343 kgs.
»		Arena	843
» 4 »		Piedra	1572
		Varilla de 8 mm.	9,200 kgs. 25 mts.
		« » 15 »	34,500 » 25 »
»	{	Portland	381 kgs.
»		Arena	936
» 5 »		Piedra	1747
		Varilla de 8 mm.	10,200 kgs. 26 mts.
		» » 15 »	41,400 » 30 »

»	»	»	6	»	{	Portland 420 kgs.
						Arena 1031
						Piedra 1922
						Varilla de 8 mm. 11,400 kgs, 29 mts.
						» » 15 « 48,200 » 35 »
						}
»	»	»	7	7	{	Portland 458 kgs-
						Arena 1124
						Piedra 2097
						Varilla de 8 mm. 12,600 kgs. 32 mts.
						» » 15 mm. 55,100 » 40 »
						}
»	»	»	8	»	{	Portland 495 kgs.
						Arcna 1218
						Piedra 2272
						Varilla de 8 mm. 13,800 kgs. 35 mts.
						» « 15 » 62,000 » 45 »
						}

Señales y pilares secundarios

Las señales para los vértices secundarios están formados por una viga de madera de altura conveniente, teniendo en su parte superior una mira hecha con tablas dispuestas en cruz, de manera que presenten visibilidad en toda la vuelta al horizonte.

Las tablas son de $0,015 \times 0,150 \times 1,800$ mts. y se pintan con blanco y negro, alternativamente.

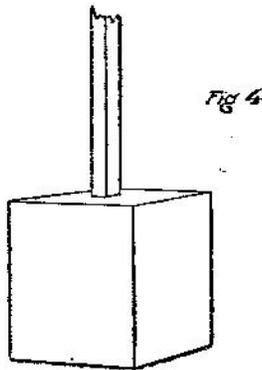
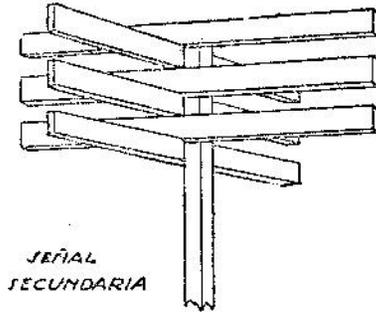
La viga se afirma en el suelo por medio de un sólido pilar de hormigón; la parte superior de esta mira puede sostenerse con vientos de alambre, cuando por sus dimensiones haya probabilidad de que sea destrozada por el viento.

Al construir el pilar, es conveniente darle suficiente cimentación para que pueda resistir el esfuerzo considerable que representa el brazo de palanca constituido por el soporte de esta mira.

Para poder sacar esta señal del pilar, si fuera necesario estacionar el teodolito, se tendrá la precaución, mientras se construye, de mojar la viga y darle una mano de grasa en la parte que irá aprisionada por el hormigón. También será conveniente para obtener mejor este resultado, rebajar ligeramente las caras del extremo

inferior del tirante, de manera que resulte con una leve forma de tronco de pirámide.

La figura 4 representa este tipo de mira.



A título informativo se indica aquí que todas las señales vértices próximas a la costa, han servido en los trabajos realizados hasta ahora como « Estaciones de Sonda », y también como puntos de referencia para que el buque sondador se sitúe. La ubicación de estas señales es siempre favorable para la situación desde a bordo, puesto que ellas mismas servirán para marcar las posiciones sucesivas del buque en sus operaciones de sondajes, determinando

ángulos que siempre están comprendidos dentro de los límites convenientes.

Unicamente debemos agregar que en algunas circunstancias de visibilidad, cuando estas señales se proyectan sobre fondos confusos, para que sean bien visibles desde a bordo ha sido necesario aumentarlas en sus dimensiones relativas: ésto es, darles un gran frente hacia el mar, principalmente en el sentido de su ancho, sin alterar la altura. Este aumento de frente se consigue fácilmente por medio de lonas u otras telas apropiadas.

Una vez terminada la señalación de los vértices de triangulación, de extremos de base, de estaciones de sonda y otros puntos que sean convenientes en la triangulación secundaria, podrán comenzar los trabajos de campo de las siguientes subcomisiones: Topografía y Poligonal, Nivelación y Sondajes a larga distancia. Para los trabajos de sondajes próximos a la costa será necesario esperar a que estén ubicados y revelados los puntos de estación de los teodolitos, generalmente comprendidos en la poligonal.

Las observaciones meteorológicas, las de mareas y corrientes, se efectuarán desde el comienzo de la campaña; también se iniciará desde el principio la recopilación de datos para el derrotero.

Tan pronto como se haya calculado la triangulación, se comenzará a confeccionar el plano de construcción, en el cual se irán poniendo todos los elementos necesarios para la carta a medida que queden listos para el trazado.

Triangulación y base

Al efectuar el reconocimiento de la zona para la elección de los vértices de triangulación, se tratará siempre que se pueda, de utilizar algunos de los vértices de la red o cadena del Instituto Geográfico Militar, a fin de poder ligar los trabajos de ambos institutos para el trazado de la Carta General de la República.

Cada una de las porciones de la red o cadena del Servicio Hidrográfico estarán apoyadas en una base cuya dimensión será la conveniente para la extensión de su desarrollo y transporte de la medida lineal hasta el extremo o último lado de esa porción de triangulación. Cuando la extensión de la red lo haga necesario por alcanzarse el máximo error tolerable en la medida lineal, se medirá una nueva base con cuyo valor se compensarán los lados de la triangulación.

Todas las porciones de cadenas y redes formarán un sistema único a lo largo de la costa; por consiguiente, todo el trabajo de triangulación se llevará a cabo *con una misma precisión*.

Como el trabajo principal de nuestro Servicio consiste, — en lo que se refiere a la confección de cartas, — en relevar especialmente nuestras costas a fin de obtener un trabajo más completo y perfecto que el que exista hasta entonces en la cartografía de cada región, se comprenderá la razón por la cual adoptamos algunos métodos capaces de producir resultados más precisos que aquellos que proporcionan los empleados generalmente en la Hidrografía ordinaria. Este concepto no es precisamente el que caracteriza a la Hidrografía, cuyas operaciones de campaña se realizan en el tiempo más breve posible, empleando métodos que proporcionan un grado de exactitud solamente suficiente para los fines de la navegación. Para alcanzar este grado de exactitud en nuestros levantamientos, hemos adoptado límites más rigurosos para las tolerancias de errores en las mediciones de bases, triangulación, poligonales, determinación de coordenadas geográficas y sus transportes, en las marcaciones de sondajes y en las correcciones de éstos, y en fin, tratando de depurar todas las medidas obtenidas en los trabajos de campo.

Los triángulos tendrán, en lo posible, la forma que más se aproxime a la equilátera, y el valor de un ángulo cualquiera estará comprendido entre 30 y 120 grados.

Al medir los ángulos, la colimación se hará, siempre que sea posible, al propio pilar del vértice que se observa. Dada la longitud media del lado de un triángulo hidrográfico y teniendo en cuenta que los instrumentos goniométricos de nuestro Instituto tienen una óptica de gran luminosidad y mucho aumento, generalmente se podrán colimar bien los pitares, prescindiendo de la mira, con lo cual se obtendrá mayor exactitud en la medición.

En la triangulación principal se medirán todos y cada uno de los ángulos de cada triángulo.

En cada vértice se harán seis series de observaciones por vuelta de horizonte; es decir, se harán seis vueltas con círculo izquierda y otras seis con círculo a la derecha. De acuerdo con este número de series, las posiciones que corresponderán al círculo horizontal como origen de cada vuelta, serán: 0°, 30°, 60°, 90°, 120° y 150°.

repetiéndose ésto en las dos posiciones del anteojo. Se entiende que las posiciones de origen indicadas serán aproximadas, pues siendo el instrumento reiterador, no será posible llevar la anterior lectura exacta al punto de origen. Cada serie estará constituida por las dos lecturas correspondientes a una misma posición del círculo horizontal.

Para la compensación de los ángulos se tomará como unidad de peso de cada ángulo, una serie.

El operador se abstendrá de medir ángulos aislados, para la red principal.

La longitud de los lados de un triángulo principal hidrográfico no será inferior a 5 kilómetros, y su medida más conveniente próxima a los 15 kilómetros.

La extensión de la triangulación se limitará cuando se alcance el error máximo de 1/10.000 para el último lado, debiéndose en este caso medir una nueva base en este extremo para continuar la cadena.

Los cierres angulares se ajustarán a las siguientes condiciones:

En las mediciones angulares por series de vueltas de horizonte, para cuya operación se usan teodolitos reiteradores, todos los ángulos de un vértice se deben medir con una misma y determinada precisión, por el mismo operador y en igualdad de circunstancias. Habiendo procedido en esta forma será más fácil determinar la unidad de peso para la compensación

Como en el momento de determinar estos ángulos, el operador no tiene más control, en cada vértice, que el importe de la suma de todos los ángulos formados en ese vértice, es necesario fijar el límite del error admisible en cada medición aislada, es decir, en el cierre de cada vuelta de horizonte, a fin de que el operador pueda formar juicio sobre la bondad de tal medición.

No obstante este control, el resultado final de la operación se ajustará al cálculo de compensación y sus leyes.

Para deducir la tolerancia del error en una medición aislada, consideraremos lo siguiente:

Al efectuar una vuelta de horizonte, se observará cada una de las direcciones correspondientes a cada uno de los puntos a medir. En cada determinación de dirección se cometerá un error de bisección y otro de lectura.

El error de bisección (α) es, para los teodolitos modernos de triangulación, superior al error de lectura (β). Aquel error estriba mayormente en la imprecisión de colimar exactamente el centro de la señal, agregándose a ésto la inestabilidad de la imagen.

Este error dependerá también del aumento del anteojo del teodolito, de las condiciones atmosféricas y, naturalmente, de la pericia del operador.

Es necesario, pues, perfeccionar las señales que en cada vértice materializan su centro de estación, a fin de reducir una de las causas de mayores errores.

El poder de aumento del anteojo puede también disminuir la inseguridad de la bisección; pero este aumento está limitado a ciertas condiciones impuestas por la técnica.

En cuanto al error de lectura (β), es causado por la inseguridad en la apreciación de las mismas lecturas; error que se agrega al causado por defecto de graduación del limbo.

La expresión matemática del error de colimación o bisección se ha determinado experimentalmente, aceptándose por su exactitud la siguiente fórmula del ingeniero doctor Noetzli, de Zurich.

$$\alpha = \frac{4''}{\sqrt{A}}$$

en la que A representa el aumento del anteojo.

Por ejemplo:

Para un anteojo de 30 aumentos, tendremos:

$$\alpha = \frac{4''}{\sqrt{30}} = 0''7$$

En cuanto a la expresión que determina el error de lectura, es:

$$\beta = \pm \frac{N''}{2}$$

en la que N'' es la apreciación del instrumento.

Cuando la lectura es el promedio de dos nonios, su error medio será:

$$\beta = \pm \frac{N''}{2\sqrt{2}}$$

Como ambas lecturas serán hechas con las mismas precauciones, tendremos por expresión de su promedio:

$$\frac{\beta\sqrt{2}}{2} = \pm \frac{\beta}{\sqrt{2}}$$

y el error medio cometido al determinar una dirección:

$$m_d = \sqrt{\alpha^2 + \left(\frac{\beta}{\sqrt{2}}\right)^2} = \sqrt{\alpha^2 + \frac{\beta^2}{2}}$$

Pero como para determinar un ángulo se miden dos direcciones, el error total es proporcional a la raíz cuadrada del número de determinaciones,

$$\text{error medio angular: } m_\omega = \sqrt{n} \times \sqrt{\alpha^2 + \frac{\beta^2}{2}}$$

$$\text{o sea: } m_\omega = \sqrt{2 \left(\alpha^2 + \frac{\beta^2}{2} \right)}$$

Este error medio corresponde a cada ángulo simple, determinado una sola vez por la diferencia de dos lecturas.

Verificación del cierre al horizonte

Para verificar rápidamente si el error de cierre al horizonte sobre pasa el límite de la tolerancia, al final de cada vuelta se determinará dicho cierre haciendo las lecturas con un solo nonio o microscopio.

Tendremos así el error verdadero:

$$\varepsilon = 1 - 360^\circ$$

siendo (1) el valor obtenido en el cierre de horizonte.

Si se efectúa la lectura de un solo nonio, la expresión del error medio de un ángulo simple será:

$$m_{\omega} = \sqrt{2(\alpha^2 + \beta^2)}$$

y para los ángulos de la vuelta:

$$\text{error medio del cierre: } M_{\omega s} = m_{\omega} \sqrt{n}$$

Tolerancia

Se ha establecido que el error extremo o tolerancia no sobrepase del triple del error medio; luego:

$$t = 3 M_{\omega s}$$

De manera que si el error verdadero ϵ'' es superior a t , toda esa vuelta de horizonte debe ser rechazada, repitiéndose la observación.

Simplificando las fórmulas anteriores tenemos:

$$\text{Tolerancia del cierre de horizonte: } t = C \sqrt{n}$$

en cuya expresión, C es una constante que se calcula para cada instrumento, por medio de la siguiente fórmula deducida de las anteriores,

$$C = 4,2 \sqrt{\frac{16}{A} + \frac{N^2}{4}}$$

Esta expresión de la tolerancia se entiende para el cierre de una vuelta de horizonte, simple, determinada con un teodolito reiterador de triangulación principal.

Ejemplo:

El valor de C para el teodolito Wild de 1" y 40 aumentos, es:

$$C = 4,2 \sqrt{\frac{16}{40} + \frac{1}{4}} = 3,36$$

Supongamos que hemos determinado cuatro ángulos y que el error de cierre $\epsilon = 7''$

la tolerancia será: $t = C \sqrt{n} = 3,36 \sqrt{4} = 6,7$

Como $\epsilon > t$ esta medición debe ser rechazada.

En el historial de cada teodolito se agregará una planilla con los valores necesarios para deducir la tolerancia.

Los métodos de compensación y tolerancias en el cálculo de la triangulación, se indicarán en las instrucciones correspondientes.

La base tendrá una longitud mínima tal que en dos ampliaciones alcance el primer lado de la triangulación.

La precisión en la medida de una base no debe ser inferior a 1/100.000.

Con los instrumentos de medida que posee el Servicio Hidrográfico se alcanza fácilmente la precisión de 1/500.000.

Estos errores máximos tolerables son suficientemente extensos, pudiéndose alcanzar en la práctica con los métodos que se indicarán en cada una de las instrucciones particulares y adecuadas a cada circunstancia, una precisión mucho mayor que los límites anotados, sin que éste reporte una prolongación excesiva del trabajo.

Siempre que sea posible, se hará el desarrollo de la base en forma romboidal (desarrollo de Bessel), siendo la base una de las diagonales.

Cuando no se pueda desarrollar en esta forma, se hará en cuadrilátero o pentágono, u otra figura que permita obtener siempre dos valores para el lado calculado en cada desarrollo.

En cuanto al desarrollo de la triangulación principal que corre a lo largo de la costa, se procurará que adopte la forma de cadena de cuadriláteros, en la que se calcularán todos los lados y diagonales para obtener dos valores finales para cada lado común a dos cuadriláteros, cuyos valores deben concordar y responder a la tolerancia establecida.

Si no fuese posible hacer una cadena continua de cuadriláteros, se calcularán los triángulos intermedios entre dos cadenas, con la mayor precisión que sea posible.

El lugar elegido para ubicación de la base deberá ser lo más llano que sea posible obtener y sensiblemente horizontal, librándolo de obstáculos, plantas y cuanto pueda impedir o dificultar las operaciones. Este terreno se allanará en toda la longitud de la base y en un ancho suficiente como para permitir libremente el movimiento de los operadores y sirvientes, el transporte de los hilos de una a otra « tirada », el estacionamiento de los aparatos, etc., (aproximadamente 3 metros).

También será ventajoso utilizar un terreno que, reuniendo las condiciones que se acaban de anotar, se encuentren a poca altura sobre el nivel del mar. Todas las condiciones anotadas tienden a reducir al mínimo las correcciones que se habrán de aplicar a la **medida directa**.

Cuando la longitud de la base sea tan grande que no permita efectuar su medición en una sola jornada, se harán pilares intermedios a distancias convenientes para que el tramo entre dos de ellos pueda ser medido en el día. La medición entre pilares se hará sin excepción en una jornada. Tanto los pilares extremos de base como los intermedios tendrán los reperes reglamentarios. Con personal práctico se puede medir en una jornada una longitud de 3 a 5 kilómetros, sin fatigar excesivamente a los operadores. No es conveniente hacer las jornadas demasiado largas, pues ésto producirá cansancio al personal, con la consiguiente disminución en la precisión.

Las bases para triangulación se medirán con hilos « Invar » combinados por pares y de acuerdo en un todo a las instrucciones que establece el Servicio Hidrográfico para esta operación.

Algunas bases destinadas a ciertas operaciones secundarias, de menor precisión que las de la triangulación principal, tales como bases auxiliares para el cierre de ciertas poligonales, lados de las poligonales de precisión, lado de un triángulo auxiliar para determinación de una distancia cuya magnitud se requiere con cierta precisión, etc., se medirán con hilo « Invar » de mano (o de palanca) que posee el Servicio para este objeto.

Dada la facilidad de manipulación de estos hilos, su empleo aventaja en mucho a la cinta de acero para esta clase de operaciones.

Triangulación secundaria

Por medio de esta triangulación se relevarán todos aquellos puntos de menor importancia y cuyas coordenadas no se requieren con la misma precisión que se obtienen aquellas de la triangulación principal.

Los vértices de esta triangulación sirven de apoyo a los trabajos de topografía, a las poligonales, etc.

Los triángulos secundarios estarán apoyados en dos vértices principales, de tal modo que un lado sea común a las dos triangulaciones. Solamente en caso de excepción, — que no haya otro recurso, — se apoyará un triángulo secundario en otro de su mismo orden.

Cuando los ángulos de un triángulo secundario estén comprendidos entre 30 y 120 grados, podrán medirse solamente dos de sus ángulos, deduciendo el valor del tercero; pero este procedimiento debe limitarse a contados casos en que haya dificultad de estacionar en este tercer vértice.

Si uno de los ángulos de un triángulo secundario vale menos de 30 grados o más de 120 grados, será necesario entonces medir los tres ángulos.

Un triángulo secundario no será aceptable si alguno de sus ángulos midiere menos de 15 grados o más de 135 grados.

Para la medición de estos ángulos podrán usarse los mismos teodolitos de la triangulación principal, pero observando solamente tres series de vueltas de horizonte.

Poligonal y Topografía

Todos los accidentes de la costa, en una extensión de una milla hacia tierra, a contar desde la línea de pleamares, se relevarán por medio de líneas poligonales, combinando con intersecciones de visuales desde dos puntos conocidos, dirección y distancia referidos a los elementos de la poligonal o de la triangulación, etc.

La poligonal principal de costa será siempre cerrada por un lado de la triangulación, para lo cual, las estaciones extremas de aquella serán los mismos vértices de éstas. En ambos vértices se medirán los ángulos que forman el primero y el último lado de la poligonal con el lado del triángulo, obteniéndose así la orientación de

la poligonal, puesto que se conoce el azimut del lado de dicho triángulo.

Todos los ángulos se medirán en el sentido del movimiento de las agujas de un reloj, y de tal modo que el origen sea el punto de estación dejado últimamente atrás.

Las lecturas se harán con ambos nonios, anotando también el croquis del ángulo medido.

Los ángulos de la poligonal y todos los que se midan en el trabajo topográfico para relevar puntos de importancia para los fines de una carta náutica, se determinarán por *tres repeticiones*, anotando detalladamente todos los valores, croquis de los ángulos, etc., en la libreta de campo. También se anotará el valor del primer ángulo simple de cada repetición, cuya cantidad servirá únicamente de control a las tres repeticiones, las que habrán de sumar muy aproximadamente el triple del primer ángulo simple. Es natural que el valor a adoptarse como *ángulo medido* será el que se obtenga de la tercera parte de la diferencia de lecturas entre la tercera repetición y la lectura de origen, sin intervención ninguna del valor hallado para el ángulo simple.

A fin de controlar las medidas de estos ángulos, damos enseguida las tolerancias y fórmulas de errores.

El error medio para un ángulo simple medido con un solo nonio se expresa por:

$$\text{error angular: } m_{\omega} = \sqrt{2(\alpha^2 + \beta^2)}$$

cuyos valores componentes son: (α) el error de bisección

$$\alpha = \frac{4''}{\sqrt{A}}$$

y (β) el error de una lectura de nonio.

$$\beta = \frac{N''}{2}$$

representando (A) el aumento del anteojo, N'' la apreciación del nonio, en segundos.

Estas fórmulas ya fueron tratadas en la parte correspondientes a la medida de los ángulos por series de vueltas de horizonte, y según decíamos en aquella explicación, las primeras de estas fórmulas expresa la suma de los errores cometidos en dos bisecciones y dos lecturas hechas con un mismo nonio para determinar un ángulo simple.

Ejemplo: con un teodolito de 20" y 20 aumentos se midió un ángulo simple, hallando la diferencia de la primera y segunda lectura obtenidas con un solo nonio. El error de este ángulo será:

Error de bisección: 0"9

Error de lectura 10"

$$\text{Error medio del ángulo: } m_{\omega} = \sqrt{2(0,81 + 100)} \cong 14"$$

Pero en el método de repetición se cometen dos errores de lecturas (la de origen y la de la última repetición), y tantas veces el error de bisección como el duplo de las repeticiones hechas.

De aquí resulta la siguiente expresión para el error medio del promedio de las *n* mediciones repetidas.

$$M_{\text{or}} = \frac{\sqrt{2n\alpha^2 + \beta^2}}{n} = \sqrt{\frac{2}{n} \left(\alpha^2 + \frac{\beta^2}{2n} \right)}$$

en la que *n* es el número total de repeticiones hechas, en las dos posiciones del círculo vertical.

Ejemplo:

Con un teodolito « Kern » de 20" y 20 aumentos se midió un ángulo por tres repeticiones, cuya lecturas son:

	Nonio I	Nonio II	Promedio
Origen: colimación al punto A:	58°28'10"	28' 15"	28'12"5
3 repeticiones al punto B:	225°24'30"	24'20"	24'25"0

$$\text{Angulo promedio: } \frac{\text{lecturas B} - \text{A}}{3} = 55^{\circ} 38' 44" 2$$

Calculado el error medio del ángulo anterior, tenemos:

$$M_{\text{or}} = \sqrt{\frac{2}{3} \left(0,81 + \frac{100}{6} \right)} = \pm 2'' 4$$

Luego, el ángulo medido se expresará así:

$$\underline{\underline{55^{\circ} 38' 44'' 2 \pm 2'' 4}}$$

Tolerancia

Como la tolerancia se expresa por el triple del error medio, su valor se anotará así:

$$t = 3 M_{\text{or}}$$

La tolerancia para el error del ángulo medido por tres repeticiones con el teodolito « Kern » mencionado, es de 7''2.

Como aquí se miden ángulos aislados, no es posible determinar el verdadero valor (X) del ángulo que se trata de medir. Pero el cálculo de probabilidades establece que se puede tomar como valor más probable, el de la media aritmética, deduciéndose de este valor las discrepancias con cada una de las observaciones aisladas, llamadas errores aparentes (v). En este caso, *el error medio* de una observación aislada se expresa por la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los errores aparentes, dividida por la cantidad de observaciones sobrantes ($n - 1$).

$$m = \sqrt{\frac{[v^2]}{n - 1}}$$

Para deducir estos errores aparentes sería necesario efectuar todas las lecturas al final de cada repetición, lo cual falsearía el método y por consiguiente la precisión del resultado.

Por estas consideraciones se ha establecido que en la práctica se tome como pauta para el control de la medición, la comparación entre el primer ángulo simple medido y el valor del ángulo promedio de las (n) repeticiones.

Cuando la discrepancia entre ambos valores sea mayor que el error medio de un ángulo simple expresado por la fórmula siguiente, debe ser rechazado.

$$m_{\omega} = \sqrt{2(\alpha^2 + \beta^2)}$$

Conducción del trabajo

Siempre que sea necesario, desde los vértices de la poligonal se tomarán los demás ángulos, visuales, tangentes, radiales, etc., que puedan servir para relevar todos aquellos puntos notables de las proximidades, tales como: escollos, restingas, islotes, rompientes, balizas, etc., etc., así como también construcciones, arboledas y todo detalle topográfico.

Se levantará un croquis de cada tramo de la poligonal, entre dos estaciones sucesivas, anotando todos los accidentes mencionados y configuración de la costa.

Desde los lados de la poligonal y a distancias referidas al vértice inmediato anterior, tomado como origen, se medirán las ordenadas que darán el perfil de la línea de pleamares, anotando siempre si la ordenada es a la derecha o izquierda, relativamente al orden de la marcha del trabajo.

En casos particulares y que así convenga, podrá hacerse una poligonal que partiendo de un vértice cierre sobre este mismo, orientando un lado de este polígono con el lado de la triangulación sobre el cual apoya.

En ciertos casos, cuando la poligonal apoya en un vértice materializado por una torre, faro, u otra construcción semejante, se dificulta la medición del lado de unión de dicha poligonal por la imposibilidad de determinar exactamente el centro de la torre, en su base. En tal caso será conveniente establecer un triángulo auxiliar A, B, X, uno de cuyos lados ha de ser el A B de la poligonal A, B, C, ... que apoya en el vértice A, (fig. 5).

Se tratará de que este triángulo sea aproximadamente equilátero. Habiendo determinado por medición directa la magnitud del lado auxiliar X B, opuesto al vértice cuyo centro es inaccesible para la medición lineal, y medidos prolijamente los ángulos en B y en X, se calculará con estos elementos el valor del lado requerido A

B del triángulo auxiliar, el cual será también el de la poligonal que apoya en el centro de la torre.

Los croquis de cada tramo o porción no deben trazarse permaneciendo el operador en uno de los vértices, sino que éste habrá de ubicarse en diversos sitios o puntos de vista para obtener con mayor exactitud la verdadera forma de los accidentes que croquiza.

Los lados de la poligonal principal se medirán con cintas topográficas o hilos metálicos fabricados para este objeto.

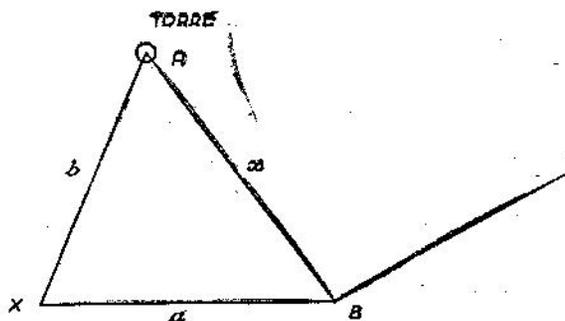


Fig. 5

A fin de disminuir los errores angulares, se procurará que los lados sean tan largos como lo permita la configuración del terreno.

En la medición de las poligonales secundarias podrá emplearse el taquímetro o la cinta, según convenga a las circunstancias.

Con el taquímetro no deben medirse distancias mayores de 300 metros en cada golpe de mira, la cual, colocándola en el centro, será colimada desde dos estaciones hechas en los extremos de la línea, obteniéndose así distancias de 600 metros como máximo, para cada estacionamiento de mira.

Con la colocación de la mira en el centro de la línea y el taquímetro en dos posiciones diametralmente opuestas y sobre la misma línea a medir, no siendo la distancia mayor de 600 metros, se evita la operación de estacionar el aparato en puntos intermedios, haciéndolo solamente en los vértices de la poligonal, desde donde se medirán ángulos y distancias al mismo tiempo.

Si es necesario hacer estación intermedia con el taquímetro para

medir una distancia mayor de 600 metros, esta estación podrá servir también para relevar otros puntos topográficos de las inmediaciones.

Trabajando con taquímetro, estos relevamientos se hacen ventajosamente por la medición de ángulo y distancia, (con la conveniencia de obtener además la distancia horizontal directamente de la medida taquimétrica) cuyas dos magnitudes se obtienen directamente desde el punto de estación, permitiendo esta característica del instrumento relevar muchos puntos en breve tiempo.

La tolerancia en el cierre angular de la poligonal a cinta está expresada por la fórmula :

$$t = 3 \text{ m} = 1'5 \sqrt{n}$$

siendo n el número de vértices medidos.

Enseguida de terminar las medidas de una poligonal se procederá a su cálculo, — después de centrados todos los ángulos que así lo requieran y reducidas las distancias a la horizontal, — a fin de obtener las coordenadas de los vértices y verificar el cierre.

El error en distancia o error lineal estará expresado por :

$$S = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$$

La precisión de la medida lineal no debe ser inferior a 6/1000.

La topografía de toda la zona que abarque la carta se relevará por los procedimientos ordinarios, pudiendo emplearse líneas poligonales abiertas de corta extensión, cuando no se requiera mucha precisión en los resultados.

Nivelación

La cota de uno de los extremos de la base se obtendrá por medio de una nivelación de precisión. De acuerdo con las convenciones internacionales, todas las altitudes se deben referir al nivel medio del mar.

En todos los vértices de la triangulación se determinará la cota por alturas cenitales recíprocas.

Toda nivelación entre dos puntos debe efectuarse en ambos sentidos, con una aproximación de 1:1000.

Los pilares de referencia para la nivelación deben marcarse con las chapas reglamentarias, en las cuales se registre la cota correspondiente. En las proximidades de las estaciones de mareógrafos debe establecerse uno de estos pilares.

Operaciones de mar

Las más importantes que se habrán de efectuar para el trazado de la carta, son :

Sondajes ; observaciones y estudio de las mareas ; determinación de la dirección e intensidad de las corrientes ; observaciones meteorológicas ; rastreos de fondo y estudios oceanográficos. También pueden considerarse en estos trabajos los relevamientos al largo de costa o desde el mar.

Mareógrafos

En cada zona de trabajo se instalarán al iniciarse éste, los mareógrafos necesarios para el estudio y deducción de los elementos de la mareas.

Conjuntamente con los mareógrafos se instalarán escalas de mareas que servirán para comparación de los aparatos anteriores, o para su observación directa en caso de interrupción de aquéllos.

Cuando las observaciones se hagan solamente con el objeto de reducir los sondajes, las lecturas se harán durante las horas destinadas a este trabajo, anotándolas de media en media hora. En las proximidades de las pleas y bajamares se harán anotaciones cada 10 minutos. Con este objeto se harán con la debida frecuencia las comparaciones entre los relojes de la estación de mareas y los del buque sondador.

Para las observaciones destinadas al estudio de las mareas, los observadores se ajustarán a las instrucciones correspondientes.

Si la estructura de la costa o las construcciones existentes, como muelles, muros, etc., permiten la instalación de mareógrafos, debe preferirse el empleo de éstos a fin de obtener el registro completo de la mareas.

Antes de la colocación del mareógrafo se instalará la regla para determinar aproximadamente la amplitud de la marea y la lectura del nivel medio.

La semisuma de cuatro pleamares y bajamares consecutivas dará con bastante aproximación el nivel medio, dato necesario para instalar el mareógrafo.

Es conveniente colocar mareógrafos o reglas a lo largo de la costa, a distancias no mayores de 20 millas.

Sondajes

Cualquiera sea el sistema que se use para sondar, las lecturas de la sonda deben obtenerse con una aproximación de veinte centímetros hasta los 20 metros de profundidad; 50 centímetros hasta los 150 metros y con 1 metro de aproximación en adelante.

En concordancia con estas cantidades habrán de estar graduadas las sondalezas que se usen para cada caso.

La comparación de las sondalezas debe efectuarse antes y después de cada jornada, para determinar la corrección que sea necesario aplicar a la lectura obtenida en cada sondeo.

Para los sondaje de mar, se preferirá el empleo de sondalezas con alma de alambre, siempre que se trabaje con sonda de mano.

Situación

La situación de sondajes a vista de costa se hará por marcaciones al buque tomadas con teodolitos desde tierra y desde tres estaciones.

Siendo este sistema de marcación más exacto que el de situaciones hechas desde el mismo buque, solamente se empleará este último cuando sea el único procedimiento para obtener la situación de los sondajes, como en el caso de sondar fuera de vista de costa, por marcaciones a spars.

Cuando no se haya establecido expresamente el punto de origen de los ángulos de marcación, los operadores extremos podrán los ceros de sus teodolitos en la estación que quede al medio, y el de ésta tomará como origen la que le quede a su izquierda.

En ciertos casos convendrá tomar como origen un punto bien visible y fácil de colimar, común para las tres estaciones de sondas, trazándose entonces en el plano de construcción los círculos correspondientes para situar los sondajes, graduados de 0° a 360°, de 10 en 10 minutos, con un radio tan grande como lo permita el plano

y con los ceros dirigidos al punto de origen común, que deberá encontrarse situado en este plano de construcción.

Con esta disposición será muy fácil la situación de los sondajes en el plano, pues los ángulos estarán dados directamente por las lecturas de los círculos.

Como los ángulos medidos no se pueden repetir, los operadores cuidarán durante el transcurso de su trabajo que no se mueva el instrumento, verificando la posición del cero, ya que éste es el único control durante el desarrollo de la operación.

Las líneas de sondajes se harán, en principio, según la dirección de la máxima pendiente del fondo, que es generalmente normal a la costa.

En ciertos casos, puede convenir hacer líneas radiales a un punto a fin de cubrir mejor cierta zona y obtener una distribución racional de las líneas y de la densidad de sondajes, haciendo que varíe esta última en forma inversa a la variación de profundidad, como en el caso de islas, puntas y cabos, bancos, etc.

La práctica del director de estos trabajos le hará formar juicio de la mejor distribución de las líneas de sondajes adecuadas para cada zona.

Cuando la distancia de la zona que se ha de sondear sea tal que los operadores de tierra tengan dificultad para colimar el buque o lo hayan de perder vista, se fondearán « spars » y boyas de berlinga, las que servirán para que el buque se sitúe.

La primera línea de estas boyas, paralela a la costa, debe estar a una distancia conveniente de ésta para que se puedan situar dichas boyas desde las estaciones de sonda; a continuación, más afuera, se situará otra línea, formando una cadena de cuadriláteros cuyos vértices estarán determinados por los « spars ».

Cada línea se situará apoyándola en la inmediata de más a tierra, midiendo los ángulos a sextante y calculando luego la posición de los vértices como en el caso del desarrollo de una cadena de cuadriláteros en tierra.

Densidad de sondajes

En general, la densidad de los sondajes en la carta será la suficiente para indicar claramente las variaciones de fondo, marcando siempre la menor profundidad encontrada en la zona.

No es conveniente exagerar esta densidad en el trazado de la carta definitiva, pues la superabundancia de sondajes haría confusa la lectura de la carta; pero es indispensable anotar el sondeo mínimo de los registrados dentro de cierta área de fondo, a fin de dar seguridad a la navegación.

En las proximidades de la costa se harán los sondajes necesarios para obtener las líneas de profundidades que reglamentariamente se deben trazar en la carta, de acuerdo con las convenciones de la Oficina Internacional de Hidrografía.

A medida que los sondajes se alejan de la costa, las líneas podrán estar distanciadas desde un cuarto hasta una milla, y en esta misma relación el intervalo entre cada sondeo de una misma línea:

Cuando se encuentre una variación brusca del fondo, se dejará marcado el sitio para efectuar un reconocimiento aislado de esas inmediaciones y relevarlo prólijamente.

Concretando: debe establecerse que la densidad de sondajes será función de las variaciones del fondo y de su naturaleza. En general, todo canal, puerto, fondadero o lugar más frecuentado por la navegación, será sondeado con mayor densidad que las zonas de mar libre.

Las zonas ya sondadas se cruzarán con líneas diagonales de comprobación, admitiéndose para los sondajes superpuestos una tolerancia del 5 % de la profundidad.

Reducción de sondajes

Todos los sondajes serán corregidos del error de sondaleza y altura de marea.

Las comisiones harán estas correcciones y reducirán los sondajes al plano que haya determinado el Servicio Hidrográfico, a fin de poder situarlos a medida que se obtienen, en el plano de construcción.

En las zonas donde llegue la influencia de las mareas, este plano será el «Internacional», o sea un plano que pasa por debajo del nivel medio, a una distancia de una vez y media el valor de la semiamplitud, obtenida esta última por el promedio de las mayores bajamares y pleamares.

Suponiendo que esta amplitud máxima sea de 1,80 tendremos: $1,5 \times \frac{1}{2}$ de 1,8 = 1,35 mts. que será la cota del plano de reducción, por debajo del nivel medio citado.

Cuando se hagan observaciones de mareas continuadas, el nivel medio se puede determinar en un período de quince días, con los elementos para el análisis armónico.

Si no se hacen observaciones para el análisis, se puede tomar como nivel medio el resultante de las mayores pleamares y bajamares.

Cuando se hagan observaciones solamente para la reducción de sondajes, sin efectuar los cálculos del análisis armónico, puede adoptarse como plano de reducción el de la mayor bajamar de sicigia, disminuído en cierta cantidad que determinará el Servicio Hidrográfico.

La influencia de la mareas en nuestras costas se encuentra muy modificada por las variantes del Río de la Plata, por cuyo motivo se hace en algunos parajes muy dificultosa la determinación de los elementos para el análisis. Generalmente los efectos del viento predominan sobre los de las mareas.

En virtud de esto es más lógico, atendiendo al objetivo principal de la carta de navegación, que debe acusar el mínimo de agua posible de sondear en cada zona o paraje, referir los sondajes a un plano que proporcione el margen de seguridad suficiente para tal objeto.

Este plano es el de las mayores bajantes que se hayan registrado hasta la publicación del trabajo de cada zona.

Cuando se haya determinado el nivel medio, se fijará la cota del plano de reducción de sondajes.

Este cero se debe encontrar registrado en diferentes lugares de la costa, siendo cometido de la sección correspondiente de este Servicio, construir los «reperes» que sean necesarios para tener el suficiente número de puntos de referencia.

Por nivelaciones de precisión, partiendo desde el repere más próximo, se trasladará esta cota hasta el lugar donde se encuentre la estación del mareógrafo con cuyas observaciones se harán las correcciones de sondajes en la zona que corresponda a éste.

Se ha establecido que los sondeos hasta 20 metros se ejecutan con las sondas graduadas cada 20 centímetros; hasta 50 metros, con graduaciones cada 50 centímetros, y de 50 metros en adelante las graduaciones serán de metro en metro.

Si estas cantidades establecen las aproximaciones respectivas con que se obtienen los sondajes, es lógico que una vez efectuadas las

correcciones de cada uno por altura de marea y error de sondaleza, para que el valor de redondeo responda a unidades del mismo orden que las adoptadas para las aproximaciones. Este redondeo se hará tomando el valor más próximo, en unidades del orden correspondiente a la aproximación de cada sondaje.

Por ejemplo: un sondaje corregido de sondaleza y marea resulta de 16,30 metros; siendo la precisión de 20 centímetros para esta profundidad, quedará redondeado a 16,2 metros. Para un sondaje 38,4 el redondeo sería de 38,5 metros; y para 65,7 quedaría redondeado en 66 metros.

Las anteriores fracciones de metros que resultan después de corregidos los sondajes por error de sondaleza y altura de marea, se obtienen por la aplicación de estas cantidades correctivas tomadas en unidades de un orden inferior a los valores adoptados como aproximación de los sondajes respectivos. Así, para los sondajes hasta 20 metros, se han tomado los valores de las correcciones por marea y error de sondaleza, al decímetro; para los sondajes hasta 50 metros, las correcciones se han hecho al cuarto de metro, y para los mayores de 50 metros, al medio metro.

La reducción definitiva de los sondajes para la carta de navegación incumbe expresamente al Servicio Hidrográfico y no a la Comisión de relevamiento, puesto que esta reducción definitiva se hará después del estudio completo del plano de construcción y la correspondencia de los sondajes para el enlace o conexión de las cartas parciales.

Con el empleo de las libretas reglamentarias de anotaciones de sondajes, estando éstas prolijamente llevadas, será fácil el ajuste que se acaba de mencionar, conociendo los valores de las correcciones y reducciones efectuadas a los sondajes anotados en el plano de construcción.

Como se estableció en el título anterior, la tolerancia del error máximo de un sondaje es del 5 % de la profundidad respectiva, pudiéndose constatar la precisión obtenida, por la superposición de los sondajes de líneas diferentes, o por sondajes obtenidos por procedimientos especiales realizados con propósitos de control.

Dentro de esta tolerancia, entre dos valores obtenidos para un mismo sondaje, se adoptará el menor.

Investigaciones de bajos, bancos, etc.

Cuando se hayan terminado los sondeos generales de una zona, se procederá a la búsqueda y reconocimiento de los bajofondos que se hayan encontrado durante el trabajo anterior y que habrán sido balizados debidamente o marcado su situación.

Para estos trabajos se harán rastreos, exploraciones con sondeleza, sondeos radiales desde el sitio donde se constató la existencia del bajo o disminución de fondo, etc., hasta tener la certeza de la existencia de estos accidentes, con determinación de su forma y constitución exactas.

Finalmente se procede a determinar la mínima profundidad, las cúspides de las rocas que no emergen y los puntos más altos de las restingas, para cuyo trabajo se emplearán uno o más botes a la deriva que comenzarán la operación desde barlovento, o a favor de la corriente, pulsando el fondo constantemente sin recojer el escandallo y anotando frecuentemente la cantidad de agua.

Para todos estos reconocimientos se construirá un plano de la zona a escala 6 u 8 veces mayor que la del plano de construcción.

Dicho plano convendrá hacerlo en forma rectangular y de modo que uno de sus lados quede orientado según la dirección del viento o corriente predominante, facilitando así el trazado de la trayectoria que haga la embarcación.

El plano se cuadrícula en porciones que permitan situar con facilidad los sondeos realizados. Se habrán anotado en él la situación de las boyas que se hayan fondeado para limitar la zona a reconocer, así como los boyarines para indicar los mínimos de fondo.

Las boyas que limitan la zona se situarán por el sistema de marcaciones que resulte más exacto en cada caso. Como la escala de éste plano es suficientemente amplia, durante este reconocimiento se sitúan los sondeos refiriéndolos a las boyas y boyarines auxiliares. Los lugares donde el sondador constata variaciones bruscas del fondo, serán marcados con boyarines y situados prolijamente.

De este plano se pasarán luego al de construcción todos los sondeos necesarios para que el bajofondo quede fácil y distintamente representado.

Planos y croquis

Durante un relevamiento hidrográfico serán necesarios los siguientes:

Plano del reconocimiento para elección de vértices, con la situación aproximada de estos puntos.

Plano del desarrollo de la base y de la triangulación.

Planos de los tramos de poligonal y croquis correspondientes.

Planos o gráficos de tangentes y visuales.

Planos de construcción, con situación de todos los vértices de triangulación, de acuerdo con el cálculo de sus coordenadas planas; situación de las estaciones de poligonal y demás puntos relevados; trazado de toda la topografía e inscripción de todos aquellos detalles que servirán para la carta definitiva.

Planos de situación de sondajes y gráficos de situación.

Planos de derrota para el buque, con indicación de las líneas de sondajes que se han de efectuar, y distribución de éstas.

Además se harán todos los croquis y planos que se consideren necesarios para el más eficaz desarrollo del trabajo.

Todas las anotaciones se harán de acuerdo con el Patrón de Signos Convencionales aprobado por la Oficina Internacional de Hidrografía, de Mónaco.

El dibujo de la carta definitiva convendrá hacerlo a escala de una y media a dos veces mayor de la que haya de tener definitivamente la impresión litográfica, a fin de facilitar a los delineantes la tarea del dibujo y el perfilado de las inscripciones. Dibujando el original a escala doble, también se obtiene mayor precisión en las copias reducidas, al quedar disminuídos los errores gráficos.

Naturalmente que en la reducción fotolitográfica, hecha a la escala que corresponda, se procurará obtener la máxima exactitud capaz de proporcionar este método de impresión, debiéndose sacar previamente las pruebas necesarias para verificar la bondad del trabajo, constatando todas las medidas posibles. Además de verificar las medidas entre trazos marginales (que deberán estar escritas en la carta) se constatará si se han conservado correctas las distancias entre puntos principales, tales como entre los vértices de la triangulación.

En las pruebas de imprenta se debe exigir que el error de los

trazos marginales no llegue al milímetro, por cada metro: el máximo, el 1/1000.

Exceptuando aquellos trabajos realizados con fines especiales, la escala mayor para el trazado de una carta será la de 1/10.000.

Debe entenderse que este límite no comprende a los cuarterones y planos de bahías, puertos, etc.

La razón de limitar la escala de las cartas se debe al sistema de proyección que se usa para ellas.

En el diseño original de la carta patrón se admitirá, en general, un error gráfico de 0,1 milímetro para las situaciones de los puntos principales, pudiendo tolerarse hasta 1 milímetro en la situación de aquellos otros puntos secundarios y de cuya exacta posición no dependa la precisión de la carta y alcance a la necesidades de la navegación.

En el trazado de caminos interiores puede admitirse un error gráfico mayor de un milímetro, cuando el objeto de su anotación en la carta es solamente el de indicar la existencia de tales medios de comunicación, a fin de facilitar el estudio del transporte y tránsito entre las localidades de la región.

Derrotero

Como complemento de una carta o cuarteron, se debe confeccionar el derrotero, en el cual se detallen todos aquellos pormenores que no sea posible anotarlos gráficamente en la carta, y cuya descripción necesite algo más que la breve nota que ésta admite.

El derrotero contendrá todos los datos necesarios para el navegante, tales como ubicación de faros, boyas, pontones, etc., y sus características. En él se hará una descripción de todos los puntos u objetos que sirvan comunmente para marcaciones o enfilaciones. Se insertarán dibujos detallados de los aspectos de la costa. Contendrá una descripción detallada de los canales, puertos, fondeaderos, etc. Situación de los escollos, bajofondos y obstrucciones que ofrezcan peligro para los buques, dando también las recomendaciones para navegar por sus proximidades. Se anotarán la dirección y la intensidad de las corrientes; los regímenes de las mareas, de los vientos y otros datos relacionados con la meteorología.

Se agregará una relación de los recursos que se pueden obtener

en la región, tales como: Posibilidad de efectuar reparaciones; aprovisionamiento de comestibles y agua potable; pertrechos para el buque, combustibles, etc., etc.

Descripción de los puertos y elementos de que disponen para las operaciones en ellos.

Ubicación de las Oficinas de Correos y Telégrafos, de los hospitales, bancos y otras instituciones.

Vías de comunicación.

Por último, toda clase de datos y consejos que ilustren lo más ampliamente posible sobre las características, recursos, condiciones, etc., de la región, de manera que del estudio del derrotero se pueda obtener un conocimiento casi perfecto del lugar, en lo que tiene relación con la profesión del marino.

« Detall » para las comisiones en campaña

El « Detall » de las comisiones o brigadas hidrográficas, estará a cargo del jefe de las mismas, y comprende todas las disposiciones establecidas en los Reglamentos de la Armada para los oficiales que tienen mando independiente o accidental; también quedan incluidas las instrucciones de carácter técnico del Servicio.

El « Detall » para estas comisiones comprende :

- A) Documentación de carácter técnico.
- B) Administración.
- C) Material e inventarios.
- D) Disciplina del personal al servicio de la comisión.
- E) Trámite de asuntos varios y de secretaría.
- F) Disposiciones particulares.

La Sección A del Servicio Hidrográfico provee el material para estas comisiones, debidamente controlado.

Al jefe de la comisión se le entregará una carpeta conteniendo las instrucciones relativas al trabajo que ha de realizar, las normas a las que deberá ajustar la organización de los servicios enumerados anteriormente, y otros documentos concernientes a la campaña hidrográfica.

Los asuntos relacionados con el « Detall » se resolverán por la Sección A del Servicio Hidrográfico, y los que se refieren a la parte

técnica de los trabajos, serán tramitados por medio de las secciones *B* o *C*, según corresponda.

Reglamentaciones especiales y métodos particulares

A medida que la experiencia lo aconseje, el Servicio Hidrográfico redactará las reglamentaciones especiales para las distintas comisiones.

También confeccionará los métodos de observaciones y cálculos para cada uno de los trabajos parciales, así como las planillas, las tablas necesarias para el cálculo, gráficos y abacos, etc,

PARTE II

RELEVAMIENTOS HIDROGRAFICOS

RELEVAMIENTOS HIDROGRAFICOS

Trabajos efectuados

En las páginas siguientes incluimos una relación de los relevamientos hidrográficos efectuados desde el año 1925 hasta el comienzo del año 1933.

Como se dijo en otro lugar, los trabajos efectuados por este Servicio en época anterior al año 1925, en lo referente a confección de cartas náuticas, se redujeron a la preparación de éstas para satisfacer las necesidades de los buques de nuestra escuadrilla, reproduciendo cartas extranjeras sobre las cuales se efectuaban las correcciones necesarias.

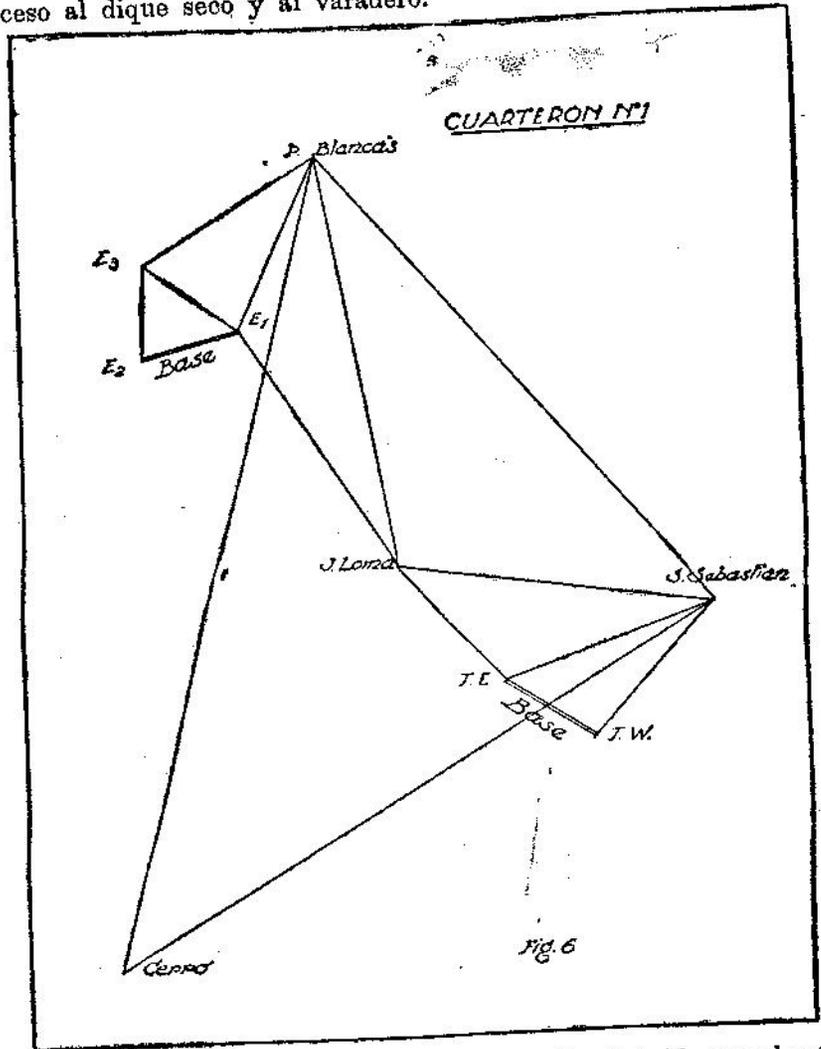
Diversas comisiones hidrográficas efectuaron relevamientos y reconocimientos aislados, cuyos trabajos han servido para la confección de las cartas corregidas ya mencionadas.

Carta N.º 1.—Cuarteron del Arsenal de Marina y sus proximidades

Este cuarteron comprende: la zona conocida geográficamente con el nombre de Punta Lobos, la que determina el límite occidental de la Bahía de Montevideo; la porción de costa que sigue al oeste de la punta nombrada, hasta el paraje conocido con el nombre de San Sebastián; hacia el este y sudeste de Punta Lobos, los dos canales de acceso al Arsenal de Marina y dique seco, y hacia el sur las Piedras Blancas y los canales formados por éstas.

En la nombrada Punta Lobos se halla el Arsenal de Marina con su dique seco (antiguamente dique Cibils) actualmente modernizado y ampliado; el varadero para buques pequeños, la Escuela de Mecánicos y la Batería de Costa (Estación de Saludo).

En Enero de 1925 fué realizado este pequeño trabajo de relevamiento, cuyo principal objeto es el de determinar los canales de acceso al dique seco y al varadero.



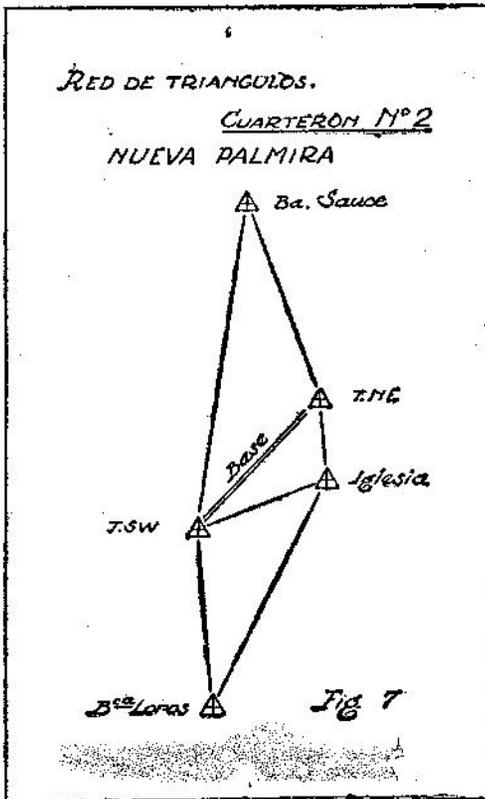
La comisión que operó en esta zona estaba dirigida por el señor Capitán de Fragata Arturo Juambeltz, formando parte de ella los señores Tenientes de Navío Mario Percovich y Rivera Travieso.

Este cuarterón, que lleva el número 1, constituye el primer trabajo original del Servicio Hidrográfico, iniciándose con él la forma-

ción del « Archivo de Patrones » de las cartas hidrográficas nacionales.

Para el desarrollo de este trabajo se determinaron 6 triángulos pequeños apoyados en dos bases extremas.

Luego de calculados los elementos de estos triángulos, fueron determinadas las coordenadas geográficas de la chimenea del Arsenal (punto conspicuo del cuarteron, en aquel entonces, pues en los trabajos de modernización de los talleres, dicha chimenea fué demolida), transportando las correspondientes coordenadas geográficas desde el Cerro de Montevideo.



La figura 6 representa la pequeña red de triangulación secundaria en la cual apoya el relevamiento del cuarteron número 1. Esta

red será ligada a la triangulación principal de la costa, cuya medición está efectuando el Servicio Hidrográfico.

Carta N.º 2. — Puerto de Nueva Palmira (Río Uruguay)

Este cuarterón contiene el citado puerto de Nueva Palmira, sobre el Río Uruguay, abarcando una extensión de costa de 6 kilómetros de norte a sur, entre la boca del arroyo Sauce y la barranca de Los Loros.

La franja sondada se extiende, de este a oeste, en un ancho variable entre uno y dos kilómetros, según la configuración de la costa.

Este revelamiento está apoyado en tres triángulos secundarios cuyos vértices son: Boca del arroyo Sauce, término SW. de base, término NE. de base, torre NE. de la iglesia de Nueva Palmira, y barranca de Los Loros.

La figura 7 representa la red de los tres triángulos citados.

Para relevar la costa se hicieron dos poligonales que cierran respectivamente sobre los lados de los triángulos Sauce-TSW, TSW-Bca. de Los Loros.

En un pilar auxiliar fueron calculadas las coordenadas geográficas y transportadas a la torre NE de la iglesia de Nueva Palmira.

$$\text{Torre NE Iglesia: } \left\{ \begin{array}{l} \varphi = 33^{\circ} 52' 37'' \text{ S.} \\ \omega = 58^{\circ} 25' 32'' \text{ W Gr.} \end{array} \right.$$

Esta carta fué publicada a la escala de 1/10.000.

En las aguas de esta zona fueron practicados algo más de 2.500 sondajes, los que fueron referidos, para su inscripción en la carta, al plano de las mayores bajantes.

La comisión hidrográfica de esta carta, dirigida por el señor Capitán de Fragata A. Juambeltz, fué integrada por los señores Teniente de Navío M. Percovich, Alférez de Navío Z. Rodríguez y dotación del R. O. U. «Montevideo», ejecutando este trabajo en Junio del año 1925.

Carta N.º 3.— Bahía de Maldonado (Río de la Plata)

El cuarterón de la bahía de Maldonado, publicado a principios de 1927, fué relevado en el año 1926, y constituye una parte del

trabajo comenzado en los primeros meses de este mismo año, con el fin de relevar la costa del departamento de Maldonado, entre Punta Ballena y Punta de José Ignacio.

Este cuarteron trazado a escala de 1/20.000, comprende la citada bahía, desde Punta Ballena hasta Punta del Este, conteniendo la Isla de Gorriti y los bajos y bancos que se extienden en dirección SW de la última punta citada,

Este relevamiento representa una extensión aproximada de 36 millas cuadradas.

Bajo la dirección del señor Capitán de Fragata A. Juambeltz, fueron organizadas primeramente tres subcomisiones para realizar los trabajos de triangulación, astronomía y topografía, las cuales fueron desempeñadas por los señores Tenientes de Navío J. F. Lamarthée y M. Percovich y Alférez de Navío Z. Rodríguez, respectivamente.

La labor de estas subcomisiones quedó terminada ante de mediar el año 1926, realizándose las operaciones de sondajes al terminarse ese mismo año.

A continuación se transcribe el informe de la comisión encargada del relevamiento particular de la bahía de Maldonado, en el cual se menciona especialmente el trabajo de sondajes y sus resultados.

Informe presentado por el señor Teniente de Navío Julio F. Lamarthée sobre los resultados de los trabajos de relevamiento de la Bahía de Maldonado, en la campaña de Diciembre de 1926 a Febrero de 1927.

Esta campaña es complementaria de la realizada en el Otoño de 1926, y está destinada a relevar los fondos de la bahía de Maldonado y sus proximidades, con cuyas operaciones se terminará el trazado del cuarterón número 3.

Las tareas de esta comisión se prolongaron desde el 14 Diciembre de 1926 hasta el 28 de Febrero de 1927.

El 15 de Diciembre quedó definitivamente instalado el campamento en las proximidades de Punta del Este, organizándose enseguida las estaciones para los operadores que desde tierra habían de marcar cada uno de los sondajes.

Los oficiales operadores fueron distribuidos en la siguiente forma:

Embarcación de sonda, el Alférez de Navío Santiago Turcio, quien con las lanchas del R. O. U. « Montevideo » sondaría la zona inmediata a la costa, hasta una profundidad de 10 metros, aproximadamente.

Para las estaciones de teodolito, (tres para cada embarcación) fueron designados los siguientes :

Guardias Marinas, Alberto Sghirla, Washington Marroche y Carlos Curbelo. Cada oficial operador tenía un Suboficial como ayudante y un marinero ordenanza.

La dotación de la embarcación menor de sondajes se componía, además del operador y ayudante citados, de un patrón, dos sondadores y diez marineros para la boga.

La zona de profundidades mayores de diez metros, fué relevada por el aviso « Vanguardia », cuyo comando lo ejercía el Teniente de Navío Eduardo López Figuerido.

La región sondada está limitada al Este por el meridiano $54^{\circ} 55' 42''$ W. Gr., al Oeste por el meridiano $55^{\circ} 03' 30''$ W. Gr. al Sur por el paralelo $35^{\circ} 00' 24''$ S.

La densidad de sondajes es distinta para cada zona de la bahía, habiéndose aumentado principalmente en los pasos, sobre los bajos y en las proximidades de los fondeaderos. Para obtener una distribución razonable de las líneas de sonda, se dividió la bahía en varias zonas, respondiendo no solamente a los puntos de estacionamiento de los teodolitos, sino también para limitar las regiones a sondear con embarcación menor o con el aviso « Vanguardia ».

Los métodos empleados para sondear fueron los determinados por el Servicio Hidrográfico, por marcaciones desde tierra y sistema de señales con banderas.

A continuación se hace una descripción de los fondos y particularidades de las costas.

La zona del puerto de Punta del Este puede considerarse comprendida entre la escollera de abrigo y una línea que la prolongue hasta encontrar el paralelo que pasa por la punta de piedras que limita al Sur la playa de La Pastora.

La costa, en esta zona, forma una ensenada cuyo saco constituye la playa denominada El Plato, la cual es el principal balneario de Punta del Este.

Las embarcaciones menores, los cuters y yates tienen buen fondeadero al Este del rompeolas, frente a las casillas de baños de esta playa.

En la parte media del saco existe un trampolín, sondándose en sus proximidades 1,20 metros en bajamares ordinarias.

Casi paralelamente al muelle del puerto y a una distancia de unos 60 metros al Este, corre una restinga de 100 metros de extensión, aproximadamente, sondándose un metro de agua en su extremo.

Se puede atracar por la parte Este del muelle, entrando por el norte en la caleta formada entre la restinga y el mismo muelle, sondándose 4 metros a la altura de la escala de más a tierra.

(Las indicaciones anteriores en las que se menciona el muelle de

Punta del Este, se refieren al antiguo muelle de madera. La cabecera de aquel muelle debe considerarse donde termina actualmente el tramo de madera del muelle nuevo. Por la parte Este de este tramo es donde se sondan 4 metros de agua, y aquí atracan habitualmente los buques nacionales de cabotaje. A continuación de este tramo se ha agregado otro de hormigón armado que corre en dirección NW. En el costado Este de dicho tramo nuevo se sondean 6 metros).

Todos los sondajes que aquí se mencionan están referidos al plano de las mayores bajamares ordinarias.

Los vientos del Oeste producen bajantes extraordinarias que, en ciertas ocasiones, llegan a disminuir hasta un metro los fondos registrados en la carta.

El plano de reducción adoptado es raramente alcanzado por el nivel de las aguas, siendo la frecuencia de altura de marcas superiores a este plano, alrededor de 99 %.

El plano de reducción está a 1,12 metros por debajo del nivel medio y a 0,25 metros por debajo del cero del mareógrafo de Punta del Este.

En la parte central de la ensenada del puerto existe un pozo bien determinado, el cual tiene unos 300 metros de NE. a SW., y 100 metros de NW. a SE., contados en sus dimensiones mayores. Este pozo está sensiblemente orientado en dirección paralela a la playa, distando unos 150 metros de ésta. En él se sondan hasta 2,9 metros, fondo de arena. Entre este pozo y el fondeadero exterior el fondo disminuye a 1,50 metros, formando un bajofondo o barrera que tiene 50 metros de ancho, aproximadamente. Este pozo sirve de fondeadero a los yates que frecuentan el balneario.

En las proximidades del muelle, las mayores profundidades se encuentran hacia el Norte, con fondos de 6 y 7 metros, estando el fondeadero a unos 250 metros de la cabecera del muelle nuevo, pudiéndose reconocer la zona si se la determina por el sector formado por las dos líneas que partiendo del faro pasan por los extremos del muelle y de la escollera, respectivamente. Dentro de este sector y a la distancia anotada, se encuentran fondos de arena y fango, proporcionando un tenedero relativamente bueno, aunque no recomendable en los malos tiempos. Por lo general, el buque se encontrará atravesado a la corriente.

Cuando se vá en procura del fondeadero, si se desea no pasar el veril de 4 metros, habrá que estar siempre al Oeste de la exfilación determinada por el faro y el edificio de la Aduana.

La franja comprendida entre el muelle y la escollera de abrigo es de fondo rocoso, con profundidades variables entre un metro, cerca de la escala de más a tierra, y tres metros a la altura de la cabecera.

Los buques que deban atracar al muelle, es recomendable que lo hagan por la parte Este, evitando aproximarse a la escollera, en cuyas inmediaciones se ha formado un banco de arena que se extiende hacia el muelle; entre la cabecera de éste y la punta de la escollera se sondan tres metros en marea baja.

En el muelle de Punta del Este, sobre su costado Este, está instalado el mareógrafo del Ministerio de Obras Públicas.

En el muelle existe un guinche a mano y zorras para carga. Recientemente, el personal del buque hidrográfico «Capitán Miranda» hizo la instalación de aguas corrientes, llevando las cañerías hasta el extremo del tramo de hormigón armado de dicho muelle.

En la zona próxima a la costa de la Isla Gorriti, hacia el SE. y a unos 400 metros de ésta, se encuentra el *Banco Mostin*, cuyo fondo es de piedra, con profundidad mínima de 4,9 metros.

Entre este banco y la costa de la isla existe un paso con más de 7 metros de agua; pero a unos 200 metros de la costa se sondan 5,7 mts, encontrándose por consiguiente la mayor profundidad cuando se arrima al veril del banco. Como este paso no es paralelo a la costa y no está balizado, debe evitarse para los buques de calado mayor de 4 metros.

Siguiendo la parte Este de la isla, a unos 500 metros al Norte de la faroleta, se desprende una punta de piedras que se prolonga después en forma de restinga de 100 metros de largo, sondándose allí 2,9 metros, fondo de piedra.

Continuando uno cien metros más al Norte de esta punta, existe una pequeña caleta que sirve de desembarcadero para botes y lanchas. La entrada de esta caleta está orientada al NE., habiéndose iniciado la construcción de un pequeño espigón de abrigo y un muro cimentado en los taludes de esta caleta.

A unos 200 metros al NW. de este puertecito está la casa habitación del encargado de la isla.

El citado desembarcadero es conocido con el nombre de Puerto Cañón.

La línea de 2 metros de profundidad contornea este lado de la isla en una forma bastante uniforme, manteniéndose a una distancia de 80 metros.

En la parte NE. de la isla, que presenta una playa de arena gruesa, bastante a pique, existen restos de un muelle de madera. En este lugar, conocido por Puerto Jardín, las arenas de la costa son removidas constantemente por las aguas, y debido a este fenómeno el muelle ha quedado desprendido de la costa, no siendo utilizable.

Las embarcaciones menores que vayan a varar a esta playa habrá que cuidarlas que no se atraviesen, pues la costa es en declive muy pronunciado.

A unos 100 metros hacia afuera de esta playa se sondan de 4 a 5 metros de profundidad, con fondo de arena gruesa.

Por la parte NE., la isla desprende un placer de 600 metros de extensión en la dirección indicada, sondándose a esa distancia 4,6 metros, fondo de arena, decreciendo esta profundidad hacia la costa de la isla; llegando a unos 80 metros de la playa se encuentran 2 metros, con fondo de arena.

Al Este del referido bajofondo existe un canal limitado por Los Banquitos. Este canal tiene en su centro profundidades mínimas de 6,6 metros.

Se ha proyectado balizar el veril del mencionado placer para mejor reconocimiento del canal.

La parte Norte de la isla es completamente rocosa, despidiendo varias restingas: la del NW., que es continuación de la Punta Britos, se extiende hasta 200 metros, sondándose aquí 3 metros, sobre fondo de piedra.

Por esta parte de la isla, la isobática de 5 metros corre de Este a Oeste, a distancia media de 300 metros de la costa.

El fondeadero al Norte y Nordeste de la isla queda resguardado de los vientos de los 1.º, y 2.º y 3.º cuadrantes y también parte del 4.º, aunque los malos tiempos provenientes de esta última dirección tienen muy poca influencia en esta bahía.

El tendedero, en general de arena gruesa, es muy bueno.

El fondeadero para buques de calado mayor de 5 metros está situado a unos 900 metros al Nordeste de la isla. Los buques de menor calado encontrarán excelente fondeadero aproximándose más a la parte norte de la isla, a unos 400 metros de la costa. Este fondeadero puede reconocerse por la línea determinada entre las boyas del Monarca y Los Banquitos y la enfilación dada por la tangencia entre la costa occidental del Punta del Este y la oriental de la isla, observadas desde el fondeadero buscado. La determinación de este fondeadero es factible hacerla bien aún de noche, pues la primera línea está dada por boyas luminosas y la segunda enfilación se reconocerá bastante aproximadamente cuando los árboles de la punta más oriental de la isla comiencen a ocultar las luces más occidentales de la población de Punta del Este.

Al fondear en las proximidades de la punta NW. de la isla, es necesario tomar precauciones al hechar el ancla, a causa del fondo de piedra; por ésto será más conveniente fondear a más de 300 metros de la punta mencionada, y si se desea acercarse a la costa buscando mayor abrigo, hacerlo por parte NE.

En muchas ocasiones (dependiendo de la dirección de los vientos) los buques se atravesarán a la corriente que se establece en la bahía, contorneando la Isla Gorriti. Por lo general, para los temporales del S. al W, se encontrará buen reparo del N. al NE. de la isla, sin llegar demasiado al E. para evitar la interferencia que por lo general se produce hacia esta parte de la isla.

En la parte NE. de la isla, sobre las ruinas de un antiguo reducto de la época Colonial, se construyó una señal para triangulación secundaria; esta señal, de forma piramidal, con una pantalla romboidal en la parte superior, constituye una buena marcación para situaciones del buque.

En la parte Sudeste de la isla existe una faroleta de luz verde a destellos, cada 5 segundos, la que proyecta un sector de iluminación de algo mas de 100 grados, tomando todo el tercer cuadrante y cubriendo por consiguiente los bajos Nuevo y Sylvia.

Entrando durante la noche por la Boca Chica, denominada así a la comprendida entre Punta del Este y la isla Gorriti, servirá de guía para evitar el bajo del Este, la luz del referido sector.

Los buques cuyo calado les permita pasar libremente sobre el

bajo Nuevo (en el cual se ha encontrado un fondo mínimo de 7,6 metros) deberán procurar tomar francamente la zona iluminada del sector, evitando la penumbra de sus bordes.

Durante la noche serán buenas referencias las lucos del Faro de Punta del Este, la de la faroleta mencionada y la de la boya roja de Los Banquitos, situada al NE. de la isla.

Los Banquitos: se denominan así a los bancos de piedra situados al NE. de la isla Gorriti, a 1000 metros del vértice de triangulación citado antes.

Cuando se efectuó el relevamiento de esta zona, el veril NNW. de este banco estaba indicado por una boya de luz roja a destellos, en cuyas proximidades se sondaban 7 metros al cero. Esta boya, situada en tal posición, no daba suficiente resguardo al veril que dá sobre el paso del Este (entre dicho bajo y la costa), el cual por ser el de más profundidad, es el más frecuentado. En atención a esta circunstancia, la Dirección de Hidrografía del Ministerio de Obras Públicas dispuso el cambio de ubicación de tal boya, quedando fondeada al NE. de Los Banquitos, a 150 metros, sobre una profundidad aproximada de 7,5 metros al cero. En esta forma, los buques que entran al puerto por el Norte del Bajo del Monarca, dejarán la boya roja de los Banquitos a estribor y una vez revasada ésta, si se dirijen a Punta del Este, buscarán la enfilación del faro con la punta del rompeolas situado al Oeste del muelle.

La menor profundidad encontrada en este bajo es de 3 metros en la parte Norte.

Propiamente descripto, este banco está formado por dos porciones separadas por un canalizo de 150 metros de ancho, con fondos mayores de 5 metros.

La porción del Sur, que es la menor, tiene una extensión de 200 metros de Este a Oeste por 120 de Norte a Sur; la porción del Norte mide 400 metros en su mayor magnitud de NE. a SW., y 200 metros en la parte más ancha, de NW. a SE.

La costa de la Bahía de Maldonado es una extensa playa de arena gruesa en su mayor parte, interrumpida solamente por las puntas de «Piedra Chileno» (denominada erróneamente en la carta

inglesa por Punta Granito) y las que limitan al Sur la playa de La Pastora.

La isobática de 2 metros corre con muy leves sinuosidades a una distancia media de 100 metros de la costa. La de 5 metros dista unos 150 metros de la playa, al Norte de la bahía, separándose poco a poco de ésta a medida que nos acercamos a La Pastora, frente a cuya playa dicha isobática se encontrará a la distancia aproximada de 700 metros. Esta isobática es muy sinuosa, principalmente en la porción NE. y E de la bahía.

Frente a la bomba de aguas corrientes de La Pastora, avanza un placer cuyo veril de 5 metros se encuentra a 1000 metros de la casa de bomba (construcción de forma cilíndrica, pintada de blanco) y a 1100 al Norte del extremo del muelle de Punta del Este. Hacia el Oeste de este veril aumenta el agua rápidamente sondándose 8 metros muy cerca de él; pero hacia tierra, a un centenar de metros del citado veril, existe un banquito sobre el cual se ha encontrado una profundidad mínima de 2,2 metros.

La isobática de 10 metros forma, envolviendo la isla, dos entradas en la bahía que tienden a formar un paso entre Gorriti y la costa. La unión de estas dos entradas está interrumpida por Los Banquitos. Para franquear esta parte se hallarán profundidades mayores de 6 metros siguiendo la ruta al Este de la boya roja citada anteriormente.

Continuando por la playa hacia el NW, la que describe casi una línea recta hasta el puerto de Maldonado, encontraremos la barra del arroyo del Molino, en cuyas inmediaciones se ha formado un núcleo de población. Esta parte de la costa se denomina playa de Las Delicias.

A unos 250 metros al NW. de la citada barra existen aún los restos del antiguo muelle de Maldonado y en sus proximidades, a mitad de distancia del arroyo nombrado, se encuentra un edificio caracterizable donde funcionó hace varios años el Molino de Cavalho, cuyo nombre originó el del citado arroyo y el de un muelle que existió frente a la fábrica.

El puerto de Maldonado tuvo regular importancia en época ya algo lejana, cuando Punta del Este no contaba con los medios de que dispone actualmente para las operaciones de desembarque. El incremento que adquirió esta población balnearia y su puerto, le

ha restado toda importancia al antiguo puerto de Maldonado, hasta el punto de haberlo anulado por completo, encontrándose en la actualidad abandonado en absoluto.

Continuando la costa hacia el WNW., en forma de una curva suave, se encuentra a 4300 metros de la barra del Molino la punta de piedras que hemos citado antes, denominada Punta del Chileno. El nombre dado por la carta inglesa (Punta Granito) debe responder a su constitución; está formada por rocas de granito rojo coral, cuya coloración se puede apreciar desde regular distancia.

Esta punta despidе una restinga de unos 200 metros de extensión, hacia el sur. A ésta altura la isobática de 5 metros se aparta hasta 300 metros de la costa, y la de 10 metros dista 500 de la punta. La restinga de piedras acusa sondajes de 3 mts a distancia de 2,50 metros del extremo más saliente de la mencionada punta.

A medio kilómetro hacia el Este está la pequeña laguna del Diario cuyas aguas no son potables a causa de las incursiones del mar en ciertas épocas del año.

Punta Ballena.—Es la punta que limita por el Oeste la bahía de Maldonado. Es de constitución rocosa, formando un alto acantilado cuya elevación aumenta progresivamente hacia la parte media de, la porción que se interna en el mar.

Esta punta constituye una inmensa muralla interpuesta entre las playas de la bahía de Maldonado y de la ensenada de El Potrero, muralla que avanza hacia el mar en dirección SSW., internándose hasta 900 metros contados desde la línea media de la costa, por el lado de Maldonado, y dos kilómetros contados sobre el flanco occidental, desde el extremo sur hasta el entronque de la punta con la playa.

Hacia el Sur, desprende varios escollos que velan, prolongándose en una restinga peligrosa, pero de poca extensión en relación a la longitud de la punta. Para dar una idea de la configuración submarina de este acantilado, relacionaremos las distancias desde la costa hasta la isobática de diez metros. Por la parte Oeste la citada línea se encontrará a una distancia media de 100 metros: por el Sudoeste se va alejando hasta 200 metros; en dirección al Sur se separa unos 400 metros y por la parte Sudeste corre paralela a la punta una distancia de 450 metros, para aproximarse a la playa al formar el rincón que hace allí la costa; la isobática de

diez metros sigue luego en dirección hacia el Este, a una distancia media de la costa de 600 metros.

Las líneas de menor profundidad resultan confundidas en las proximidades de la punta, debido a las enormes irregularidades del fondo. Por esta causa es imprudente aproximarse a menor distancia de la indicada por la isobática de diez metros.

Las embarcaciones menores, de poco calado, pueden llegar a la costa por la parte occidental, cuya configuración ofrece menor peligro, siendo accesible en varios puntos frecuentados por pescadores de la región. Por este lado se encontrará generalmente una zona de calma producida por el abrigo de Punta Ballena, cuya alta muralla extiende su protección en una prolongada franja. Este abrigo es excelente para los vientos del primero, segundo y cuarto cuadrantes.

Por la parte oriental de la punta, justamente en el recodo que ella forma con la playa, existen varias grutas naturales a las cuales se puede llegar abordando la costa de arena con embarcaciones menores. También existe un camino que conduce a Punta Ballena, transitable para automóviles, el cual termina en las inmediaciones del vértice principal situado sobre la loma de la punta, aproximadamente a 1 1/4 kilómetros al Norte de ésta.

Casi en el extremo de la punta, en la última elevación que forma a unos 100 metros antes de su término Sur, se ha construido una señal de forma piramidal para marcar la estación de teodolito para la situación de los sondeos. Esta señal está empotrada sobre una casilla de piedras que mide dos metros por cada lado y dos de alto. El conjunto de esta señal tiene 8 metros de altura sobre el terreno, de manera que es un punto fácil de reconocer y cuya posición, señalada en las cartas números 3 y 4, publicadas por este Servicio, facilitará las marcaciones en que sea menester utilizarla.

La Punta del Este es de constitución rocosa, aunque cubierta por una capa de tierra. Todo su contorno está formado por rocas y restingas que la hacen inaccesible, a excepción de la costa Norte, en la cual se encuentran los muelles y el balneario de El Plato, conocido también por playa Mansa.

Esta punta tiene unos tres kilómetros de longitud, avanzando en el mar en dirección SW. Su forma se asemeja más bien a una península, en la cual está asentada la villa de *Punta del Este*, población veraniega por excelencia.

La costa Sudeste de la punta propiamente dicha, es completamente rocosa, arrojando varias restingas que avanzan hasta 200 metros de la costa. La isobática de cinco metros, a partir del extremo Sur, donde dista unos 150 metros de la costa, se vá alejando de ésta a medida que nos acercamos a la playa de San Rafael, donde se aparta hasta 350 metros, en la porción que comprende la carta número 3.

La línea isobática de diez metros se interna en el mar, por la parte Sur de Punta del Este, hasta unos 500 metros contados desde la costa.

La parte W. y SW. también desprende varias restingas, siendo la más extensa la que se encuentra al Oeste Verdadero del faro, sondándose 5 metros a la distancia de 250 de la costa, disminuyendo rápidamente el fondo a pocos metros hacia tierra.

Bajo del Este.—Está formado por piedras, teniendo una extensión de 300 metros. Este bajo se puede reconocer muchas veces por las rompientes que se forman sobre él, y también por una obstrucción que vela en las bajas mareas. Esta obstrucción está formada por los restos de un buque, aparentando un escollo situado a 500 metros de la costa, demorando al 237° del faro de Punta del Este, y a los 146° de la faroleta de isla Gorriti.

Entre este bajo y la costa existe un paso con diez metros de agua en su parte media y cuya dirección es N. 14 W. Verdadero, estando el eje de este paso a unos 200 metros de la costa, cuando se está a través del escollo. Los variles de 5 metros se encuentran a 200 metros al Este del escollo y a 150 al Oeste de la costa firme, de manera que el ancho del paso a través de aquél es de unos 150 metros, con profundidades mayores de 5 metros.

Recalando al puerto por el Este, para entrar a la bahía de Maldonado por la Boca China, se dificulta la visibilidad del escollo del banco mencionado, pués, a no ser que se recale casi del Sur, la obstrucción se proyectará sobre la isla Gorriti.

Para quienes no tengan bastante práctica en la navegación por estos lugares, es preferible que entren por la Boca Chica pasando

al Oeste del bajo, pues las corrientes de marea que se establecen en este canalizo adquieren a veces bastante intensidad de manera que si el buque no tiene suficiente andar y buen gobierno puede ocurrirle una catástrofe.

Cuando se sale del puerto es menos peligroso tomar este canal, a causa de la menor dificultad en localizar el escollo o las rompientes del bajo, puesto que entonces se proyectan en la claridad del mar.

Para entrar por la Boca Chica libre del bajo del Este, se buscará la enfilación formada por la señal de la Isla de Gorriti (marcada en la carta número 3 por un triángulo situado al nordeste) y la faroleta de luz verde, o también por la enfilación entre el Molino de Cavallo y la tangencia con la costa oriental de Isla Gorriti. Esta última enfilación tiene el inconveniente de no estar bien determinada.

Cuando se tenga el faro de Punta del Este por el través de estribor, se pondrá rumbo al NE. para encontrar las mayores profundidades en demanda del fondeadero frente al muelle del puerto.

Los puntos caracterizables en estas proximidades, para situar el buque son: el faro de Punta del Este, situado en la parte más alta del extremo Sur, sobre una loma de 16 metros, resultando el plano focal a 44 metros de altura sobre el nivel medio del mar.

Este faro emite luz blanca, a ocultaciones cada 115 segundos, visible a 15 millas.

Hacia el Nordeste del faro, a unos mil metros, se levanta una gran torre tanque de cemento armado para el servicio de aguas corrientes de la localidad.

En las proximidades de la torre citada, con frente a la Playa Mansa, se levanta el Hotel Biarritz, cuya torrecilla del SW. está situada en las cartas números 3 y 4. También se encontrará en éstas, la posición de la torre o casilla de bombas de agua, frente a la playa de La Pastora. Esta casilla tiene desde lejos el aspecto de un tanque cilíndrico pintado de blanco. En la carta número 3, de edición 1926, está indicada con la palabra «tanque».

Hacia el norte de la bahía se distinguen las torres y la cúpula de la iglesia de Maldonado, siendo esta última la que se ha señalado en las referidas cartas.

La torre del Vijía situada a unos 280 metros al Sudoeste de la anterior, se encuentra actualmente casi oculta por los bosques formados en estos últimos años.

Bajo Nuevo. — Está situado a 2.300 metros y a los 250° grados del faro de Punta del Este; y con respecto a la faroleta de la Isla Gorriti, demora a 1700 metros a los 196° grados.

Este bajo está formado por un grupo de escollos cuya extensión de Norte a Sur es de 500 metros, y de Este a Oeste 300 metros. En el veril Este se han sondado 7,6 metros, piedra, aumentando la profundidad hacia el centro del banco. En el extremo Sur se registró un braceaje de 9,6 metros, con igual calidad de fondo. Los sondajes entre estos dos puntos acusaron profundidades mayores de 10 metros.

Unos 400 metros al Nordeste del Bajo Nuevo existe un pozo de 350 metros de Norte a Sur, por 250 metros de Oeste a Este, en el cual se sondan más de 20 metros de profundidad, con fondos de piedra y arena.

El canal principal que da acceso a la bahía de Maldonado por la Boca Chica, está comprendido entre el Bajo Nuevo y el Bajo del Este. El verdadero paso entre estos dos bajos está formado por una larga inflexión de la isobática de 20 metros, determinando una entrada de 800 metros de N. a S., por 200 de anchó, la que avanza hacia el Norte enfilando la faroleta de Gorriti con la casa-habitación del encargado de la isla.

Entre el Bajo Nuevo y la Isla Gorriti existe otro paso cuyo eje se puede considerar orientado de Este a Oeste, con profundidades medias de 17 metros, fondo de fango y piedra.

Si se desea entrar por la Boca Chica, arribando del Oeste, se puede tomar este paso poniendo proa al faro de Punta del Este con rumbo Este Verdadero, hasta tener la faroleta de la isla por el través de babor, en cuya posición se pondrá rumbo al N. 54° E., en cuya dirección habrá de marcarse por la proa la casa de bombas de La Pastora. Este último rumbo se podrá mantener hasta haber entrado al puerto. Las características de la citada casa de bombas fueron descriptas en párrafos anteriores.

Este canal puede resultar inseguro si se ha de franquear con vientos fuertes o temporal del Sur o del 2.º cuadrante.

Banco Sylvia.— Este banco de piedra, situado al Sur de la línea isobática de 20 metros, tiene una extensión de 1000 metros de NE. a SW., por 1200 metros de Este a Oeste.

Su centro demora a los 233° del faro de Punta del Este, y dista 3900 metros del mismo,

En su cabeza Oeste se sondan 19 metros, roca; en su parte central el braceaje es de 13,5 metros, siendo éste el mínimo.

El fondo es de piedra en toda su extensión; pero en algunos espacios entre las rocas el escandallo ha acusado arena gruesa.

Fuera de este banco las profundidades son mayores de 20 metros, sondándose de 20 a 24 entre éste y el Nuevo.

Algunas particularidades del trabajo. — Para el mejor desarrollo del programa de trabajo, la región comprendida en la carta número 3 fué subdividida en varias zonas que respondían a la configuración geográfica, y por consiguiente, a la distribución de las líneas de sonda.

Al Sur de Punta del Este se distribuyeron las líneas en forma radial, tomando como centro el faro y como punto de enfilación exterior un mástil que se desplazó sobre la costa a las distancias convenientes para que las líneas resultaran igualmente divergentes; dichas líneas formaban entre sí ángulos de 9 grados, aproximadamente. Para situar estos sondajes se estacionaron teodolitos en Punta del Este e Isla Gorriti.

Todas las señales relativas a los sondajes de la bahía de Maldonado fueron hechas con banderas. En la embarcación de sonda se emplearon banderas del Código Internacional; en las enfilaciones fué necesario emplear banderas blancas, de lienzo, de 2 × 3 metros.

A excepción de aquellos puntos donde la sonda indicaba variaciones irregulares o bruscas del fondo, todos los demás sondajes de la parte interior de la bahía fueron hechos con una frecuencia de un minuto, situando al teodolito todos los sondajes de minuto impar, e interpolando los de minuto par.

El procedimiento empleado permitió tener el múltiple control de acuerdo entre los operadores de tierra y los de la embarcación, por el número, la hora y el color de la bandera arriada, en el instante del sondaje.

La zona comprendida entre isla Gorriti, Los Barquitos y Punta del Este fué sondada en líneas transversales entre la isla y la costa firme, estableciendo enfilaciones por medio de mástiles.

Para el trabajo de esta zona se estacionaron teodolitos en Punta del Este, Gorriti y La Pastora.

En esta zona está incluido el relevamiento particular del puerto de Punta del Este y su fondeadero. Este pequeño plano es útil

para el fondeo de los yates. De este trabajo se hizo solamente reproducción en papel heliográfico.

Al Norte de la isla Gorriti se hizo el relevamiento por medio de líneas radiales, abarcando un sector desde Los Banquitos hasta el puerto de Maldonado (arroyo del Molino).

Sobre los bajos Mostyn y Los Banquitos se efectuaron exploraciones minuciosas, relevándolos aisladamente del resto del trabajo, procediéndose de igual manera con todos los bancos y bajofondos relevados.

El resto de la zona costera, desde el arroyo del Molino hacia el Oeste, fué cubierta por líneas de sondajes normales a la dirección de la costa y determinadas por enfilaciones constituídas por mástiles y banderas. Esta zona se extendió hasta una distancia aproximadamente igual a la que existe entre la isla y la costa opuesta (unos 2500 metros).

La franja de un kilómetro alrededor de la isla, por las partes Oeste y Sur, fueron relevadas por líneas de sondajes determinadas por medio de enfilaciones colocadas en la isla.

Los sondajes efectuados en todas las zonas mencionadas hasta ahora (zonas contiguas a la costa) fueron ejecutados con sondas comunes, debidamente comparadas. En toda la parte interior de la bahía se utilizaron botes a remo, y en la parte exterior a Punta del Este, lanchas a motor.

La región que en la carta número 3 corresponde a sondajes mayores de 10 metros, fué relevado por el aviso « Vanguardia » (Teniente de Navío López Figuerido).

Para este trabajo se establecieron estaciones de sonda en Punta Ballena, torre del Vijía, Punta del Este e isla de Gorriti, combinando tres de estas posiciones, según conviniera para la mejor intersección de las líneas de colimación.

Las reducciones de sondajes fueron hechas por medios de los elementos suministrados por las hojas del mareógrafo establecido en Punta del Este, perteneciente al Ministerio de Obras Públicas.

El plano de reducción está a 1,12 metros por debajo del nivel medio del mar. El cero del mareógrafo está a 0,87 metros por debajo de dicho nivel medio.

El nivel medio fué determinado por las curvas de mareas registradas durante dos años de observaciones ininterrumpidas.

La Comisión encargada de determinar las coordenadas **geográficas** del pilar de observación situado en las proximidades del **faro de Punta del Este** (Teniente de Navío M. Percovich y Alférez de Navío B. Bianchi), obtuvo el siguiente resultado para el faro nombrado, cuyas coordenadas están indicadas en la carta número 3.

Latitud 34° 88' 13" S.
Longitud 54° 57' 22" W. Gr.

Carta N. 4. — Río de la Plata. — Desde la Punta de José Ignacio hasta Punta Ballena.

Las operaciones de triangulación y topografía correspondientes a esta carta fueron ejecutadas por las mismas Comisiones que intervinieron en el relevamiento de la Bahía de Maldonado.

La red de triángulos está apoyada sobre el lado *Punta del Este-Piriz*, cuya magnitud lineal fué obtenida por el desarrollo de la base de Maldonado, del Instituto Geográfico Militar.

Dicha base, cuya longitud es de 8617,647 metros, fué medida con una precisión de 1/900.000. Su término Sur se encuentra en las inmediaciones de la ciudad de Maldonado, extendiéndose en dirección Norte.

El lado que sirve de base para nuestra triangulación tiene una longitud de 14.737,217 metros.

Los vértices principales de la red de triángulos determinada por este Servicio Hidrográfico y que corresponden a la carta número 4 están indicados en el plano de la figura 8. Estos son:

- Pilar del vértice Piriz.
- Torre-faro de Punta del Este.
- Pilar del vértice Punta Ballena.
- Torre-faro de Punta José Ignacio.
- Torre-faro de la Isla de Lobos.

A continuación se detallan los triángulos de esta red, con los valores definitivos para sus elementos.

TRIANGULACION DE D^{ña} BALLENA A JOSE IGNACIO

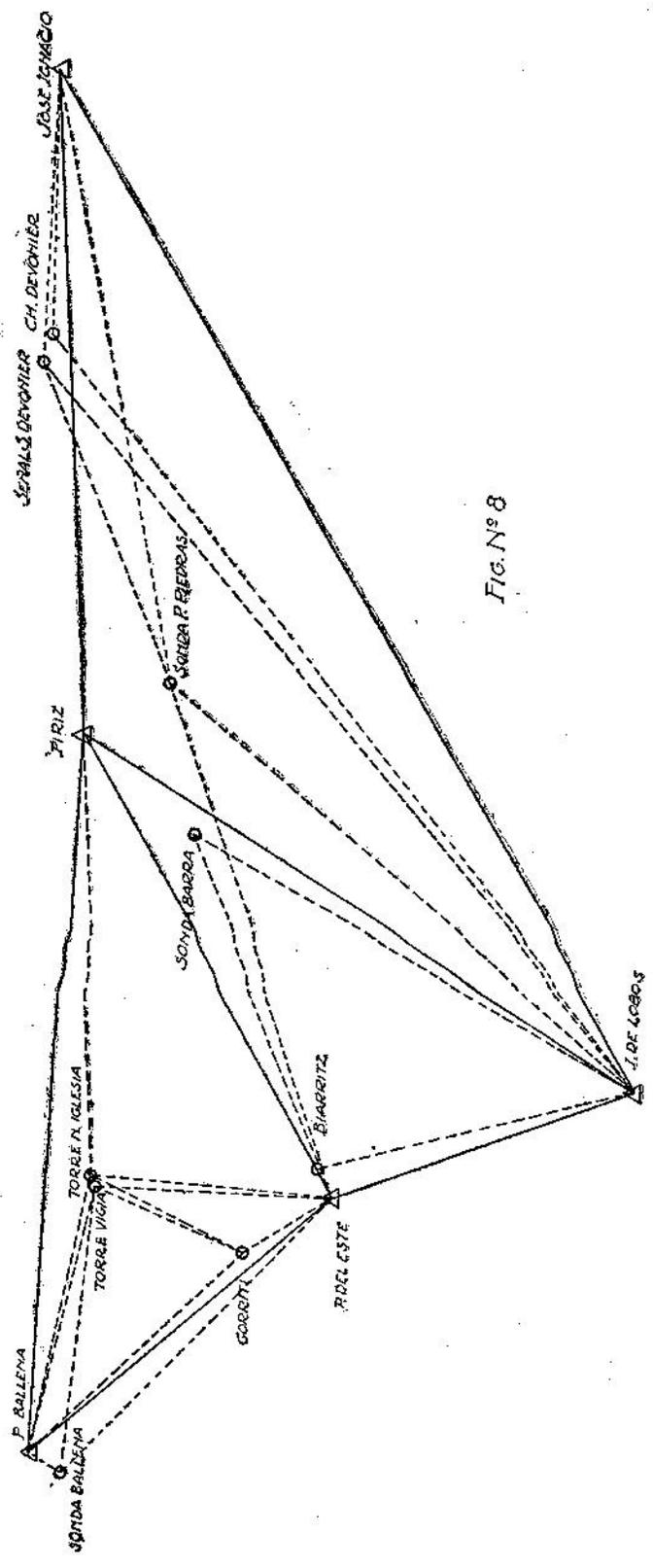


Fig. N° 8

RED PRINCIPAL

Vértices	Angulos	Lados
Punta del Este	84° 36' 01" 6	. . . 16425,520
Piriz	32 07 01. 9	. . . 8771,600
Lobos.	63 16 56. 5	. . . 14737,217
Piriz	121 06 15. 0	. . . 30258,770
Lobos	31 11 56. 8	. . . 18306,370
José Ignacio.	27 41 48. 2	. . . 16425,520
Punta del Este.	100 46 33. 9	. . . 19859,170
Piriz	32 25 16. 7	. . . 10838,440
Punta Ballena	46 48 09. 4	. . . 14737,217
Punta del Este	14 51 42. 5	. . . 18306,370
Piriz	153 13 18. 9	. . . 32156,030
José Ignacio.	11 54 58. 6	. . . 14737,217
Punta del Este.	69 44 15. 3	. . . 30258,770
José Ignacio.	15 46 48. 7	. . . 8771,600
Lobos.	94 28 56. 0	. . . 32156,030

En los vértices Punta del Este, Lobos y José Ignacio se hicieron estaciones excéntricas; debido a que estos vértices están constituidos por los ejes de las torres-faros respectivas.

Los valores de estas excentricidades son:

Punta del Este	2 mts. 20
Lobos	3 mts. 85
José Ignacio	2 mts. 04

Los métodos de cálculo empleados en todos estos trabajos se describen en la Parte III de este volumen exponiendo un ejemplo para cada caso, cuyo desarrollo podrá servir de pauta a los señores Oficiales que hayan de desempeñarse en estos trabajos.

En estas Memorias de las Comisiones se mencionan solamente los resultados obtenidos.

Los tres primeros triángulos de la planilla anterior constituyen la red principal; los otros dos se determinaron a fin de calcular el cuadrilátero formado por los vértices Piriz, Punta del Este, Lobos y José Ignacio.

Luego de haber calculado los elementos de estos triángulos, cuyos resultados satisfacen las condiciones establecidas en la precisión,—se determinaron las coordenadas rectangulares de los vértices principales y secundarios —adoptándose como origen el vértice *Piriz*.

Los valores hallados para estas coordenadas rectangulares son los siguientes:

Coordenadas rectangulares

VERTICES	VALOR NATURAL	
	X	Y
Piriz	Origen	Origen
Lobos (faro)	- 5121,49 mts.	- 15606,66 mts.
Punta del Este (faro)	- 11336,34	- 9416,63
Punta Ballena	- 19698,53	- 2520,97
José Ignacio (faro)	+ 17841,75	+ 4098,22
Gorriti	- 12986,26	- 7403,95
Sonda Ballena	- 20020,52	- 3484,35
Barra Maldonado	- 2173,00	- 3610,18
Punta Piedras	+ 1856,05	- 2169,54
Sonda Devonier	+ 10042,46	+ 2886,64
Torre del Vija	- 12225,13	- 2933,10
Chimenea Devonier	+ 10560,09	+ 3002,25
Hotel Biarritz	- 10684,65	- 8619,33
Iglesia Maldonado (cúpula)	- 12019,40	- 2753,58
Torre - tanque. Punta del Este	- 10620,09	- 8780,24
Torre Golf Club	- 7451,63	- 5059,30
Tanque Ferrocarril	- 10140,26	- 7786,34
Casco Draga L. Muller	- 6972,39	- 5948,61
Chalet Dr. Amézaga	- 10772,30	- 8439,22
Piedra Bajo del Este	- 12074,93	- 9923,30

Para los revelamientos topográficos de las islas de Lobos y de Gorriti fueron calculados sus correspondientes polígonos, cerrados en el vértice principal respectivo y orientados sobre un lado del triángulo de apoyo de cada isla.

La comisión encargada de determinar las coordenadas geográficas del pilar astronómico *Punta del Este*, (Teniente de Navío Percovich asistido por el Teniente de Navío Bianchi),—obtuvo los siguientes resultados que fueron transportados al faro de Punta del Este:

Latitud 34° 58' 12" 8 S.
Longitud 54° 57' 22" 4 W. Gr.

Las correspondientes observaciones astronómicas fueron hechas con teodolito universal «Kern», estacionado en un pilar construido expresamente, en las inmediaciones del faro.

Las coordenadas obtenidas fueron transportadas a los otros vértices principales, siendo los valores calculados los siguientes:

Vértice Piriz	{	Lat.: 34° 53' 06" 5 S.
		Long.: 54° 49' 56" 4 W. Gr.
Faro de Lobos.	{	Lat.: 35 01 33.3
		Long.: 54 53 16.9
Faro de José Ignacio.	{	Lat.: 34 50 51.5
		Long.: 54 38 14.6
Vértice Punta Ballena.	{	Lat.: 34 54 28.3
		Long.: 55 02 52.7

Igualmente fueron calculadas las coordenadas geográficas de los vértices secundarios y las de otros puntos cuya inserción en la carta es de utilidad para la navegación

Terminadas las operaciones geodésicas y topográficas correspondientes a esta carta número 4, fué necesario suspender el trabajo y aplazar el relevamiento marítimo hasta tanto se pudiera disponer de un buque apropiado a tales operaciones.

Recién en el año 1931 este servicio dispuso de un buque hidrográfico propio, reiniciando las operaciones de mar el día 3 de Junio del citado año.

A continuación se transcriben los informes presentados por los señores Oficiales Jefes de las distintas Comisiones que actuaron en el relevamiento de esta carta.

**Memoria presentada por el Sr. Alférez de Navío Zapicán V.
Rodríguez sobre los trabajos de Topografía de la costa
entre Punta Ballena y Punta José Jgnacio.**

El día 19 de Abril de 1926, se instaló el campamento central, distribuyéndose el material a las distintas brigadas, contratándose el personal de baqueanos y carreros a fin de iniciar el trabajo, lo cual fué dado hacer recién el día 25 de Abril, destacándose la brigada de topografía a cargo del suscripto Alférez de Navío Zapicán V. Rodríguez, llevando como ayudante al Guardiamarina Washington Marroche, 1 cabo, 8 marineros, 2 peones a caballo y 1 carrero, a fin de iniciar el trozo comprendido entre Punta Ballena y Punta del Este, acampando la brigada en las proximidades de Punta Ballena e iniciando de inmediato el trabajo de campo.

Debido a las grandes dificultades del terreno, el relevamiento de esta punta se hizo por medio de una poligonal aislada o auxiliar, a fin de no arrastrar errores a los otros tramos; dicha poligonal consta de 10 estaciones y cierra sobre el vértice de triangulación denominado Punta Ballena, teniendo una longitud lineal de 3586,60 metros.

Enseguida de haber terminado el relevamiento de Punta Ballena, trasladé el campamento al paraje denominado Las Delicias acampando en dicho lugar para estar a distancia conveniente de la zona de trabajo. A causa de las lluvias y mal tiempo hubo que suspender las operaciones por 2 días, destinando ese tiempo al cálculo de planillas y confección de gráficos de los trabajos realiza-

dos. El día 1.º de Mayo, habiendo mejorado el tiempo, se reiniciaron las tareas cambiándose el campamento a Punta del Este.

En la torre-faro de esta punta cerramos el tramo de poligonal, el cual fué determinado por treinta estaciones, calculando además el triángulo de cierre a fin de conocer el valor del lado (30) Pta. del Este. El error de cierre angular de esta poligonal resultó de

2'47" y el error lineal: $\begin{cases} \Delta x = 2,12 \\ \Delta y = 1,42 \end{cases}$ metros, lo cual fué aceptado

por encontrarse dentro de la tolerancia establecida para esta clase de trabajos. La extensión de la mencionada poligonal es de 14.401,71 metros.

Durante los días comprendidos entre el 2 de Mayo hasta el 9 del mismo mes permaneció el campamento en Punta del Este, calculando las planillas y croquis, e iniciando el segundo tramo de poligonal denominado Punta del Este-Rincón de Piriz.

El día 9 acampamos en la Barra del Arroyo Maldonado, Paso de La Balsa, por así exigirlo las condiciones topográficas del terreno y la longitud del tramo a relevar.

Al comenzar esta parte del trabajo, se encargó al Guardiamarina Washington Marroche de llevar una nivelación desde el «repere» de la Capitanía del Puerto de Maldonado, hasta un punto situado en el faro de José Ignacio, a fin de establecer un «repere» de nivelación en aquella localidad y también para instalar la regla de mareas.

Esta nivelación se hizo en ambos sentidos, obteniéndose la cota del plano horizontal del zócalo que rodea el edificio del faro, por la parte Oeste, siendo esta cota de 6,21 metros sobre el cero del mareógrafo de Punta del Este.

El tramo de poligonal Punta del Este-Piriz se terminó el día 13 de Mayo, dando por resultado los siguientes errores:

Cierre angular 2'16" con $\begin{cases} \Delta x = 7,56 \\ \Delta y = 6,09 \end{cases}$ metros de error de cierre

lineal para 17.744 metros de poligonal.

El día 14 comenzamos la tercera poligonal: Piriz-José Ignacio,

la que tiene los dos primeros lados comunes con el tramo anterior.

El día 15 de Mayo se estableció el campamento en la barra de la laguna José Ignacio.

El 14 de Mayo terminamos este trabajo con el siguiente resultado:

Cierre angular: 3' 33"

Cierre lineal: $\left\{ \begin{array}{l} \Delta x = 2,39 \\ \Delta Y = 8,29 \end{array} \right.$ mts., para 21.384 mts. de poligonal.

Puesto que los vértices de la poligonal Punta del Este - Punta Ballena deben mantenerse señalados durante mucho tiempo, fueron amojonados con pilares de cemento armado.

Descripción de la costa desde Punta del Este a Punta José Ignacio

La playa San Rafael se extiende desde las restingas más orientales de Punta del Este, hasta la barra del arroyo Maldonado.

Aproximadamente en la parte media de esta playa, sobre la costa, se encuentran los restos de la draga inglesa « Lauro Müller ».

Barra del Arroyo Maldonado. — Esta barra se halla constantemente abierta y es practicable por embarcaciones menores.

La punta occidental de la barra despidе una restinga de piedras, la costa es alta y arenosa formando médanos movibles de 5 a 7 metros de altura.

Internándose por el arroyo Maldonado, a una milla de la barra, se encuentra el embarcadero de la balsa, servicio público dependiente del Consejo de Administración de Maldonado.

Dicha balsa en los días de vientos fuertes de los 2.º y 3.º cuadrantes, no puede funcionar, debido a las crecientes que el mar ocasiona al arroyo.

Sobre la margen izquierda de este arroyo existe una pequeña población denominada La Barra, formada por algunas casitas y ranchos habitados únicamente en verano.

A más de 200 metros de la costa, al Sur de la población, se hallan los restos del casco de S/S. « Burney ».

Sigue hacia el este una playa de arena gruesa, respaldada por médanos de escasa altura, hasta llegar al paraje denominado Manantiales, punta de piedras que avanza hacia el Sur y sobre la cual se halla la población del mismo nombre. El terreno por las inmediaciones de esta población, es anegadizo, encontrándose muchos manantiales de excelente agua potable, a los cuales debe su nombre el paraje.

Más al Este de Punta Manantiales se encuentra Punta Piedras, la que desprende restingas al S. y al SE. Sobre ésta última se encuentran los restos del S/S «Río de la Plata», naufragado en el año 1918, y del cual queda visible una rueda de propulsión.

Playa del Rincón de Piriz. — Saliendo de Punta Piedras, la costa continúa al NE. en una playa de arena de larga extensión, sin presentar variaciones de interés hasta las proximidades de la barra de la laguna José Ignacio. Aquí se encuentran unas barrancas pronunciadas, pudiendo servir como marcación para la navegación, el chalet Fontana, pintado de blanco con techo rojo, construido sobre la barranca.

Casco del «Devonier». — Sobre la playa, completamente en seco, entre el chalet Fontana y la barra de José Ignacio, existe el casco del nombrado buque belga, que naufragó el 10 de Julio de 1923. Este casco constituye una marcación fácil de identificar en el mar.

Barra de la Laguna José Ignacio. — A tres mil metros al Este del casco del «Devonier», se encuentra la barra de la laguna José Ignacio, que durante los meses de verano queda cerrada por la acumulación de arena arrojada por el mar, obstruyendo la desembarcadura, mientras es escaso el caudal de las aguas de aquella.

Playa de José Ignacio. — Playa de arena floja y gruesa que corre formando un seno muy pronunciado hasta las proximidades de la Punta José Ignacio, Está bordeada por médanos de escasa altura y es peligrosa a causa de las fuertes rompientes.

Piedras de José Ignacio. — En las proximidades del faro y en toda la extensión de la punta, la costa es acantilada, formando desprendimientos de piedras y restingas hacia el S. y SW. presentando la característica de grupos rocosos de grandes dimensiones y formas caprichosas.

Al Oeste de la punta existe una pequeña playa de arena gruesa.

Nivelación

El día 9 de Mayo de 1926 iniciamos una nivelación que partiendo de Punta del Este debía de llegar a José Ignacio, donde se instalaría un observatorio de mareas.

La cota de partida está determinada por el plano superior de la moldura del zócalo, al costado oeste de la puerta de la aduana de Punta del Este. Se ha tomado esta referencia hasta que se instalen las correspondientes chapas de nivelación.

La cota del punto descripto es de 5,61 metros, referida al plano del cero del mareógrafo instalado en el muelle de ésta localidad.

Esta nivelación se hizo con un nivel y miras «Zeiss», recorriendo el trayecto en ambos sentidos.

Las cotas determinadas fueron las siguientes:

<i>Manantiales.</i> — El umbral del portoncito de « Villa Elsa »	13,33 mts.
<i>José Ignacio.</i> — Plano horizontal superior del zócalo de la casa del guardafaro, el cual está tapado en parte por una nueva habitación agregada por la parte oeste	6,21 mts.
<i>Piriz.</i> — Vértice de triangulación principal, Cota del terreno	55,95 mts.
Cota del plano superior del pilar	57,95 mts.
<i>Faro Punta del Este.</i> — Cota del terreno en el patio del edificio	16,37 mts.
Siendo la altura de la plataforma-balcón del faro, sobre el punto anterior, de 26,05 mts., la cota del balcón es	42,42 mts.

Estas cotas están referidas al cero del mareógrafo de Punta del Este.

El plano de reducción de los sondajes está a 25 centímetros por debajo del cero de este mareógrafo y a 1,12 metros por debajo del nivel medio del mar.

Relevamiento de la Isla Gorriti

Una comisión compuesta por el Teniente de Navío Julio Lamarthé, Alférez de Navío Santiago Turcio y dos asistentes del

Cuerpo de Equipaje de la Armada, procedió a relevar la isla de Gorriti, apoyando el trabajo en el vértice secundario de la red de triangulación, cuyas coordenadas rectangulares referidas al vértice Píriz (origen) son:

$$\begin{aligned} X &= - 12986,26 \text{ metros} \\ Y &= - 7403,95 \text{ »} \end{aligned}$$

Las coordenadas geográficas calculadas por transporte, para el mismo vértice, son:

$$\begin{aligned} \text{Latitud: } & 34^{\circ} 57' 06'' 6 \text{ S.} \\ \text{Longitud: } & 54^{\circ} 58' 28'' 2 \text{ W. Gr.} \end{aligned}$$

El trabajo topográfico fué referido a una poligonal cerrada sobre el vértice secundario citado.

El cálculo de esta poligonal dió los siguientes errores máximos, cumpliendo satisfactoriamente los límites de precisión:

Error angular de cierre: 33 segundos.

$$\text{Error lineal: } \begin{cases} dx = 0,95 \text{ mts.} \\ dy = 0,21 \text{ »} \end{cases}$$

El desarrollo de la poligonal es de 3646,89 metros.

El relevamiento submarino del contorno de esta isla está tratado en la parte correspondiente a la bahía de Maldonado.

La parte topográfica fué efectuada en los primeros meses del año 1926, y el relevamiento submarino a fines del mismo año, empleándose para este trabajo las embarcaciones menores del R. O. U. « Montevideo ».

Relevamiento de la Isla de Lobos

El relevamiento topográfico de esta isla fué efectuado a fines del año 1931, componiendo la Comisión el Teniente de Navío Juan Carlos Correa, el Alférez de Navío José M. Alvarez y tres asistentes del Cuerpo de Equipaje de la Armada.

La torre-faro de esta isla constituye el vértice principal de triangulación sobre el cual se apoyan todos los trabajos topográficos de esta localidad.

Las coordenadas rectangulares del vértice principal, referidas al vértice Píriz (origen) son:

$$X = - 5121,49 \text{ metros.}$$

$$Y = - 15606,66 \text{ "}$$

Y las coordenadas geográficas de este faro, calculadas por transporte de las del faro de Punta de Este, son:

$$\text{Latitud: } 35^{\circ} 01' 33'' 3 \text{ S.}$$

$$\text{Longitud: } 54^{\circ} 53' 16'' 9 \text{ W. Gr.}$$

El contorno de esta isla fué relevado por una poligonal cerrada en el vértice Faro y orientada con el lado de triangulación principal Lobos-Punta del Este.

Los errores encontrados en el cálculo de esta poligonal son los siguientes, que satisfacen las condiciones de precisión:

Error angular de cierre: $1' 35''$

$$\text{Error lineal: } \begin{cases} dx = 0,34 \text{ mts.} \\ dy = 0,21 \text{ "} \end{cases}$$

Longitud de la poligonal: 2197,03 metros.

El relevamiento de los fondos que circundan esta isla fué efectuado en 1932, por una Comisión compuesta por los Alféreces de Navío Alfonso Delgado y José M. Alvarez, para situar los sondeos y distribuir las líneas de sondas; y el Alférez de Navío Primitivo Cabrera para dirigir la lancha que se destinó a estas operaciones.

Informe del Jefe de la Comisión Hidrográfica para el relevamiento de la Carta N.º 4, campaña de 1931-32

El día 3 de Junio de 1931 zarpó del puerto de Montevideo el buque hidrográfico «Capitán Miranda» para continuar el relevamiento de la carta de navegación comprendida entre Punta Ballena y Punta de José Ignacio, tramo de costa del departamento de Maldonado sobre el Río de la Plata.

A bordo de este buque se transportó todo el material de campaña, instrumental, etc., para ser desembarcado en el muelle de Punta del Este, localidad ésta elegida para establecer el campamento central, sirviendo su puerto como fondeadero regular del buque.

La plana mayor del buque estaba compuesta como sigue:

Comandante: Capitán de Corbeta, Julio F. Lamarthée.

Primer Oficial: Teniente de Navío, Santiago Turcio.

Oficial de Derrota: Alférez de Navío, M. de la Bandera.

Oficiales: Alférez de Navío, Alfonso Deigado.

Guardiamarina: Agustín Cabrera.

Contador: Guardiamarina, José Félix Olivera.

Ingenieros Maquinistas:

Jefe de Máquinas: Alférez de Navío, Alberto Martorell.

Alférez de Navío, Francisco A. Risso.

Guardiamarina, Héctor Miralles.

Guardiamarina, Homero Martínez.

Las comisiones de campaña fueron integradas por los siguientes oficiales, quienes han rotado en los diversos puestos, de acuerdo con sus categorías.

Teniente de Navío, Rodolfo Salvatella.

Teniente de Navío, Juan Carlos Correa.

Alférez de Navío, Mario Giambruno.

» » » Raúl Leal.

» » » Primitivo Cabrera.

» » » Oscar Arenas.

» » » Romeo Arenas.

Guardiamarina, José Miguel Alvarez.

Pará las operaciones en tierra se distribuyó el personal en cuatro subcomisiones; tres de éstas debían operar en las estaciones de sonda, y la cuarta quedó a cargo del mareógrafo y del campamento central.

La zona sondada está comprendida entre los meridianos de Punta Ballena y de Punta José Ignacio, quedando limitada al Sur por el paralelo 35° 05'. Esta zona contiene la isla de Lobos y el canal que forma ésta con la costa firme de Maldonado. La presencia de estos accidentes geográficos y la frecuencia del tránsito marítimo por esta región darán idea de la importancia de la carta que tratamos.

Debe recordarse que las proximidades de la isla de Lobos son eminentemente peligrosas para la navegación, particularmente en los meses de invierno y durante la nieblas. Este peligro latente lo confirma el inmenso número de buques encallados en estos parajes, cuya sola nómina causa pavor. No es necesario mencionar el número de víctimas que estos naufragios han producido para justificar la necesidad de no aplazar por más tiempo la terminación de esta carta.

Como estas operaciones se han reiniciado en el mes de Junio, es de hacer notar que durante la estación invernal esta índole de trabajo, — especialmente los sondajes, — se hace sumamente dificultosa a causa de los frecuentes malos tiempos y nieblas, obligando a paralizarlo semanas enteras. El porcentaje de días útiles para el trabajo de sonda es demasiado bajo, obteniéndose por esta causa un rendimiento exíguo y en cambio una exposición del material a las inclemencias del tiempo, que no compensa con los resultados que se obtienen. Durante los meses de Junio a Setiembre inclusive, que son los de más intensas perturbaciones atmosféricas, fué conve-

niente suspender la campaña, — en lo relativo a las operaciones del mar. — tiempo que se aprovechó perfectamente en los trabajos de cálculos, repaso de los instrumentos y reparaciones del material de campaña, etc.

Así pues, habiendo comenzado nuestra campaña en Junio, fué necesario interrumpirla con mucha frecuencia por los malos tiempos y algunas veces durante periodos bastante largos.

La labor que se efectúa con el buque requiere tiempo calmo y mar llana para poder obtener la conveniente precisión en los sondeos; por ésto no es posible proseguir de inmediato la tarea en el mar tan pronto como el temporal haya calmado, tal cual se puede realizar en tierra, sino que habrá de esperarse a que la mar se haya aquietado lo suficiente para permitir operar sin incurrir en errores al determinar los sondeos.

En los comienzos de esta campaña se trabajó muchas veces con estados del mar no del todo favorables para sondear con fines de relevamiento, pretendiendo de este modo ganar algún tiempo; pero pronto hubo necesidad de renunciar a trabajar con semejante estado del mar, convencidos de la inutilidad de los sondajes obtenidos así, con exagerados movimientos de la plataforma, produciendo diferencias muchas veces mayores de un metro al controlar sondajes suporpuestos.

A estas circunstancias desfavorables en absoluto debe agregarse la mala visibilidad que muchas veces ha dificultado la colimación del buque por los operadores estacionados en tierra, así como la debida interpretación de las señales.

Equipos Radiotelefónicos

Como el sistema de señales ópticas, a las distancias que se ha trabajado en esta zona no daba el resultado que se esperaba de él, a pesar de haberse construido señales de larga distancia de grandes dimensiones, fué imprescindible buscar otro medio para señalar los instantes de cada sondaje, así como para comunicar el buque con sus observadores de tierra.

En el mes Julio se propuso y fué aceptado como ensayo el empleo de la telefonía sin hilos para la comunicación con las estaciones mencionadas. Tales equipos debían tener la propiedad de

poder funcionar continuamente, durante las horas de sondeos, sin interceptar otras comunicaciones, debiendo ser capaces, además, de estar en servicio durante muchas horas sin interrupción.

Con este fin la Dirección de los Servicios de Radiocomunicaciones proveyó dos receptores que habían sido retirados de los buques de la Armada por anticuados. Tales como se recibieron a bordo no se adaptaban para la finalidad deseada ni correspondían a la longitud de onda asignada por aquella Dirección para esta clase de servicios.

El Servicio Hidrográfico adquirió en varias casas del ramo, en la Capital, los demás elementos necesarios para modernizar estos receptores y construir los equipos portátiles completos (receptor-trasmisor) destinados a los puestos de observación, en las estaciones de sonda. También fué necesario construir un equipo fijo para el buque, puesto que la estación Telefunken que posee no puede reducir su gama de ondas hasta los 180 metros que se requieren para estos trabajos.

Provisto de todo el material necesario, se construyeron los cuatro equipos radiotelefónicos citados, interviniendo en la obra solamente el personal de a bordo.

Cada equipo, contenido en una caja de madera, consta de un receptor y un transmisor de onda continua modulada, las llaves de conmutación, tomas de tierra y antena, y las pilas y baterías para suministrar la corriente.

El equipo de a bordo se alimentó con la corriente eléctrica tomada en las líneas generales del buque, cuya característica es: continua a 220 voltios. Como dijimos antes, este equipo es independiente de la estación radiotelegráfica oficial del barco, pues aquel debe trabajar a una onda más corta que la mínima capaz de transmitir esta última.

Una vez preparados e instalados todos estos aparatos en los respectivos campamentos, se destinó un día expresamente para ensayos mientras se sondaba, transmitiéndose por medio de ellos todas las señales necesarias. El resultado fué tan satisfactorio que aquel trabajo realizado como ensayo fué la iniciación definitiva del método empleado después y mantenido hasta la terminación completa del trabajo.

Las ventajas de este sistema se fundan en la exactitud de los

resultados, precisión de las señales, regularidad en las tareas, seguridad de los operadores en la interpretación de las señales, no sujeción a los límites de un código o clave convenida, recepción de la señal con cualquier estado del tiempo, etc.

Los días de bruma ligera que antes dificultaban la visibilidad de las señales ópticas, son ahora utilizables sin ningún inconveniente, mientras la bruma no sea tal que impida colimar el buque para determinar su marcación con los teodolitos. Esta propiedad del sistema permite un aumento considerable en el rendimiento del trabajo.

Las interrupciones accidentales se han previsto, adoptando en tales circunstancias el método de situación por cronómetro.

Este método se emplea también como un control más para los resultados. El ajuste de los acompañantes o comparación de los cronómetros se verifica por medio de señales emitidas desde a bordo por medio del proyector eléctrico, enviándolas sucesivamente a cada una de las estaciones de tierra cada vez que el barco se aproxima a ellas. Este control está a cargo de personal expresamente nombrado, independiente de la transmisión de las otras señales radioeléctricas. Además, la hora del cronómetro de a bordo que se usa para los sondeos es transmitida radiotelefónicamente, al mismo tiempo que el número del sondeo, proporcionando un control más. Este conjunto de procedimientos aseguran la bondad de la operación, siendo muy difícil que se pierdan sondeos por indeterminación de las señales.

El único inconveniente en la utilización de los equipos radiotelefónicos portátiles es el suministro de la corriente eléctrica, que se ha hecho por medio de pilas, lo cual resulta bastante caro aún empleando elementos de fabricación nacional. Es necesario también contar con un repuesto de estos elementos para proveerlos con la debida anticipación a fin de no interrumpir el funcionamiento de los aparatos. Por otra parte, el almacenamiento de estos repuestos no puede ser muy prolongado porque la vida de cada pila está fijada por un período determinado, pasado el cual su agotamiento se produce rápidamente aún cuando no se use. La fecha en la cual vence el período de utilización debe fijarla el fabricante sobre la cubierta de las pilas.

La mejor solución es dotar a estos equipos de generadores di-

námicos de corriente, que sean de funcionamiento sencillo y de fácil transporte.

Después de la adopción de la radiotelefonía para las operaciones hidrográficas, y una vez bien entrenado el personal de los puestos de observación, se ha desarrollado el trabajo en forma tan rápida y eficiente que en casi dos meses se ha superado ampliamente el rendimiento, hasta el punto que, de haberse continuado por el sistema de señales ópticas primitivo, se habría necesitado casi el doble del tiempo para ejecutar el mismo trabajo, teniendo en cuenta que hubieron muchos días de visibilidad mediana durante los cuales no hubiera servido el sistema óptico.

Transportador del escandallo

Con el fin de reducir el número de personas que deben intervenir en la operación de sondar y recoger la sonda, se estableció a bordo un dispositivo para transportar el escandallo desde la plataforma del sondador hasta las proximidades de la proa del buque.

La plataforma de sonda del «Miranda» se encuentra situada en la cubierta alta, de botes, a un poco más de media eslora de la proa. En esta forma, cuando el escandallo está transportado a proa, la longitud de sondaleza tendida permite efectuar sondajes a bastante profundidad sin alterar la velocidad del buque.

El transportador consiste en un carrito que corre por un alambre de acero tendido entre el pescante de bote más a popa de la plataforma de sonda y un pequeño tangón sistemado al costado de la amura, a la altura de la fogonadura del bauprés. Para que éste alambre tenga suficiente tensión, tanto el tangoncito como el pescante tienen vientos y amantillos que trabajan convenientemente a este fin. El tangoncito debe llevar además una retenida hacia abajo para que, al desprenderse el escandallo, la reacción del alambre no haga saltar el carrito o tomar vueltas a los andariveles.

El carrito está formado por una chapa de hierro de forma triangular, teniendo un vértice hacia abajo; en el lado opuesto a este vértice van dos pequeñas cajeras con roldanas de canaletas bastante profundas, por las cuales corre sobre el alambre.

Las roldanas deben ajustarse debidamente en sus cajeras para impedir que el alambre pueda quedar mordido entre ambas al

saltar el carro por cualquier causa. Las dos quijadas de cada cajera se remachan a ambos lados de la chapa que constituye el cuerpo del carro; en esta forma, aún cuando salte el carro no podrá desprenderse del alambre, el cual pasa por dentro de la cajera.

En el vértice inferior del triángulo pende un disparador y a la vez gancho de suspensión del escandallo. Tiene la forma de una L cuya rama horizontal es muy corta, (de largo suficiente para enganchar la gasa del escandallo), y dirigida hacia proa.

El extremo superior de este gancho va unido por un perno al vértice del triángulo, de manera que constituya un eje de giro horizontal perpendicular al plano del triángulo.

Como el alambre-carril no tiene suficiente inclinación para que el el carro se deslice solo hacia proa, se le ha colocado un andarivel cuyos chicotes van firmes, uno a cada extremo del carrito, teniendo un pequeño giratorio para que no tome vuelta el cabo al mojarse; el seno de este andarivel toma vuelta en un torno a manivela, por medio del cual un hombre acciona de manera que el carro se traslade por el alambre, en ambos sentidos.

Esto torno va colocado en la plataforma de proa y por medio de dos o tres motones quedan dispuestos los retornos necesarios para que trabaje bien el cabo del andarivel.

Cuando el sondador ha recogido el escandallo, lo cuelga por la gasa (no por el cáncamo) al gancho del carrito, de tal manera que al quedar suspendido de éste la gasa se azoca, impidiendo que el escandallo se desprenda antes de tiempo al ser conducido hacia proa. Enseguida de enganchado, el sondador avisa al del torno para que éste vire hasta llevar el carro a la distancia necesaria para la longitud de sondaleza adecuada al fondo. En el momento oportuno de sondaje, el sondador dá un tirón a la sondaleza, bastando esta operación para que, al inclinarse el gancho de suspensión, se desprenda el plomo y caiga al agua. Inmediatamente el del torno vira en sentido contrario para devolver el carrito al sondador; desde entonces se repite la operación en cada sondaje.

Con el citado dispositivo se requieren tres hombres para sondar, sin recargar excesivamente al personal: un sondador, otro que recoge la sonda, y el tercero encargado del torno.

Para aliviar el trabajo de recoger la sonda se ha empleado un dispositivo de contrapeso, con resultado bastante satisfactorio. Tam-

bién se ha proyectado un pequeño molinete eléctrico para virar la sonda, cuando se usan escandallos muy pesados.

Método de sondajes y su situación

Todos los sondajes hechos con el buque están situados por las marcaciones hechas a éste desde tres estaciones de teodolito.

Tanto el buque como cada una de estas estaciones estaban provistas de un equipo radiotelefónico.

Como las profundidades mayores en esta zona no pasarían de 35 metros, se utilizó escandallo y sondaleza de mano, haciendo metódicamente una comparación antes y otra después de cada operación de la mañana y de la tarde, pudiendo corregir así cada sondaje del error accidental de la sondaleza.

Esta corrección está dada por la diferencia absoluta hallada para la sondaleza en la primera comparación, más la correspondiente variación experimentada en el intervalo de tiempo transcurrido entre la primera comparación y el momento del sondaje que se trata de corregir. Como para las magnitudes cortas de la sondaleza la variación del error es pequeña, puede hacerse un pequeño cuadro con los valores correspondientes a esta variación, por cada 5 metros de sondaleza y por cada cuarto de hora de tiempo transcurrido desde la comparación. Esto facilitará enormemente la tarea de corregir los sondajes, siendo recomendable proceder de este modo cuando se quieren tener las profundidades con aproximación al doble décimetro.

El empleo de sondalezas con alma de alambre evita la variación sensible del error durante el curso del trabajo, pudiendo considerarse constante el error obtenido en la comparación, para aplicarlo siempre con el mismo valor a cada uno de los sondajes.

En el proyecto de relevamiento se previno la hora de comenzar las operaciones, cada mañana, así como también las respectivas a la interrupción del trabajo para el almuerzo y a la terminación de la jornada. Este horario fué dispuesto con carácter regular y ordinario; pero si por cualquier motivo hubo necesidad de alterarlo, ello fué comunicado previamente a los operadores por medio de la estación R. T. del buque.

Al dirigirse el buque a la zona de sondajes, se ponía en comu-

nicación con los operadores para asegurarse de que todos estuvieran listos para el trabajo, impartiendo al mismo tiempo las instrucciones que fueren del caso. Las estaciones de sonda referidas, para comunicar que estaban listas, además de hacerlo por medio de sus respectivas estaciones R. T., izaban en el mástil una señal de larga distancia, ya convenida, manteniéndola izada mientras duraba el trabajo y no tenían interrupción. Aunque estas señales no eran siempre visibles a las distancias que operaba el buque, podían sin embargo ser vistas desde a bordo al estar en los extremos de las líneas o en ciertas posiciones que favorecían la visibilidad, sirviendo, pues, como un control de emergencia para el caso de interrumpirse alguna estación de R. T.

Además, luciendo el sol, las estaciones de tierra podían transmitir señales con los heliotropos y también enviar simplemente un rayo de luz al buque para auxiliarlo en su situación, cuando desde a bordo no se podía determinar claramente el punto de estación, debido a la gran distancia. Este rayo de luz era enviado solamente cuando se solicitaba desde a bordo.

Antes de iniciarse el primer sondaje, se transmitía por radiotelegrafía el top horario correspondiente a la hora de a bordo, comparando así todos los cronómetros de las estaciones.

Puesto que se trataba de comparaciones de cronómetros, estos tops eran dados a una hora o media hora exactas, para controlar los segundos de variación, no habiendo por consiguiente hora fijada para la transmisión del top, pudiéndose así comparar los cronómetros en cualquier momento y a solicitud de cualquiera de los operadores.

Previendo una posible interrupción de la estación del buque se estableció también una señal horaria y otra de sondaje, hechas por medio del proyector eléctrico. Como los operadores de tierra han de seguir atentamente el movimiento del buque por medio de los anteojos de sus teodolitos, advertirían de inmediato las señales hechas con el proyector, pudiendo ser vistas a muchas millas de distancia. Estas señales fueron ensayadas con buen resultado, pero no pueden parangonarse a las señales radiotelefónicas, las que consideramos insustituibles.

Iniciada la tarea de sondajes, el Oficial encargado directamente de esta operación daba las órdenes necesarias para que, en el ins-

tante oportuno, el sondador hiciera disparar el escandallo del carrito transportador que hemos citado anteriormente. La práctica de este Oficial era tal que, en el momento de tocar fondo el escandallo y estar vertical la sondaleza, el cronómetro acompañante marcaba el número de minutos exactos que se había establecido como intervalo entre cada dos sondajes situados. Podía obtener esta exactitud debido a que la marcha del buque era constante (buque a motor), y el escandallo disparado con regularidad, desde una distancia y altura uniforme con relación a la posición del sondador.

Cada cuatro minutos se transmitía desde a bordo el top de un sondaje, para que fuese situado por los operadores de las estaciones de sonda; y cada dos minutos se efectuaba a bordo un sondaje que se situaba en el plano por interpolación. De este modo, los operadores podían seguir con regularidad los movimientos del buque, recibiendo bien sus señales radiotelefónicas y no habiendo lugar a que fueran tomados desprevenidos al transmitirse un top. Naturalmente que este procedimiento era empleado para los sondajes regulares de las grandes zonas relevadas por el buque hidrográfico; pero tan pronto como la sonda acusaba cualquier variación brusca del fondo, se fondeaba en ese lugar un boyarín que se llevaba preparado al efecto, marcándose así el sitio donde se haría un reconocimiento minucioso para dejar bien determinada la verdadera configuración del fondo.

Donde era menester, las exploraciones de los bajofondos se hacían con lancha a motor, empleándose también estas embarcaciones para relevar los sondajes de las zonas inmediatas a la costa. Estas zonas estaban determinadas aproximadamente por líneas equidistantes una milla de la costa, o por las isobáticas de diez metros, según conviniera a la configuración del fondo.

Así pues, efectuado el sondaje, justamente en el momento en que el escandallo tocaba fondo, el operador de la estación radiotelefónica transmitía la voz de «fondo», siendo recibida por los tres operadores de las estaciones de tierra, quienes, como habían seguido al buque con sus respectivos anteojos de colimación, en el preciso instante del top fijaban el movimiento azimutal, haciendo de inmediato la lectura correspondiente a la posición de tal sondaje.

Enseguida de transmitida la voz de fondo, el operador del bu-

que daba el número del sondaje y la hora que le correspondía, además de cualquier otra indicación particular que conviniera.

Después de recibidas estas señales, los operadores de las estaciones de tierra transmitían a su vez el ángulo leído en sus teodolitos, siendo recibidos a bordo para situar el punto en el plano de ruta en el cual estaban trazadas las líneas de sondajes proyectadas. Se comprende fácilmente que el Oficial de Derrota podía controlar a la perfección la marcha del buque, teniendo así cada cuatro minutos la posición del barco, enmendando enseguida cualquier tendencia a desviarlo de la línea que debía seguir. Este procedimiento de situación es tan perfecto como pueda ser la determinación de los azimutes o direcciones tomadas por los operadores de tierra con sus teodolitos. Era tal la práctica adquirida por todo este personal que a los dos minutos de emitida a bordo la voz de fondo, se habían recibido las tres marcaciones tomadas en tierra y determinado su posición en la carta de ruta.

Los teodolitos estaban estacionados en sus respectivos puntos, orientados siempre en la misma forma, esto es, con los ceros de sus círculos azimutales dirigidos a puntos fijos determinados en las «instrucciones» que se daban por escrito a cada operador. El plano carta de ruta, así como el de situación de sondajes, tenían sendos círculos trazados con centros en los puntos correspondientes a cada estación de sonda. Estos círculos tenían el radio máximo que permitía el papel, para poder trazarles claramente la graduación, de diez en diez minutos, pudiéndose aún apreciar una fracción de esta magnitud. Cada círculo fué dibujado con tinta de distinto color, para evitar confusiones en los lugares de cruce y facilitar la operación de situar un punto, lo cual se hacía por medio de hilos fijados al centro de cada círculo, a modo de radio libre para indicar las lecturas de su graduación.

En esta forma podían disponerse los hilos en la misma lectura hecha en los correspondientes teodolitos, puesto que los círculos tenían sus ceros dirigidos hacia los mismos puntos en que lo estaban los goniómetros en tierra. De este modo era factible situar con tanta rapidez un sondaje hecho dos minutos antes y aún dejar tiempo para iniciar las transmisiones previas al sondaje siguiente:

Terminada esta operación, el operador de la R. T. de a bordo, cuando faltaba un minuto para el sondaje siguiente transmitía:

« Atención !, se vá a efectuar el sondaje número tal, correspondiente a la hora cual ». Esto lo repetía varias veces, hasta unos ocho o diez segundos antes de dar fondo al escandallo, en cuyo instante reiniciaba el ciclo de señales en la forma ya anotada.

Este conjunto de operaciones, señales transmitidas radiotelefónicamente, sistemas de control, etc., han permitido realizar el trabajo con un gran exponente de seguridad y sin exageradas fatigas para el personal, siendo por el contrario una tarea agradable desde que se puede llevar a cabo en tales condiciones.

Colocación de los sondajes en la carta

Para colocar los sondajes en el plano, se trazaron en éste tantos círculos graduados como estaciones de sonda fueron empleadas, orientando estos círculos en la misma forma que lo estaban los teodolitos en sus respectivas estaciones, cuyos ceros fueron siempre dirigidos hacia un mismo punto. Estos círculos fueron trazados en tintas de diversos colores, en forma igual a los dibujados en el plano de ruta citado anteriormente.

Los sondajes situados por este medio son los obtenidos a larga distancia, — generalmente a más de una milla de la costa.

Las estaciones utilizadas para la situación de estos sondajes fueron las siguientes, combinándolas en número de tres, según las zonas de trabajo: Sonda Ballena, Punta de Este, Lobos, La Barra, Punta Piedras y José Ignacio.

La zona inmediata a la costa fué relevada desde estaciones de la poligonal principal de costa, y los sondajes pasados a la carta por medio de los gráficos o abacos de sondajes.

Las líneas fueron distribuídas en dirección normal a la línea general de la costa; y en las puntas e islas se efectuaron radiaciones, las que permiten una mejor distribución de los sondajes, aumentando la densidad al aproximarse a tierra.

Sobre los bancos se efectuaron líneas cruzadas y radiaciones, según los casos.

En el extremo Sudeste de la zona que abarca la carta se dispusieron las líneas de sondajes en sentido de los paralelos, permitiendo esta orientación mayor regularidad en las líneas.

Reducción de sondajes y plano de referencia

Cada sondaje ha sido corregido por el error de sondaleza en la forma que se explicó en el título que trata sobre « Método de sondajes y su situación ». Además se le ha hecho la corrección por la altura de la marea, para reducirlo al plano de referencia adoptado en esta zona.

Los sondajes comprendidos al Oeste del meridiano que pasa por La Barra, fueron corregidos por el mareógrafo instalado en Punta del Este; y los situados al Este del citado meridiano se corrigieron por indicaciones de la regla de mareas instalada en José Ignacio.

Las lecturas de esta regla de mareas fueron referidas al plano de reducción de Punta del Este, efectuándose para ello una nivelación geométrica desde el punto de referencia de esta última localidad, hasta la referencia de José Ignacio.

El plano de reducción de los sondajes está situado a 25 centímetros por debajo del cero del mareógrafo de Punta del Este; el nivel medio del mar está a 1,12 mts. por encima del plano de reducción, o sea a 0,87 sobre el cero del mareógrafo.

Análisis de los resultados

En general, en toda la zona sondada se ha encontrado más agua que la indicada por las cartas inglesas de esta región.

Esto es debido a que, seguramente, la Hidrografía Inglesa haya adoptado un plano de referencia para los sondajes muy inferior al nuestro, con el propósito de tener un margen de seguridad muy amplio, excesivamente amplio pero necesario cuando los datos de la carta proceden de orígenes diferentes.

La carta inglesa del Río de la Plata ha sido trazada con datos y elementos recopilados de trabajos parciales realizados por buques de la Armada de aquel país, y los obtenidos por los relevamientos efectuados por varios institutos extranjeros; naturalmente que esta diversidad de orígenes de tales estudios debe aceptarse con ciertas reservas y los elementos así obtenidos se adoptarán con la condición de asignarles un amplio margen de seguridad.

El plano de reducción o referencia adoptada por nuestro Servicio responde al concepto y a la letra que a este respecto ha determinado el Bureau International d'Hydrographie, de Mónaco.

Aquel Instituto internacional, que aconseja normas de carácter general, establece que el plano de referencia para los sondajes sea tan bajo que raramente descendan las aguas por debajo de él. Nuestro plano de reducción se encuentra en una posición tal que el nivel de las aguas está por encima en una proporción del 99 % del tiempo. Solamente en casos rarísimos de bajantes extraordinarias podría descender el mar por debajo del plano adoptado.

En cuanto al relieve submarino, algunos de los bancos y bajos fondos que dá la carta inglesa no han sido encontrados a pesar del prolijo reconocimiento efectuado en cada uno de los lugares respectivos. Este reconocimiento se efectuó en diferentes oportunidades, pero en ninguna se encontró irregularidad del fondo que hiciera presumir la existencia de tales obstáculos.

Los bancos y bajos que subsisten en la carta número 4 que tratamos, son los siguientes:

Bajo del Monarca; situado a media milla al Noroeste de la isla Gorriti (Punta Britos). En su parte central se sonda 7 metros, fondo de piedra. Entre éste bajo y la isla existe un canal con 11 metros de profundidad.

Este bajo está balizado en su extremo Norte con una boya de luz blanca a destellos. Esta boya es un excelente punto de referencia para marcar la ruta de entrada al puerto de Punta del Este, cuando se recalca del Oeste por la Boca Grande.

Tanto esta boya como la de luz roja de Los Banquitos se deben dejar a estribor, entrando, hasta rebasar un poco esta última; virando a esta altura se pone rumbo a buscar la enfilación de la punta del rompeolas con el faro de Punta del Este. (En el momento de entrar en prensa estos Anales se ha librado al servicio público una baliza fija en el extremo del rompeolas citado, luciendo luz roja a destellos).

Seguendo la enfilación indicada, se llegará al fondeadero aconsejado por su tenedero e indicado en la carta, pasando por la parte de mayor profundidad.

Los Banquitos: Situado en medio del canal entre la isla de Gorriti y la costa de Maldonado.

En el veril Nordeste de este banco se encuentra la boya de luz roja a destellos que lo baliza y marca el canal citado en el título anterior.

El macizo del banco es de piedra, estando en su mayor parte recubierta de arena.

Entre la isla Gorriti y el banco, y entre éste y la costa firme existen dos canales navegables: el primero con profundidades de 6 a 7 metros, y el segundo con un fondo de 8 metros, siendo este último el más frecuentado por los buques de regular calado, a causa del balizamiento.

Bajo Mostyn; se encuentra a unos 300 metros al Este del extremo Sur de isla Gorriti. El fondo es de piedra, con una profundidad de 4 metros. Entre el bajo y la isla existe un pequeño canal de unos 100 metros de ancho, con profundidades de 6 a 7 metros.

Bajo del Este; a unos 300 metros del extremo SW. de Punta del Este. Es de piedra, de forma casi circular y de unos 500 metros de extensión de Norte a Sur. En su centro existe un escollo que vela en mareas bajas, constituido por los restos de un naufragio.

Entre este bajo y la costa hay un paso con 10 metros de profundidad orientado de Norte a Sur.

Bajo Nuevo; constituido por dos altofondos de piedra, con 7,60 de profundidad en su parte de menor braceaje. Su parte media está situada al WSW. del faro del Este, y a 2400 metros.

Este bajo está comprendido en el sector iluminado de la faroleta de isla Gorriti.

Tanto por el Norte como por el Este del Bajo Nuevo existe paso para entrar al puerto por la boca Chica, sondándose de 10 a 20 metros de profundidad.

Banco Sylva; se encuentra situado a 2,1 millas al SW. del faro del Este. Su lecho es de piedra, sondándose sobre él 13,5 metros.

Entre éste banco y el anterior hay un paso con 22 metros de profundidad.

Estos bancos constituyen buenos pesqueros, especialmente de meros.

Banco Ready; situados a 5 millas al SW. del faro del Este. Está formado por dos porciones, habiéndose encontrado en la del Sur una profundidad mínima de 12 metros, fondo de piedra.

La extensión mayor es de una milla, de Norte a Sur, encontrándose las menores profundidades en los veriles del Sur.

Bajos de Lobos; se encuentra al Este de la isla de Lobos, a unos 8 cables del extremo SE. de esta isla. Tiene una extensión de 300 metros de Este a Oeste, por 400 de Norte a Sur, culminando en un islote de piedra de casi 200 metros de extensión. Pocos metros al nordeste de este islote emerge una roca de grandes dimensiones y otras más pequeñas que apenas afloran.

Este extenso arrecife es un serio peligro, aún para las embarcaciones de poco calado, a causa de la gran cantidad de escollos que se encuentran casi a flor de agua, y de las rompientes que rara vez permiten aproximarse al islote.

Este arrecife está balizado por un sector de luz roja fija, cuyo cono está dirigido al Este. La farola que emite este sector luminoso está ubicada en la misma torre del faro, pero algunos metros más abajo de la luz principal.

El borde Sur del sector pasa justamente sobre el islote; y como el alcance luminoso es de dos millas en estado medio de transparencia atmosférica, a ésta distancia y aún a un poco menos, dicha luz previene de los peligros que se encuentran en los alrededores de la isla, para los buques que recalán del Este.

Entre estos arrecifes y la isla hay un canal con 10 metros de profundidad, el que pasa próximo a los restos de un naufragio, marcando éstos el veril occidental del Bajo de Lobos.

Restingas de Lobos; la isla de Lobos está rodeada de restingas de piedra, las que se extienden en mayor proporción hacia el Norte, sondándose 9 metros a 1000 metros del faro.

A unos 550 metros y hacia el NNW. del mismo faro se ve un escollo que vela siempre, el cual está constituido por los restos del vapor español «Ciudad de Santander». El aspecto de este escollo, visto desde algunos cables de distancia, aparenta ser un cuerpo flotante o boya ciega de forma cilíndrica, siendo realmente los cilindros de las máquinas del citado buque que han quedado ligeramente inclinados. A pocos metros de distancia de estos escollos se sondan de 4 a 5 metros de profundidad, con fondo rocoso.

La acción de los arrastres de arena de las corrientes han ligado el pequeño banco formado alrededor de estos restos con el extremo Norte de la isla, disminuyendo el fondo rápidamente al acercarse a esta última.

La única parte abordable de la isla está situada hacia el Norte, siendo una pequeña caletita entre los escollos, con un metro de profundidad. Las embarcaciones menores pueden entrar en esta caleta para varar en la pequeña playa de arena, frente a los galpones del establecimiento lobero.

Frente a la punta Nordeste de la isla, a unos 150 metros de distancia, se encuentran sumergidos los restos del buque inglés «Yorkmoor», sondándose menos de 5 metros en sus inmediaciones. Este lugar es frecuentado por los pescadores.

Un poco más al Norte de estos escollos y hacia el Oeste de los cilindros del «Santander», a unos 300 metros de distancia de éstos, se encuentra el fondeadero que se indica en la carta.

El bajo de posición dudosa (P. D.) que aparece en la carta inglesa, al W. de la isla, no se ha encontrado en el lugar que en aquélla se indica. Este bajo debe ser el extremo de las restingas que se extienden hasta una distancia de 750 metros de la isla, sondándose aquí 9 metros, disminuyendo el agua a 6 metros a poca distancia hacia la costa.

Bajo del Sargo; denominado así el que se encuentra hacia el SE. de la isla, a una distancia de 350 metros de la punta, dejando entre ambos un canalizo de 50 a 100 metros de ancho, con 3 a 4 metros de profundidad.

Este bajo es de piedras, constituyendo un buen pesquero de la especie que le ha dado nombre.

Proximidades de la isla de Lobos; la isobática de 20 metros contournea la isla a distancias que varían desde 3 cables, por el Sur y SE., hasta 1,4 millas al NE.

El margen de seguridad conveniente para la navegación de ultramar es de una milla alrededor de la isla, exceptuando la porción del bajo indicado por el sector rojo, para el cual debe tomarse un margen de seguridad mayor.

A 1,5 o 2 millas al Norte de Lobos se encuentra la parte más frecuentada del canal del mismo nombre, sondándose en esta parte de 25 a 26 metros de profundidad.

Bajo Didy; es el que se encuentra a unos 750 metros (4 cables) al SE. del faro de José Ignacio. La parte culminante de este bajo es una aguja de piedra sobre la cual se sondan solamente 0,40 metros. Hacia tierra se encuentra un poco más de agua, hasta 5 metros en

algunos puntos; pero toda esta zona que rodea la punta está formada por rocas y restingas que imposibilitan aproximarse a ella. Solamente se puede alcanzar esta parte de la punta José Ignacio con embarcaciones menores y en circunstancias que no hayan rompientes.

Punta José Ignacio; está constituida por una elevación rocosa que avanza hacia el mar unos mil metros, siendo su parte más prominente el extremo oriental, donde se encuentra el faro. La punta termina en otras tres más pequeñas, dirigidas respectivamente hacia el Este, Sur y Oeste. La del Este se prolonga en una extensa restinga de piedras que vela en gran parte durante las bajantes, produciendo fuertes rompientes. Esta restinga tiene una extensión de cerca de 900 metros, dejando entre ella y la playa de arena que queda al Norte, una caleta en la cual se sondan hasta 5 metros en algunos parajes.

La pequeña punta del Sur despide también una restinga, viéndose de ella algunas piedras que velan, pero no muy lejos de la costa.

La punta del Oeste forma con la costa Norte una ensenadita en cuyo saco se sondan de 2 a 3 metros de profundidad. En esta ensenada existe una playa de arena gruesa en la cual se puede desembarcar abordando con embarcaciones menores.

Esta ensenada está dividida por grandes piedras en forma de losas, siendo de mayor profundidad la parte que queda al Noroeste. Con pequeños barcos se puede aproximar mucho a la costa, pero como la ruta a seguir no es recta, no es recomendable hacerlo sino después de conocer bien estos lugares.

La escala de la carta número 4 no permite el trazado de los detalles que se acaban de mencionar.

Bajo Ladas; situado una milla al Sur del faro de José Ignacio. Es de piedra, con 9,8 metros de profundidad.

Entre este bajo y la costa existe un freo de 10 a 15 metros de fondo.

Los bajos y bancos citados son los únicos que ha encontrado la Comisión Hidrográfica de este Servicio, habiéndose hecho exploraciones minuciosas para reconocer y ubicar los otros obstáculos,

bancos, etc., anotados en la carta inglesa de esta región, así como en varios derroteros extranjeros.

En la obra « El Plata y sus Afluentes » del Capitán de Navío don Francisco P. Miranda, al tratar sobre los bancos de esta región, dice: « Numerosos bajos han sido encontrados en las inmediaciones » de la isla de Lobos; pero posteriormente no ha sido posible dar » con algunos de ellos, que figuran en las cartas con la indicación » P. D (posición dudosa). La mayor parte de ellos tienen agua » suficiente para los grandes transatlánticos que vienen al Plata ».

Los bancos a que se refiere el párrafo citado son los siguientes y que ya no figuran en la carta número 4, de Punta José Ignacio a Punta Ballena, publicada por nuestro Servicio.

Bajo Doze; con 8 y 10 metros de profundidad, indicado a 2 millas al 158 grados de isla de Lobos.

Bajo Stork; con 11 metros, desde el cual se marca el centro de la isla de Lobos a los 57 grados, y el faro de Punta del Este a los 7gr ados.

Bajo Ruby; indicado a 5 millas de distancia de la citada isla y desde cuya posición se marca a ésta a los 97 grados. Se le daba una profundidad de 11 metros,

Es necesario repetir aquí que se ha insistido en explorar las proximidades de los puntos presuntamente ocupados por los tres bajos anteriores, efectuando investigaciones especiales fuera del trabajo general de relevamiento de esta región, obteniéndose siempre el mismo resultado negativo.

Situación de puntos conspicuos

En el período destinado a las operaciones de sondajes, — 1931-32, — se completó la situación de algunos puntos conspicuos cuya posición y facilidad de identificarlos podrían servir para ser marcados desde el mar en la solución del problema de la carta. Estos puntos son los indicados en la carta relevada por esta Comisión, la mayoría de los cuales van acompañados de sus respectivos nombres o leyenda que lo caracteriza.

Los siguientes puntos y edificios son visibles y fáciles de caracterizar, vistos del mar. Comenzando por el extremo Este, son:

Faro de Punta José Ignacio, en el extremo oriental de la punta del mismo nombre.

Grupo de casitas situadas en la punta anterior, al Oeste del faro.

Rancho en la margen Sur de la laguna José Ignacio (puesto del campo del señor Figoli). Pueden ser visibles cuando la altura de los médanos interpuestos entre la laguna y el mar no llega a ser considerable.

Casco del vapor belga «Devonier», encallado en la playa a 2 1/2 millas al Oeste de la barra de la laguna de José Ignacio.

Chalet del señor Fontana, edificado sobre las barrancas gredosas que corren próximas a la playa, a 1 1/2 millas al Oeste del casco del «Devonier». En los alrededores de esta casa hay un bosque de varias hectáreas de extensión. La habitación está pintada actualmente de color blanco, siendo muy visible por esta circunstancia.

Sixto Pérez. — Casa habitación está situada en el interior de la comarca, a una milla de la costa y a 2,2 millas al Oeste del chalet citado anteriormente. Puede reconocerse por estar situado al lado de un bosque de eucaliptas, el cual actualmente se destaca de los campos que lo rodean.

Punta Piedras. — Punta alta, rocosa, que dista 3 millas al Este de la barra del arroyo Maldonado. Sobre ella se ha dejado una mira de madera de forma prisnática, de sección cuadrada, de diez metros de altura sobre el terreno. Esta mira identifica el vértice de triangulación secundaria denominado «Punta Piedras», marcado en la carta por un pequeño círculo.

Una milla más al Oeste de la punta nombrada está la población de Manantiales, edificada sobre la punta del mismo nombre. Esta población está formada por un grupo poco extenso de pequeñas casas y ranchos, la mayoría de ellos pintados de blanco.

En Punta Maldonado, que es la margen oriental del arroyo de este nombre, existe otra población como la anterior. Un mástil de madera situado un poco al norte de esta población, está indicado en la carta por un pequeño círculo. Este mástil tiene unos 12 metros de altura, con una mira en forma de cruz en su extremo.

Siguiendo la costa hacia el Oeste, a dos millas y media de la barra del Maldonado se encuentra el casco encallado de la draga inglesa «Lauro Muller». Desde el mar se ven los restos de esta draga, distinguiéndose nítidamente una estructura negra proyectada sobre el fondo claro de los médanos.

En la carta número 4 está indicada por el signo convencional de casco a pique visible sobre el nivel del mar.

Unos 6 cables al Norte de la draga se encuentra el edificio del club de Golf, cuya torre blanca es visible desde el mar, pero solamente hacia el Este de ella. No es visible desde la zona situada al Oeste a causa del bosque que la oculta. Junto a esta torre, casi confundiéndose con ella, hay un molino de viento para bombar agua.

En la carta está indicada con el signo convencional y la leyenda «Torre».

Siguiendo hacia el Oeste se puede ver, pero no a mucha distancia, desde el mar, la estación del Ferrocarril del Estado y algo más al Norte el tanque de agua para abastecer las locomotoras. Este tanque no es muy visible por estar pintado de negro.

Entre la edificación de Punta del Este, en el sitio más alto se destaca una gran torre de forma circular, cuya parte ensanchada superior es un tanque de agua para abastecer a la población.

Esta torre-tanque es visible desde varias millas de distancia, siendo un excelente punto de marcación. Esta torre dista unos mil metros al NE. del faro, siendo más alta que éste. En la carta está indicada por un círculo con la leyenda *Torre*.

Unos centenares de metros más al Norte se ve el edificio del Hotel Biarritz, cuya torrecilla situada en el ángulo SW. se ha indicado en la carta número 4 por medio de un círculo con la leyenda «Hotel Biarritz».

Este hotel es un edificio de tres plantas cuyo frente está orientado hacia el interior de la bahía. La planta baja presenta una galería cubierta sostenida por columnas. El techo es de tejas rojas de dos aguas. En cada uno de sus extremos NE. y SW. el cuerpo avanzado del edificio es también un poco más alto, formando las torrecillas de las cuales la más alta se ha situado.

El faro de Punta del Este es de forma ligeramente troncocónica y está pintado de blanco; la linterna es de color rojo.

En el extremo de la escollera existe una baliza con torre-esqueleto de hierro.

Siguiendo la costa por el interior de la bahía de Maldonado, se encuentra a la distancia de 1,25 millas del faro, cerca de la playa para quien observa desde el mar, una construcción cilíndrica, de material, pintada de blanco, la cual tiene el aspecto de un tanque de agua elevado sobre el suelo. Esta construcción es la casa de bombas

para las aguas corrientes, estando indicada en la carta con la leyenda *Tanque, Pastora* y representada por el signo convencional de torre.

A continuación, siguiendo la costa hacia el Noroeste, se ven varios grupos de casas que pueden identificarse y están representados en la carta.

En la costa, frente a la ciudad de Maldonado, próximo al muelle, puede reconocerse un antiguo edificio alto, de varias plantas, con techo de dos aguas, teniendo el aspecto de una fábrica. Es el antiguo molino harinero de Cavalho, actualmente inactivo. Este edificio está representado en la carta por un pequeño cuadrado colocado al comienzo del muelle de más al SE. No tiene ninguna leyenda. De este muelle quedan solamente algunos restos que van desapareciendo por la acción de los temporales.

El otro muelle situado un poco al NW. está también en ruinas pero aún sus restos son más visibles que los del anterior.

En las proximidades de estos puntos se ha formado un pequeño, núcleo de población denominado *Las Delicias*, cuyas casas más visibles desde el mar se han indicado en la carta, sin leyenda. En este paraje la carretera que une a Punta del Este con Maldonado hace un codo recto para internarse en medio de un bosque en dirección, a esta última ciudad.

Punta del Chileno.—Puede reconocerse por su coloración rojiza, visible a bastante distancia. Está entre *Las Delicias* y *Punta Ballena*.

Punta Ballena.—En su extremo Sur se ha construido una torresqueleto de madera, de forma piramidal, asentada sobre caseta de piedras de dos metros de lado por dos de alto. Esta señal fué construida para estación de sonda y constituye un buen punto para situación del buque en la zona Este de la bahía.

En la carta número 4 está marcada por un pequeño círculo con la leyenda «Baliza».

En esta carta, sobre la misma punta Ballena, a media milla al Norte de la señal anterior, se ha trazado la ubicación del pilar que materializa el vértice de triangulación principal que lleva el nombre de la citada punta; como este pilar no tiene mira, no es visible desde el mar.

Isla Gorriti.—En esta isla existen dos puntos fáciles de identificar: uno al Nordeste, constituido por una señal de madera de for-

ma piramidal, semejante a la de punta Ballena, visible por el Sur y Este de la isla, aunque paulatinamente va quedando oculta por la arboleda. Dentro de muy poco tiempo quedará tapada por la vegetación si no se procede a elevarla. Está indicada en la carta por un triangulito y la leyenda «Baliza».

El segundo punto mencionado es la faroleta de luz verde, situada en la punta Sudeste de la isla. Esta faroleta es de poca altura (unos cuatro metros) y de sección circular.

También podrían ser útiles las marcaciones a la casa-habitación del encargado de la isla, la que está pintada de blanco. En la carta se ve situada en la parte media de la costa Este, estando indicada por el pequeño signo convencional (negro).

Isla de Lobos.—En esta isla y sus proximidades existen los siguientes puntos que pueden ser utilizados como marcación:

Faro; torre de la antena del radiofaro; construcciones y casas, (estos dos últimos puntos solamente en la carta número 6); restos del casco del «Santander», a unos 400 metros al Norte de la isla; islote del Bajo de Lobos, a media milla al Este de la isla.

Trabajos Complementarios

El aviso R. O. U. «Corsario» fué incorporado a la Comisión de la carta de Maldonado para realizar los estudios de corrientes, meteorológicos y otros trabajos complementarios para la terminación de dicha carta.

Cuando se hubo acabado de sondar toda la zona que comprende la carta número 4 y después de determinados los bajos y bancos de esa región, el Aviso «Corsario» se encargó de explorar nuevamente aquellos obstáculos, bajos, etc., que se suponían existentes por estar anotados en varias cartas extranjeras, en derroteros y textos de geografía, que no fueron hallados en el curso del relevamiento ordinario, a pesar del minucioso trabajo hecho a tal efecto.

El resultado de la exploración del «Corsario» confirmó la *no existencia* de los bajos Doze, Stork y Ruby, que ya hemos referido en párrafos anteriores.

La plana mayor de este buque estaba compuesta como sigue:
Comandante: el Capitán de Corbeta, Fernando J. Fuentes,

Oficial: el Alférez de Navío, Miguel A. Alvarez.

Jefe de Máquina: Alférez de Navío Ingeniero, Pablo J. More.

Rotación de Oficiales

En la primera quincena del mes de Diciembre de 1931, la Superioridad dispuso la rotación de algunos Oficiales, quedando constituidas las dotaciones como sigue:

Jefe de la Comisión Hidrográfica, el Capitán de Corbeta, Julio F. Lamarthee.

Comandante del buque hidrográfico: el Capitán de Corbeta, Alfredo Aguiar Carrasco.

Primer Oficial, el Teniente de Navío Regino Rodriguez Luis.

Oficial de Derrota, el Alférez de Navío Sergio Esteves.

Oficiales: Alférez de Navío, Alfonso Delgado.

Guardiamarina, Agustín Cabrera.

Ingenieros Maquinistas:

Jefe de Máquinas, Alferez de Navío Francisco A. Risso.

Oficiales: id id Héctor Daglio.

Guardiamarina, Homero Martínez.

id Héctor Miralles.

Sub-Comisiones de Campaña

En la fecha mencionada estaban constituidas por los siguientes oficiales:

Teniente de Navío, Rodolfo Salvatella.

Alférez de Navío, Julio Cigliutti.

» » Mario Giambruno

» » Raúl Leal.

» » Oscar Arenas.

» » Primitivo Cabrera.

» » Romeo Arenas.

Guardiamarina, José M. Alvarez.

Posteriormente fueron incorporados a la Comisión los siguientes Oficiales, con el fin de relevar a los que debían ausentarse temporariamente:

Teniente de Navío, Mario Collazo.

» » Juan Carlos Correa.

» » Adolfo Parietti.
Alférez de Navío, Román Raffo.
Guardiamarina Juan C. López de Haro.
« » José P. Natero.

Declinación magnética

Las observaciones y cálculos para determinar los elementos magnéticos terrestres fueron efectuados a mediados del año 1932, por el Capitán de Corbeta Eduardo López Figuerido y Teniente de Navío Adolfo Parietti. Estas observaciones se hicieron en una estación situada al Nordeste de Punta del Este, con un teodolito magnético de viaje construido por la fábrica « Askania » (Bamberg) de una aproximación de 0.4' en la determinación de la declinación.

De los resultados obtenidos se determinaron los siguientes valores para las dos rosas dibujadas en la carta número 4 :

Para la porción Oeste: Declinación, 0° - 11' W. (Enero 1933). Crece aproximadamente 9 minutos por año.

Para la porción del Este: Declinación magnética, 0° - 28' W. (Enero de 1933). Crece aproximadamente 9 minutos por año.

Coordenadas geográficas

Las coordenadas geográficas adoptadas para el punto de origen (torre-faro de Punta del Este) son los mismos que fueron calculadas para la carta número 3, de la Bahía de Maldonado; estas coordenadas fueron transportadas a los demás vértices de la triangulación.

Trazado de la carta y reproducción

Abarcando esta carta la región comprendida entre los paralelos 34°-50' y 35°-05'-7 S. y los meridianos 54°-37'-5 y 55°-03'-5, W. Gr., se ha adoptado la proyección de Mercator.

Debiendo publicarse a la escala de 1/50.000, se dibujó el patrón original a escala de 1/25.000, con el fin de proporcionar a los delineantes mayor facilidad en el trazado.

Para la reproducción se empleó el procedimiento foto-litográfico, reduciéndose el original a un cuarto de su tamaño; en esta forma se obtuvo el clisé en zinc a la escala de 1/50.000. Las dimensiones entre sus márgenes son: 0,7763 mts. × 0,5853 mts.

PARTE III

METODOS DE OBSERVACION, DE MEDIDA
Y DE CALCULO

MEDICION DE LA BASE

ALAMBRE INVAR E INSTRUMENTOS AUXILIARES PARA LA MEDICION.—OPERACIONES EN EL TERRENO Y CALCULOS

Principio de la Medición

La determinación de la longitud de una base exige que se transporte sobre ella, en posiciones sucesivas, el *patrón de medida* que se haya adoptado, partiendo del primer repere de la base y uniéndolo a su término final.

Llamaremos *repere* al instrumento, ya sea fijo o móvil, destinado a materializar el punto matemático que sirve de referencia o índice en el arranque o extremo de base. Con esta misma palabra denominamos los índices o referencias utilizados para indicar los puntos de subdivisión de una base, así como todos aquellos puntos que, en cualquier mojón o pilar, deben ser tomados como materialización de la referencia matemática que cada uno de ellos representa. Por lo general, estos reperes están constituidos por una barrita de bronce con una cruz en la cabeza, o por una chapa que tiene trazada una línea, un punto o una cruz, según el destino del repere.

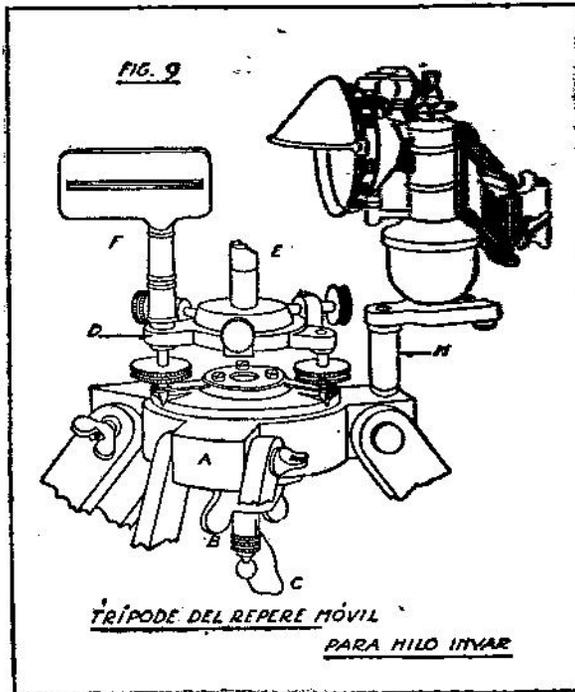
Al medir una base, el punto que, en una posición determinada del patrón de medida, se encuentra en su extremo anterior, se situará en su extremo posterior en la tirada o medición siguiente; este punto se marca, en estas dos operaciones sucesivas, por un repere móvil que se retira cuando por haber avanzado con el pa-

trón, se hace innecesario; entonces se le transporta adelante de la sección medida para utilizarlo nuevamente en la tirada siguiente.

La determinación de la distancia entre los reperes móviles, tomados dos a dos, constituye la operación elemental y fundamental de la medición de una base; pero esta medición va acompañada de un cierto número de determinaciones accesorias, para las cuales se requieren aparatos especiales que constituyen, con los hilos y los reperes móviles, el conjunto del material de medida que pasamos a describir.

Reperes móviles

A los reperes móviles se les ha dado una forma y disposición tales que pueden ser transportados rápidamente y colocados exactamente en la posición que debe ocupar cada uno en la alineación de la base. También están dispuestos de modo que puedan recibir los accesorios destinados a la medida de las pendientes, sin que haya necesidad de recurrir a instalaciones u otros aparatos ajenos



a este material. Por último, estos instrumentos permiten determinar un punto en el terreno situado en la vertical que pasa por el trazado del repere que constituye el punto del espacio en el cual se unen las dos tiradas sucesivas.

Un sólido trípode de madera (figura 9) lleva en su parte superior una meseta (A) también de madera, la cual está atravesada por un orificio circular vertical.

Un tubo cilíndrico (C) solidario a la parte inferior de una placa circular, tiene en su parte inferior una tuerca a mariposa (B) que fija la placa en la meseta de madera, pudiendo desplazarse aquélla lateralmente en varios centímetros. Esta placa de asiento (llamada *crapodina*), soporta una pieza de bronce (D) — el porta repere — por intermedio de tres tornillos nivelantes que se mantienen en sus puestos por láminas resortes. Dicha pieza porta repere tiene en su periferia, colocados a 120 grados entre sí, tres tornillos radiales que aprisionan y al mismo tiempo permiten un desplazamiento micrométrico de otra pieza superior (E) llamada *repere móvil*. Este repere está compuesto por un disco grueso de bronce, cuya cara circular es troncocónica, y en cuyo centro se levanta una columna del mismo metal, que le es solidaria. La forma troncocónica impide que se levante el repere cuando se ha asegurado por los tres tornillos radiales citados antes. Sobre este disco está emplazado un nivel de burbuja que se utiliza para la puesta en estación del aparato. La parte superior de la columna, horizontalmente, tiene soldada una pequeña placa de aleación blanca, dura e inoxidable, de forma semicircular, llevando grabado un trazo perpendicular a la arista diametral; este trazo sirve de índice para las lecturas de la regleta. El extremo de la columna presenta un corte a bisel tirado a 45° desde la arista diametral de la plaquita semicircular. Este bisel permite colocar la regleta del hilo Invar de tal modo que su superficie grabada por las divisiones milimétricas quede en prolongación de la cara superior del repere.

La columna del repere está agujereada en su eje y por este canal descendiendo el hilo de la plomada, permitiendo esta disposición marcar un punto del terreno situado en la vertical que pasa por la línea de fé del repere. Dicha plomada, cuando no se usa, se deja atornillada, de abajo hacia arriba, en el interior del tubo de la placa de asiento. El tubo presenta una ranura que corta todos los filetes de la

rosca, practicada con el fin de permitir el paso del hilo de la plomada, para que no se corte cuando ésta se atornilla en su alojamiento.

En días ventosos, si se quiere operar con la plomada, es necesario rodearla con un parabrisas formado por un ligero armazón de madera recubierto de lona. Esta cubierta puede tener una ventana de mica para la observación de la plomada. También se puede substituir el repere móvil por un anteojo pendular que determina la vertical del punto de estación, eliminándose así la plomada.

La pieza superior (*D*) que soporta el repere (porta repere) está provista, además, de un vástago cónico fijado a un costado de la placa, verticalmente, el cual sirve para soportar en las operaciones sucesivas ya sea una mira (*F*) o ya un anteojo de nivelación, destinados ambos a determinar la diferencia de nivel entre dos reperes consecutivos.

Si se tienen que medir grandes pendientes, se substituye la mira corta común por otra de extensión, la cual transporta la línea de visada a 4 o 5 % sobre la horizontal.

La placa de asiento con sus piezas adjuntas pueden quitarse fácilmente del trípode.

Para los transportes se puede reunir un cierto número de cabezas de reperes móviles en una misma caja, fijándolas por medio de la tuerca a mariposa a una tabla con agujeros a propósito. El equipo Invar « Carpentier » cuenta con una caja de nogal para el transporte de estas cabezas, pudiéndose acondicionar seis de ellas en forma segura.

Esta caja tiene dos tapas verticales opuestas, que pueden rebatirse horizontalmente, de tal manera que las cabezas queden fácilmente accesibles por los dos costados. Tanto al atornillar la plomada como la mariposa de unión, debe observarse que no quede mordido el hilo de aquella, haciéndolo pasar por la ranura que hemos citado antes. Para facilitar la operación de guardar en la caja estas cabezas, conviene dejar sueltas las plomadas y hacerlas pasar primero por el orificio de la caja y luego por dentro de la tuerca a mariposa, procediendo entonces a fijar la cabeza en su correspondiente alojamiento.

Dentro de esta misma caja están alojados: una corona con un *gabari* de 24 metros, destinado a medir aproximadamente las dis-

tancias para estacionar los tripodes-reperes; varias láminas-resortes y tornillos nivelantes de repuesto.

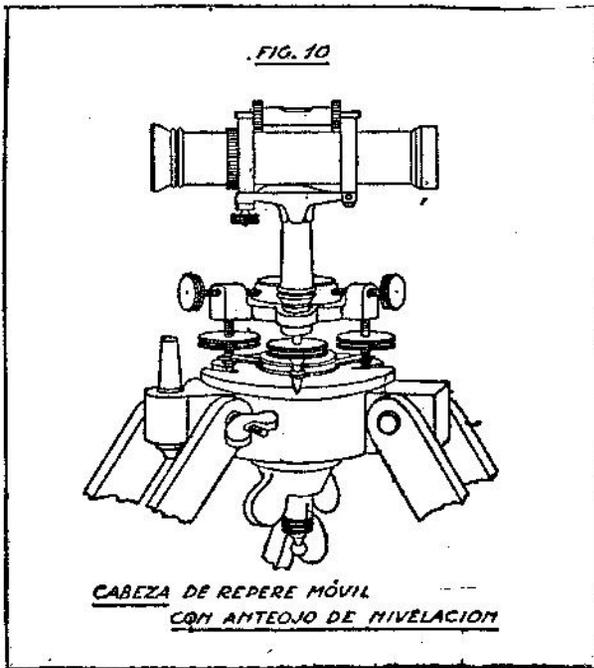
Las columnas de todos los reperes se cubren con un cubichete cilíndrico, de ajuste suave, destinado a proteger la plaquita de metal blanco que lleva grabado el trazo de referencia.

Anteojos de Nivelación

Este anteojo, figura 10, que se instala en el vástago cónico lateral del porta-repere, está provisto de un nivel sensible; lleva en el foco del objetivo correspondiente a la distancia de 24 metros, una escala fotométrica cuyos trazos sucesivos están a intervalos sensiblemente iguales a los que corresponden a 24 milímetros vistos desde la distancia de 24 metros, o sea, al milésimo absoluto de la pendiente.

La menor división de la escala corresponde a 24 milímetros de desnivel.

La simple lectura de la posición de la mira con relación a la



escala,—muy segura si el objetivo es aplanático — da así la diferencia de nivel de los dos repere sucesivos, o más bien la inclinación de la recta que los une.

La pequeña desviación entre el eje óptico que pasa por el cero de la escala y la línea de fé del nivel, así como los errores de la división, se determinan fácilmente: la primera, por las observaciones recíprocas entre dos trípodes-reperes conjugados; los otros, por medio de lecturas hechas sobre una escala dividida, instalada a 24 metros.

Anteojo de Alineación

Para determinar la alineación de los repere, se instala sobre la columna móvil del último repere instalado, un pequeño anteojo que sirve para visar a la vez una mira lejana, en la dirección del segundo término de la base, y la columna del repere móvil que se está colocando en estación. Las imágenes de estos dos objetos se superponen cuando el repere está definitivamente en su sitio.

Las miras se alinearán con ayuda de un teodolito durante las operaciones preliminares a la medición, o durante la determinación de los ángulos, si éstos se miden antes que la base.

Iluminación de los repere

Para las operaciones hechas en la oscuridad, es necesario iluminar artificialmente la cabeza del repere. Con este fin se instala en el vástago lateral de la plataforma de madera del trípode (*H*), (fig. 9) —el cual sirve también para reposo de la mira cuando no se usa,—una lámpara de acetileno. Esta lámpara puede ser del tipo empleada en las bicicletas, la cual se afirma en un soporte adecuado. El cono porta-mira debe quedar entonces opuesto a la linterna, y por consiguiente del lado del observador. El nivel, por lo contrario, quedará debajo de la linterna para que el repere no le proyecte sombra.

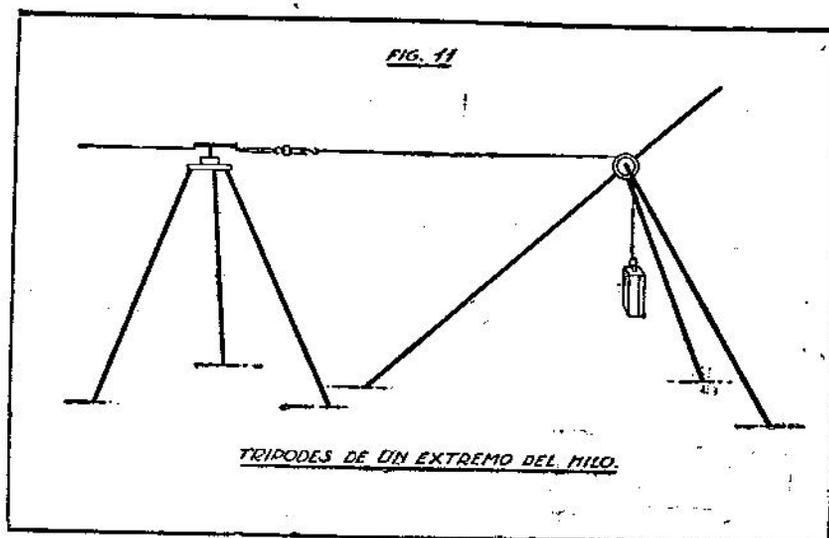
Para las operaciones de nivelación, se girará la mira sobre su cono de manera que quede a unos 45 grados del haz luminoso, y de este modo refleje la imagen al anteojo de nivelación que está en el otro trípode-repere.

El campo del anteojo de nivelación se ilumina por medio de un

difusor montado en el porta objetivo, y el cual se puede hacer girar a voluntad alrededor de su eje.

Tripodes Tensores.

La tensión de los hilos se obtiene, lo mismo que en la base mural, por medio de dos pesas de 10 kilogramos, colgadas por medio de cuerdas *no rígidas* que pasan por una polea situada en cada trípode, las cuales giran sobre munición. (Figura 11).



Cada polea está montada en una cajera de metal, y ésta, a su vez, en un alojamiento del pie más largo del trípode tensor.

Este trípode tiene lateralmente, a ambos lados de la prolongación del eje de la polea, un brazo de madera terminado en tornillo de bronce, aprisionando entre los dos, los pies cortos del trípode. Estos brazos, a modo de manillares, sirven para manipular el trípode al estacionarlo, debiendo para esto aflojarse ambos a fin de permitir el juego de las patas del trípode, apretándolos después para inmovilizarlas.

El pie largo, donde está encajada la polea, sirve de puntal longitudinal del trípode, y tiene hacia arriba una prolongación desmontable que se utiliza para la alineación de éstos, como si fuese un jalón.

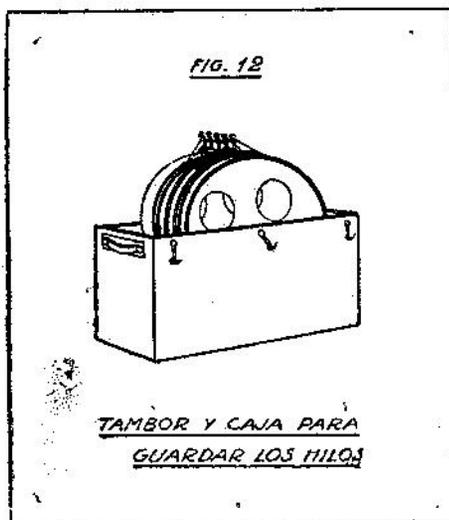
Cuando no se emplea el trípode, o cuando se transporta de una tirada a otra, debe suspenderse el peso enganchándolo en su soporte correspondiente que está ubicado en la parte interna del pié largo del trípode, pasándole luego el pasador de seguridad.

Para el uso (figura 11), el puntal debe ocupar una posición aproximadamente de 50° con la horizontal, de manera que esté en la dirección de la resultante de los esfuerzos del alambre y del peso.

En algunos casos particulares, según las condiciones del terreno que puedan impedir la instalación de este trípode, se usará solamente el puntal, desatornillando para esto los brazos laterales y retirando los dos piés cortos; luego se colocan nuevamente los dos brazos, los cuales servirán para maniobrar el puntal, enterrándolo y sosteniéndolo firmemente para inmovilizarlo. Tal procedimiento se usará solamente por excepción, cuando no haya posibilidad ninguna de usar el trípode completo.

La cuerda que sostiene los pesos debe ser muy flexible para disminuir en lo posible los frotamientos. Además debe tener un alma constituida por hilos rectos, sin torsión, la cual estará rodeada por una envuelta trenzada, evitándose así la formación de una cupla de torsión.

Para los trabajos nocturnos se puede montar una linterna en el puntal, arriba de la polea, para iluminar el trozo horizontal de la



cuenda y facilitar la operación de enganche a los operadores.

Tambor para arrollar los hilos

El tambor es enteramente de aluminio y está montado en una caja de madera dentro de la cual puede girar, apoyando su eje sobre dos cojinetes, (figura 12).

Uno de los extremos del eje presenta una rosca en la cual puede atornillarse, desde el costado de la caja, una manivela para girar el tambor.

Cuando se transporta la caja se coloca un pasador en el eje, impidiendo que gire el tambor.

Dentro de la caja hay alojamiento para la manivela y también para varios portamosquetones (argollas) con los cuales debe siempre manipularse el alambre.

En la superficie del tambor hay dos series de ganchos a los cuales se fijan los extremos de los hilos; la longitud de estos ganchos es tal que los hilos al arrollarse llogan tangencialmente al tambor.

No hay temor que la diferencia de dilatación entre el hilo y el tambor pueda producir tensiones peligrosas para el primero. Una diferencia de un grado de temperatura produce una variación entre las longitudes relativas del invar y del aluminio, que se traduce, para un hilo de 2,2 milímetros cuadrados de sección, en una tensión de 0,77 kilogramos. Esto suponiendo que el tambor sea tan rígido que todo el esfuerzo lo soporte solamente el hilo.

Una diferencia de unos 13 grados produciría un esfuerzo de 10 kilogramos, el cual se puede alcanzar y aún sobrepasar un poco sin temor a que los hilos experimenten un alargamiento permanente; pero una elevación de 25 o 30 grados, a partir de la temperatura de arrollamiento, comenzaría ciertamente a presentar algún peligro.

Se atenúa mucho esta causa posible de variación, intercalando un resorte entre el gancho y uno de los extremos del alambre, y arrollando éste de manera que no quede muy apretado en el tambor.

Reperes de la base

Los puntos marcados en el terreno pueden ser fijos o semi-fijos. Los primeros son los reperes afirmados en los pilares extremos de la base, cuya distancia entre ellos se mide por medio del hilo Invar, constituyendo inmediatamente el primer lado del primer

triángulo de toda la operación geodésica. Pero es ventajoso y a menudo necesario, marcar en el suelo algunos puntos cuya importancia es solamente transitoria y que desaparecen una vez que la medición de la base se ha terminado.

Es necesario, en particular, asegurarse por medio de los repere^s semi-fijos, toda vez que la medida quede interrumpida durante un lapso de tiempo más o menos largo, especialmente durante el reposo del personal, o durante la noche, cuando el total de la base no puede medirse en una sola jornada.

Además, es muy indicado colocar tales repere^s a ciertos intervalos de distancia, por ejemplo cada kilómetro, a fin de poder localizar un punto de partida bien determinado, sin tener que volver al primer término de la base, si por alguna circunstancia se supone, en determinado momento, que ha habido desplazamiento accidental de algún repere móvil,—cosa muy posible de suceder—o algún error de otra naturaleza.

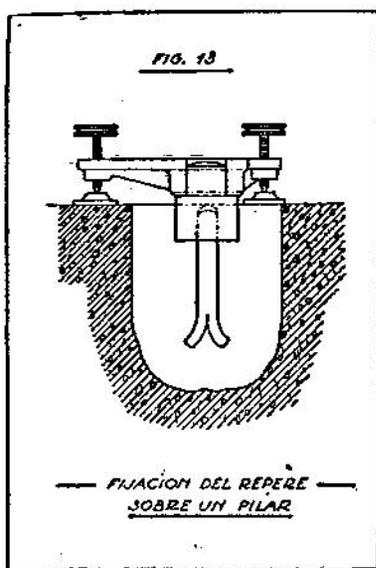
Los términos finales de la base se han instalado generalmente en el suelo; sin embargo es ventajoso fijarlos en un pilar de un metro de altura, más o menos, el cual servirá también para instalar el teodolito con el cual han de medirse los ángulos de la triangulación.

Los autores del método de medidas con los hilos Invar proponen el siguiente dispositivo para marcar los términos de la base.

El repere a utilizarse está constituido por un sólido vástago de bronce, el cual tiene en su cabeza una placa de aleación blanca con los dos trazos grabados como en los repere^s móviles comunes; este vástago va empotrado con cemento en la parte superior del pilar.

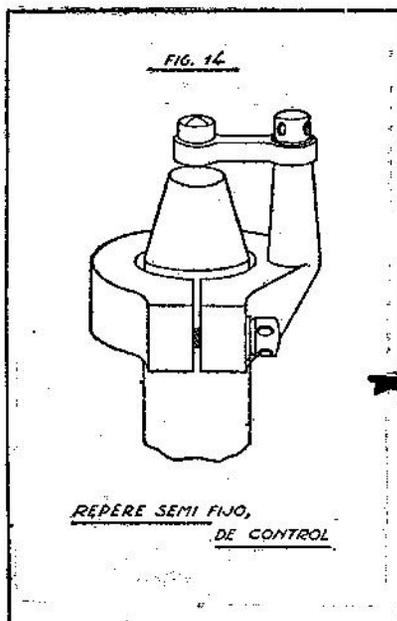
La colocación de este vástago puede facilitarse utilizando una especie de trípode o platina nivelante (figura 13), provista de tres tornillos al efecto, en el centro de la cual existe un orificio donde puede encajar el vástago-repere.

Por medio de los tornillos nivelantes se podrá llevarlo exactamente a su sitio y colocarlo vertical. Entonces, en el hueco que se ha dejado en el pilar, se hace colar el cemento, dejándolo que fragüe y retirando más tarde la platina nivelante, cuando el cemento se haya endurecido.



El Servicio Hidrográfico posee platinas de tipo especial que sirven para marcar los extremos de base. Estas platinas permiten sistemar en el centro del pilar uno de los reperes móviles comunes que se usan en las distintas tiradas, tal como si se tratara de un trípode. Después de medida la base, quitando el repere ordinario, se puede atornillar la platina del teodolito exactamente en el mismo centro que ocupó el repere, sobre el pilar. Estas platinas, ideadas por el jefe de la Sección correspondiente de este Servicio, fueron utilizadas en los extremos de la base « Montevideo », dando en la práctica buen resultado.

Los reperes semi-fijos de control están constituidos por estacas tubulares de hierro, munidas en su parte superior de un zuncho — figura 14 — compuesto de dos mitades que se unen por medio de tornillos. A una de las mitades del zuncho le es solidario un cono, en cuyo extremo va atornillado y puede girar el brazo horizontal, que tiene en su otra extremidad dos trazos cruzados.



El zuncho puede girar alrededor de la estaca, y el brazo, a su vez, puede girar describiendo una circunferencia entera. De este modo, la cruz de los trazos es susceptible de hacer desplazamientos de bastante amplitud, y de alcanzar, por los movimientos combinados de los dos órganos, todos los puntos contenidos en el interior del círculo cuyo radio es la distancia desde la cruz hasta el centro de la estaca, estando el brazo extendido.

No ha sido necesario darle a este repere desplazamientos micrométricos; es suficiente con que la cruz de trazos sea llevada aproximadamente a 2 o 3 milímetros de la línea perpendicular a la base, y a 2 o 3 centímetros de aproximación en el mismo sentido de la base.

Los desplazamientos micrométricos del repere móvil, efectuados *antes* de la determinación de su distancia al repere precedente realizan la superposición exacta.

El hilo de la plomada debe ajustarse cuanto sea posible sobre el repere de control, valiéndose para ello de los tornillos nivelantes del porta repere móvil, después de haber variado la longitud

del hilo por un deslizamiento del extremo que pasa por la cabeza de la plomada, hasta dejar ésta a unos dos milímetros de la superficie de la cruz de trazos.

Una vez obtenida la coincidencia, se recubre el repere semi-fijo con una envuelta metálica de protección, sobre la cual se puede hechar tierra para impedir que accidentalmente se mueva esta cubierta, golpeando contra el repere. También puede ser conveniente colocar el repere de control en el centro de un pequeño pozo, cubriéndose luego con la citada defensa metálica, o con tabloncillos, y hechando tierra encima de éstos para impedir que los animales puedan dañarlo. Se dejará una señal para marcar el sitio donde se encuentra este repere.

Accesorios diversos

Además de los elementos que hemos mencionado hasta aquí, el material de medición de bases se completa con lo siguiente:

1.º.—Un *gabari* de cable torneado, provisto de dos marcas de bronce soldadas una en cada extremo, las cuales tienen un trazo cada una que determinan la distancia, entre ellos, de 24 metros, y sirve para instalar los reperes móviles a la distancia requerida a fin de que las regletas de los hilos Invar caigan siempre con sus graduaciones ante las respectivas líneas de fé de los reperes,

Este *gabari* va acompañado de dos bastones con rega tón en punta por medio de los cuales los operadores se auxilian para mantener firme el *gabari*.

2.º. — Las cintas y alambres *terminales* (cortos), que permiten medir la *fracción*, es decir, la distancia inferior a la unidad de 24 metros, comprendida entre el último repere móvil y el segundo término de la base.

Se puede emplear con este objeto, ya sea una cinta Invar de 12 metros, o ya un hilo de 8 metros, sucediéndole a éste una cinta de 4 metros. La cinta tiene trazos que marcan todos los decímetros. El primero y último de estos decímetros está dividido en milímetros. Estos trazos milimétricos se extienden (en algunos milímetros) hacia cada lado del decímetro en cuestión.

3.º. — Una serie de miras o jalones que se colocan, con ayuda de un teodolito, en la alineación de la base, y que sirven inmediatamente para alinear los reperes móviles.

4.º. — Lupas para facilitar la lectura de las regletas. Termómetros para medir la temperatura accidental en cada tirada. Piezas de repuesto. Sistema de iluminación artificial.

5.º.—Herramientas y útiles diversos ; palas, picos, martillos, limas, barrenas, pinzas, tenazas, etc.

Trapos para limpieza y materia grasa adecuada para la limpieza y conservación de los hilos.

1

MANIPULACION DEL HILO INVAR

USO DE LOS APARATOS EN EL TERRENO

PLANILLAS Y CALCULOS

Antes de leer estas instrucciones es muy conveniente que se haya estudiado el título anterior, relativo a la descripción de los distintos aparatos y piezas que constituyen el material Invar para la medida de bases.

En el título presente se harán algunas indicaciones relativas al empleo de los aparatos sobre el terreno, tal como las aconseja el autor del método y han sido puestas en práctica por el personal de este Servicio Hidrográfico.

Recomendamos observar puntualmente estas indicaciones, las que han sido hechas considerando los casos y condiciones que más generalmente se presentan durante una medición. Ellas facilitarán enormemente las operaciones, evitando desperfectos en el material y conduciendo la marcha del trabajo en forma de obtener el mayor rendimiento compatible con las circunstancias.

Distribución del personal

Para determinar la *longitud horizontal* de la base se requieren dos géneros de operaciones: la medición de la distancia entre sus términos, y la nivelación.

Para proceder a la medición, se dividirá el personal en dos equipos: uno encargado de colocar en estación los reperes móviles; el otro destinado a medir las longitudes lineales.

El primer equipo se formará con el siguiente personal: un jefe, un ayudante y un auxiliar para el estacionamiento de los reperes, así como un cierto número de hombres encargados de transportar los reperes de atrás a su nueva estación de adelante.

El segundo equipo lo constituyen: un secretario, dos observadores y dos auxiliares; el propio jefe de este equipo puede desempeñar las funciones del secretario.

Una vez en el terreno, los dos equipos comienzan simultáneamente el trabajo.

El primer repere se colocará rápidamente y en posición aproximada sobre el pilar del primer término de la base, si la altura de éste es tal que permita estacionar el trípode en la vertical de su centro. A partir de la posición del primer repere se colocarán — también en posición aproximada, — los que siguen en las tiradas sucesivas. Si el pilar-término de la base es de altura normal (un metro con diez centímetros, aproximadamente) llevará un repere afirmado en el mismo pilar, contándose desde éste las distancias con el gabarí para estacionar los siguientes reperes.

El segundo equipo termina onseguida de rectificar la posición del primer repere, y luego desarrolla del tambor el hilo que ha de utilizar en la medida.

Antes de seguir adelante explicaremos la operación de arrollar y desarrollar los hilos en los tambores.

Arrollamiento y desarrollamiento de los hilos en el tambor

Es de suma importancia, para la conservación de los hilos, que esta operación se ejecute correctamente; de lo contrario se corre el riesgo, no solamente de causar alguna avería en el material, sino hasta de inutilizarlo.

El hilo se conserva, para su almacenamiento y transporte, arrollado bajo dos formas: en tambor giratorio sobre soporte, o en corona o polea libre.

Los dos tipos de arrollamiento emplea este Servicio; el primero para los hilos de alta precisión, destinados a las medidas de base de triangulación principal; el segundo para los hilos destinados a medir las líneas poligonales de precisión y bases secundarias o auxiliares.

Hilos arrollados en tambor

En este caso, la operación de desarrollar los hilos no presenta ninguna dificultad, y no exige sino un poco de atención.

El tipo de tambor que poseemos está sistemado en una caja de madera que le sirve de soporte y protección.

El tambor se instala primero paralelamente a la base, esto es, que su eje de giro quede perpendicular a la dirección de aquélla. Se observarán las graduaciones de las regletas para determinar el *sentido* en que se colocará la caja, a fin de que los hilos, al desarrollarse, queden ya paralelamente a la posición que ocuparán en los tripodes tensores. Como *todos los hilos deben estar arrollados en el tambor en el mismo sentido*, al desarrollarse después de orientada la caja, las regletas quedarán en tal forma que se presentarán a los observadores en posición normal para las lecturas.

Como los observadores se colocarán, durante la medición, a la derecha de la base, — considerando el sentido de la marcha del trabajo, — la regleta que tiene su *cero* del lado de su extremo libre es la que debe quedar hacia atrás (hacia el pilar de partida). El extremo del alambre cuya regleta tiene el *cero* del lado unido a éste, es el que debe marchar adelante (hacia el pilar de llegada).

El desarrollo del alambre se efectúa ~~en~~seguida por los mismos Observadores, ayudados por uno de los portadores de los piquetes o tripodes tensores.

Los Observadores se instalan a cada lado del tambor, mientras el segundo desengancha el extremo del hilo, evitando, con la máxima atención, que se produzca un esfuerzo de torsión. En el tambor de nuestro modelo Carpentier, la extremidad que se debe desenganchar es la que está unida al gancho a resorte. Al arrollar los hilos debe cuidarse que el extremo que queda hacia adelante [hacia el pilar de llegada] sea el que se una al gancho a resorte.

Continuando la operación, el Observador engancha enseguida un porta-mosquetón articulado al anillo de la regleta, por medio del cual se lo entrega al Auxiliar, debiendo cogerlo éste por dicho porta-mosquetón.

El Auxiliar, ejerciendo una ligera tracción sobre el hilo, marchará hacia atrás lentamente, estando siempre atento a las indicaciones de los Observadores. El hilo debe desarrollarse paralelamente a la dirección de la base.

El primer Observador acompaña con toda regularidad, por medio de la manivela, el desarrollo del hilo, impidiendo que el tambor se acelere y que el alambre se desplace lateralmente al aflojarse, cosas éstas que deben evitarse ejerciendo cierta resistencia con la manivela.

El segundo Observador, levantando el hilo, lo guía dejándolo deslizar en su mano de manera que impida absolutamente el contacto con los otros ganchos.

Para arrollarlo se opera de manera inversa. Uno de los Observadores habrá anotado en el momento del desarrollo, el sentido de enganche de la regleta, a fin de encontrarlo nuevamente, sin vacilación, cuando se arrolla el hilo, evitando con esta precaución el forzarlo a arrollarse en una forma que no tiene tendencia a tomar naturalmente.

Tanto para el desarrollo como para arrollamiento, la extremidad libre del hilo debe estar unida al porta-mosquetón, de cuyo anillo giratorio la tomará el Ayudante, permitiendo así que el hilo pueda girar libremente, si tiene vuelta.

El Observador, guiando el hilo, debe vigilar que las vueltas se dispongan en el tambor bien juntas y sin sobreponerse unas a otras. Además, después que se hayan arrollado dos vueltas en el tambor, es conveniente, sobretodo si la temperatura es baja, aflojar ligeramente el hilo de manera que tenga un poco de juego en el gancho; ésto evita que se produzca demasiada tensión cuando se eleve la temperatura.

Como la caja del tambor puede efectuar pequeños movimientos laterales durante estas operaciones, provocando torsiones del hilo, se recomienda sostener firmemente esta caja por medio de sus dos manijas.

Hilo en corona

Para desarrollar un hilo envuelto en una corona de transporte, se engancha su extremo libre a un porta-mosquetón, como en el caso del hilo anterior.

Uno de los operadores, teniendo la corona en la mano izquierda por las proximidades de la segunda regleta, desenvuelve con la mano derecha las vueltas sucesivas, largándolas una a una.

Durante esta operación debe vigilar con mucha atención la corona que conserva en la mano izquierda; si percibe la menor tendencia a que el hilo se enrede, debe aguatarlo con la mano derecha y mandar *Aguanta!*, a fin de que el cadenero se detenga.

Cuando los operadores no están ejercitados, es conveniente que

un segundo operador se mantenga a un metro más o menos del primero, y, dejando deslizar el hilo en sus dos manos, vigile la forma en que se desarrolla y esté listo a detener la tracción del cadenero, siempre que se produzca una detención o una disminución en la salida del hilo de la corona.

El arrollamiento libre o en corona es una operación muy delicada. Para proceder a ella, uno de los operadores coge con la mano derecha la primera regleta, y, extendiendo completamente los brazos paralelamente a la dirección del hilo, toma a este último lo más lejos posible; luego, con un movimiento simultáneo de las dos manos forma un primer círculo o coca, al mismo tiempo que gira sobre sus talones de manera que quede de frente a la dirección longitudinal del hilo.

En este momento, el segundo operador presenta una plantilla constituida por un madero de 0,50 metros de largo, el cual sirve para ajustar el diámetro de la corona.

Los dos hilos de 20 metros que posee este Servicio para la medición de bases secundarias y poligonales, vienen acondicionados dentro de una caja de madera, en corona libre, con un diámetro de unos 30 centímetros.

El primer operador sostiene la plantilla horizontalmente, cerca de sus extremos, manteniendo el hilo muy cerca de la regleta. El segundo operador se instala adelante y lleva el hilo en círculos que disminuye gradualmente y que va colocando contra aquellos que ya están formados en la plantilla. A medida que el primer operador los va sosteniendo con ambas manos en los extremos del madero, procurará que las vueltas sucesivas de alambre queden del mismo diámetro, obteniendo ésto con un poco de habilidad y práctica.

Cuando el hilo está completamente arrollado, se desengancha el porta-mosquetón, se terminan de arreglar y emparejar las vueltas, y después se atan por tres o cuatro partes por medio de las correas que se disponen a este fin, procurando que las regletas queden mantenidas de tal modo que no hagan esfuerzos.

Conservación

Cuando las operaciones se han terminado y un hilo debe permanecer mucho tiempo sin empleo, es necesario limpiarlo después

de la última medida realizada con él. Esto se hace mientras está todavía en tensión, frotándolo ligeramente con un trapo embebido en esencia mineral; luego se le pasa un trapo aceitado, si ha de permanecer en un país frío o templado. Para el transporte en zonas cálidas y húmedas, se le recubre de una espesa capa de grasa si está arrollado en un tambor, o se envuelve con bandas de papel engrasado si está arrollado en forma de corona libre.

La substancia grasa para recubrirlos puede hacerse mezclando vaselina químicamente pura y cera. Esta mezcla será tanto menos fusible cuanto se aumente la proporción de cera. La vaselina, si no es químicamente pura, puede tener vestigios de acidez y agua; en caso de duda a este respecto puede usarse en substitución de la vaselina un aceite fino de primera calidad, que se mezclará con la cera hasta obtener la consistencia necesaria según el clima del lugar.

Un hilo arrollado no debe conservar jamás colocados sus portamosquetones.

Un hilo desarrollado debe al contrario, llevarlos siempre colocados.

Las regletas no deben cogerse directamente con la mano; esto se puede hacer solamente durante el arrollado y desarrollado del hilo, observando las mayores precauciones. También los Observadores pueden hacerlo, cuando el hilo está bajo tensión en el momento de hacer las lecturas. En todos los otros casos debe manipularse el hilo solamente por medio de los portamosquetones.

Es necesario que todo personal novicio en la manipulación de los aparatos se ejercite con un solo hilo y siempre con el mismo, hasta que todas las personas que componen el equipo posean la práctica de manipulación necesaria.

Las mediciones definitivas se harán enseguida con los otros hilos que habrán quedado arrollados durante el aprendizaje.

Puesta en estación de los reperes móviles

Como se ha dicho al comienzo de estas instrucciones, tan pronto como el primer repere móvil ocupe aproximadamente su posición, el primer equipo comenzará a instalar los otros reperes a lo largo de la alineación de la base.

El Jefe debe mantenerse atrás y llevar el extremo del gabarí,

transportando también el anteojo de alineación de un repere a otro. El auxiliar llevará el otro extremo del gabarí, mientras que el Ayudante instalará el trípode, el cual habrá sido transportado de atrás hacia adelante por uno de los hombres destinados a este cometido, (los Portadores).

Después de haber dado las indicaciones aproximadas para la alineación del trípode, el Jefe tenderá fuertemente el gabarí y llevará el trazo o línea de fé de éste—el cual marca los 24 metros— contra la barra del repere que acaba de ser instalado; mientras tanto, el Operador encargado de la *puesta en estación* instalará el nuevo repere contra el trazo del otro extremo del gabarí, o sea el que está adelante.

Hecho ésto, el Jefe procederá a la alineación por medio del anteojo. Se vuelve a medir de nuevo la distancia y luego se rectifica la alineación.

Para terminar, se nivola la plataforma por medio de sus tornillos nivelantes y se orienta el repere de tal modo que el trazo de la plaquita de alineación blanca quede en condiciones de ser observable, y la arista del corte a bisel quede dirigida en el sentido longitudinal de la base.

Las indicaciones relativas a la alineación *deben de ser dadas siempre por el Jefe*, sin ambigüedad y expresando el valor estimado de los desplazamiento a efectuar. En tal sentido, deben evitarse las palabras *derecha, izquierda*, reemplazándolas por la indicación de los puntos cardinales u otros de referencia, o así mismo por las direcciones relativas al observador. Si se dice *un poco a la izquierda*, puede dar lugar a confusión y ocasiona pérdida de tiempo si cada vez hay que aclarar el concepto. Por el contrario, si se indica *hacia usted, quince*, (se entienden centímetros), es una orden que precisa los movimientos a efectuar, no habiendo lugar a dudas.

Los grandes desplazamientos deben hacerse moviendo todo el trípode; los desplazamiento pequeños se harán moviendo la placa de plataforma, aflojando para ésto la mariposa que la fija al trípode. Por último, los desplazamientos muy pequeños que deben hacerse para terminar la *puesta en estación*, se llevarán a cabo por medio de los tres tornillos radiales que sujetan el repere móvil.

En la primera *puesta en estación* del trípode, se debe asegurar una horizontalidad aproximada de la plataforma superior de madera, a fin de no tener que hacer sino pequeños movimientos con los torni-

Los nivelantes. Estos tornillos se emplearán en el último reglaje, cuando el repere está definitivamente en su sitio.

En los terrenos movedizos se deben enterrar firmemente los pies del trípode y se cuidará también que el tránsito de los Operadores u otras personas no le produzcan movimientos.

Habiéndose obtenido la horizontalidad y *estando asegurados todos los tornillos*, el Operador encargado del estacionamiento da aviso al Jefe, quien deberá mandar *adelante*. El equipo marchará entonces, manteniendo el gabarí ligeramente tendido.

Cuando hayan llegado a su nueva posición, el Jefe mandará *despacio*, y un momento después, *alto*. Si estas voces han sido dadas en el momento oportuno y ejecutadas debidamente, la marca-índice del gabarí—la de atrás—se detendrá sin oscilaciones contra la columna del repere que se ha colocado inmediatamente adelante del que se termina de estacionar. Entonces el auxiliar, guiado por la alineación de los trípodes ya estacionados atrás, coloca, en pocos tanteos, la marca de adelante del gabarí en el sitio que debe ocupar el nuevo repere.

Medidas

La primera medida que se efectúa, es la de la pendiente.

Esta se lleva a cabo, en general, por el Secretario, quien debe colocarse lo más rápidamente posible al lado del trípode delantero. Enseguida instala el anteojo de nivel en el sentido de la marcha del trabajo, y luego hacia atrás, midiendo y determinando la diferencia de nivel con relación a los trípodes vecinos inmediatos—de adelante y atrás—.

El anteojo de nivel se quitará luego de su soporte, reemplazándolo por la mira.

Mientras el Secretario determina la pendiente, los Observadores vuelven a tomar el hilo, quitándolo de los trípodes tensores, al mismo tiempo que los Auxiliares, atendiendo a las voces de mando *atención* y *peso*, dadas por el Observador de adelante, levantan los pesos y los colocan en sus encastres de la pata del trípode tensor, asegurándolos con sus pasadores correspondientes.

Enseguida cargarán al hombro dichos trípodes.

A la voz de *adelante* todo el equipo marchará hacia la nueva *tirada*, donde se pondrá en estación,

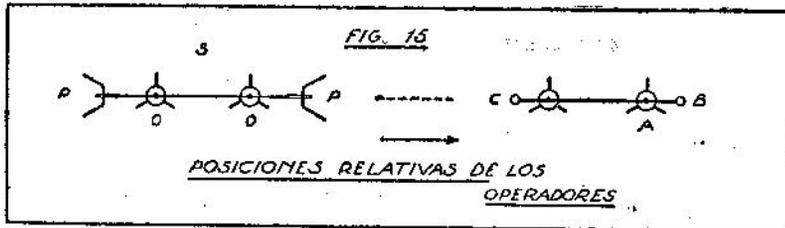
Si la medida de la pendiente no ha sido aún terminada, el trípode tensor de adelante se colocará a un costado de la alineación de la base, instalándose definitivamente en su sitio cuando dicha medida se haya terminado de efectuar.

Tan pronto como estén los tensores en estación, se enganchará el hilo por medio de los porta-mosquetones de latón (en forma de S) en los cuales terminan las cuerdas que pasan por las poleas de los trípodes. Luego, atendiendo a las voces de mando, espaciadas, *atención, peso, larga*, los Auxiliares retiran los pesos de sus respectivos encastres y los van dejando descender sin sacudidas, con movimiento lento y simultáneo, hasta que los dos graviten sobre el alambre; entonces abandonan del todo los pesos.

Durante esta operación los Observadores aguantarán los porta-mosquetones, deteniendo los movimientos transversales del hilo a fin de impedir que toque contra los reperes.

Los trípodes tensores deben colocarse bien a plomo, estando sus poleas exactamente orientadas en el plano vertical de la base, evitando con ésto los frotamientos laterales de las cuerdas.

La posición de estos trípodes la establecen los Auxiliares, de tal manera que las regletas vayan por sí solas a colocarse contra los reperes móviles. La figura (11) da idea de la colocación relativa de los trípodes en uno de los extremos del alambre.



Las posiciones relativas de los Operadores y de los aparatos está indicada en la figura 15.

Adelante se encuentra el primer equipo, con su Jefe (C) y sus dos Ayudantes (A) y (B); atrás, el segundo equipo, estando el Secretario en (S), los Observadores en (O) y los Portadores en [P].

Dos pies del trípode deben estar alineados en el sentido de la base; el tercer pié, sobre el cual se encuentra la mira, está en un

plano perpendicular a la base. De esta manera los Observadores pueden aproximarse a los trípodes sin incomodidad y sin peligro mayor de desplazarlos accidentalmente. Los trípodes-tensores tienen colocación también en la alineación de la base, a una distancia suficiente del pie más próximo para no arriesgar de desplazarlo por un movimiento del terreno.

Enseguida de haberse enganchado el hilo y sometido a tensión, los Observadores deben verificar que la cuerda no ejerza ningún esfuerzo de torsión, y en el caso que ésto suceda, anularán la cupla haciendo girar los dos anillos del porta-mosquetón, de manera que queden en ángulo recto uno de otro. Los Observadores deben tomar las regletas tan delicadamente como puedan, evitando ejercer todo esfuerzo longitudinal sobre el hilo y aplicándolas contra los reperes, llevándolas horizontalmente contra el corte a bisel de la columnita, de manera que el índice quede junto a los trazos de la regleta. En esta operación es necesario evitar todo esfuerzo susceptible de desplazar los reperes móviles.

Las medidas comenzarán entonces en el orden siguiente:

El Observador de la derecha anuncia *listo*; inmediatamente ambos Observadores léen sus respectivas regletas en el instante de dar el *top*. Enseguida el Observador de la izquierda canta su lectura, y luego el de la derecha canta la suya para ser anotadas, siempre en este mismo orden. Inmediatamente se desplazan las regletas hasta otra graduación cualquiera, se hace otro golpe de lecturas simultáneas—al top del Observador Jefe—cantando la cantidad, y así sucesivamente hasta llegar al número suficiente para obtener el resultado que se espera en la aproximación de cada medida parcial o tirada.

El Secretario debe inscribir las lecturas que le van dictando los Observadores, hallando inmediatamente las diferencias para comprobar que no haya habido errores ni en el dictado ni en la anotación.

En la libreta inscribirá las lecturas cuyas diferencias no se aparten sensiblemente del término aceptado como bueno.

En general son suficientes *cinco lecturas* anotadas en la libreta. Siempre que una lectura difiera de las otras en una cantidad tal que se tema en un error de los Observadores o mala anotación, el Secretario pedirá nuevas lecturas hasta obtener el número suficien-

te, según se ha dicho.

Cuando hayan cinco lecturas concordantes, el Secretario anunciará *terminado*.

Las divergencias o segundas diferencias de 0,3 milímetros deben considerarse excesivas; las de 0,5 milímetros indican necesariamente, no sólo una divergencia fortuita, sino un error.

La tolerancia establecida por este Servicio es de 0,2 milímetros para las segundas diferencias de las lecturas de una misma tirada.

El Secretario se ocupará inmediatamente de la nivelación de la tirada siguiente, mientras el resto del equipo retira de los tensores el hilo Invar y levanta los trípodes-tensores, trasladándose todos hacia adelante.

Los Observadores estarán provistos de lupas para hacer las lecturas de las regletas, debiendo llevarlas colgadas por un cordón al cuello.

Durante el curso de las medidas, los Observadores cambiarán entre sí sus puestos periódicamente, por ejemplo cada diez tiradas, para que las ecuaciones personales se eliminen en el conjunto.

La temperatura del hilo, supuesta igual a la del aire que lo rodea, debe medirse por medio de un termómetro adecuado (termómetro de fronda), el cual será conducido por el propio Secretario, quien lo llevará colgado de un hilo fuerte, sin que toque su cuerpo. Antes de hacer cada lectura de este termómetro, le hará dar un par de vueltas como se hace con la honda para lanzar piedras.

Como para un hilo Invar proveniente de una operación metalúrgica esmerada, sería necesario un error de varios grados en la temperatura para llegar a afectar la cifra del orden de los millonésimos de la tirada que se mide, (ver la tabla de dilatación de los hilos), la determinación de la temperatura no necesita ninguna precaución particular. Según esto, en los días en que las condiciones atmosféricas no son extremadamente variables, pueden hacerse las anotaciones termométricas largamente espaciadas: cada 5, cada 10 tiradas o aún más, según sea la constancia de la temperatura. En estos casos, como el Secretario no ha de leer el termómetro a cada tirada, puede colgarlo a un repere en los intervalos de estas series.

Para formar juicio del valor que representa una medición efectuada con hilos Invar, es menester tener en cuenta que con un

hilo de acero debe apreciarse la temperatura en una fracción de grado; un error de un décimo de grado se traduce en una variación de la medida en la cifra del orden de los millonésimos.

Como la última tirada, en la generalidad de los casos, no puede ser medida por un hilo de 24 metros porque la distancia entre el último repere que se ha colocado y el pilar extremo es menor que la longitud de este hilo, este enlace se efectúa con una cinta Invar de 12 metros, o por medio de un hilo de 8 metros y una cinta de 4 metros, o por la combinación de ellos. Estos hilos y cintas se tienden por medio de los trípodes tensores, en la forma ordinaria.

En la última tirada, el extremo del hilo puede caer, ya sea por exceso o ya por defecto, a menos de 4 metros del extremo de la base; en este caso la cinta permite medir esta cantidad, disponiéndola de manera que el trazo del repere fijo caiga entre los trazos milimétricos grabados en uno de los decímetros divididos; el otro repere se hará coincidir con la conveniente graduación decimétrica de la cinta. De este modo, toda fracción residual inferior a 24 metros puede ser rápida y cómodamente medida.

La configuración del terreno en las inmediaciones de la base hace a veces difícil la determinación de la fracción residual; se efectúa entonces midiendo, a partir del repere-término, una o varias tiradas más con los hilos, de manera que quede en terreno fácil la medición por medio de la cinta. Se comprende que estas tiradas sobrantes o extras se harán en la misma alineación de la base, valiéndose de uno de los hilos adecuados por su largo, hasta alcanzar el terreno donde se pueda operar fácilmente con los trípodes.

Las condiciones del terreno, las diversas aptitudes de los Observadores, la rapidez con que operen ambos equipos, pueden imponer una distribución del trabajo algo diferente a la forma que acabamos de explicar; pero estas recomendaciones ayudarán en mucho a la buena marcha de los trabajos.

En particular, el Observador de la Derecha, o el Jefe del equipo de adelante, pueden encargarse de la nivelación. También, cuando el personal es suficiente, o cuando no está muy ejercitado, es ventajoso hacer medir las pendientes por un operador independiente, el cual podrá proceder o seguir al equipo, evitando así las pérdi-

das de tiempo que resultan de las múltiples tareas del Secretario.

En terrenos difíciles, o en trabajos nocturnos, este último debe además sostener el hilo por el medio cuando se pasa de una tirada a otra; de este modo llegará a la nueva posición conjuntamente con todo el equipo.

En terrenos ordinarios, cada uno de los equipos puede terminar su trabajo aproximadamente en el mismo tiempo. No obstante, en la velocidad instantánea de marcha de los equipos pueden producirse algunas variaciones que ocasionen retardos en el trabajo, especialmente si éstas se suceden en las tiradas inmediatas o próximas, lo cual hará que dichos equipos se incomoden mutuamente. Pero estas diferencias en la velocidad de marcha se compensan a menudo en varias tiradas, de tal suerte que los dos equipos no llegan a encontrarse si consiguen tener entre ellos dos o tres reperes de intervalo, dando así mucha elasticidad a los movimientos.

Esta condición justifica la cantidad de reperes móviles que se necesitan en una medición de base, y su número puede hacer variar la rapidez del trabajo, influyendo también en la seguridad de las operaciones.

Distribución de los Reperes.—Se colocará atrás un repera testigo; inmediatamente adelante se instalarán los dos reperes de la tirada que se mide; luego dos o tres reperes entre ambos equipos; a continuación se disponen dos reperes para el equipo de adelante; por último, uno o dos que se transportan desde el extremo de atrás al extremo de adelante.

Una organización así exige de ocho a diez reperes móviles. Pero en terrenos favorables puede operarse cómodamente con seis tripodes, ajustándose previamente los equipos a la distancia conveniente para que no se incomoden, y conservando siempre un solo tripode en transporte.

RECOMENDACIONES PARTICULARES

Tratamiento y maniobra de los hilos

Ante todo, es esencial que el Jefe y los Observadores vigilen minuciosamente la conservación de los hilos, efectuando ellos mismos todas las maniobras delicadas o peligrosas, y no confiando las operaciones fáciles sino a Auxiliares hábiles y completamente seguros de sus funciones.

Se dispondrá que durante los transportes los hilos vayan acompañados por una persona responsable, la cual debe vigilar e indicar la manera de manipular las distintas partes.

Se tomarán las disposiciones necesarias para que las revisiones de Aduana se verifiquen ante persona competente.

Se evitarán cuanto sea posible las temperaturas elevadas.

En los transportes marítimos por los trópicos, se guardarán las cajas que contienen los hilos en las partes más frescas del buque, (debe buscarse una temperatura constante).

El Jefe y los Observadores deben efectuar ellos mismos todos los arrollamientos y desarrollamientos de los hilos.

Antes de desarrollarlo, si un hilo está en un tambor, se observará y anotará el sentido de enganche de las regletas, a fin de volverlas a colocar en la misma posición cuando se deba arrollar el hilo.

Habrà que asegurarse, antes de desarrollar, que el hilo se presente, con relación a los reperes, en la posición normal de lectura, es decir, con el *cero* de las regletas hacia la izquierda del Observador, (hacia atrás de la tirada que se mide); no estando en esta posición, se dará vuelta el tambor para orientarlo debidamente.

Todo el equipo que no posea la práctica suficiente para arrollar y desarrollar un hilo en corona libre, debe ejercitarse en estas operaciones con un hilo único, cuya ecuación se volverá a determinar ulteriormente por comparaciones con los otros hilos que hayan quedado arrollados durante todo el período de aprendizaje.

Estando los hilos arrollados en corona libre, se les dará siempre la misma curvatura que traían de fábrica, arrollándolos en sus plantillas correspondientes y asegurándolos por medio de cordones o correas. Las regletas de estos hilos deben atarse igualmente a la plantilla por medio de hilos que pasen por unos agujeritos convenientemente situados, impidiendo que aquéllas se muevan y asegurando que queden en posición natural y sin esfuerzos.

Los hilos están provistos de portamosquetones articulados, los cuales se deben usar en todas las maniobras y manipulaciones.

Quando se arrollen los hilos para guardarlos, al llegar la regleta junto a los ganchos del tambor, se quitarán los portamosquetones.

Durante las maniobras, los Observadores deben conducir personalmente el hilo que está en servicio.

Si se transportan simultáneamente varios hilos para una medida múltiple de cada tirada, el portamosquetón de atrás de cada hilo debe ser conducido por una persona calificada y responsable.

En estación

Durante la puesta en estación, y mientras los tripodes tensores no hayan llegado justo a la posición definitiva, los Observadores deben mantener el hilo suspendido para impedir que golpee contra los repères, mientras duran los tanteos de colocación. Después de efectuar cada uno de estos tanteos, irán largando suavemente para verificar la posición del tripode.

El reglaje final debe quedar muy aproximado para que los Observadores no tengan que ejercer esfuerzos sobre las regletas, con el fin de aproximarlas contra los repères, no debiendo en ningún caso imprimirles un movimiento lateral superior a 2 o 3 milímetros, con el fin de efectuar las lecturas.

Antes de comenzar las medidas, los Observadores deben asegurarse de que los dos anillos de cada portamosquetón estén en ángulo recto, lo que indica que la cuerda de tensión no produce ninguna cupla de torsión sobre el hilo.

En reposo, el hilo que se usa debe quedar enganchado a las cuerdas de tensión; se levanta sobre los reперes, o se desplaza lateralmente; debe colocarse una persona de guardia en cada uno de los extremos del hilo.

Tripodes tensores

Las cuerdas de tensión deben ser suaves, flexibles y sin torsión inicial. Estarán constituidas por un alma de hilos rectos, rodeados por una envuelta de hilos trenzados.

Estas cuerdas se cambiarán siempre que presenten desgastes que hagan temer en una ruptura; para evitar toda pérdida de tiempo, los portadores de tripodes llevarán cuerdas de repuesto.

Los tripodes-tensores se instalarán suficientemente alejados de los tripodes-reperes para no arriesgar el desplazarlos, y estarán orientados de tal suerte que las poleas queden contenidas en el plano vertical que pasa por la base.

Reperes móviles

Al estacionar los tripodes de los reперes móviles, se enterrarán los piés, si se opera en terreno blando, de manera que impidan todo desplazamiento.

Al estacionar estos tripodes, se cuidará de llevar el triángulo superior de madera (plataforma) a la posición horizontal, de modo que se limiten los movimientos de los tornillos nivelantes del reперe.

Terminado el reglaje, se asegurarán todos los tornillos.

En ningún caso, ni aún para la nivelación, se tocará un reперe *ligado*, es decir, ya unido al trabajo por observaciones hechas desde él, (los comprendidos entre la última tirada medida y la próxima tirada a medir).

No se tocará tampoco el reперe testigo, llamado así al que queda situado atrás del reперe ligado.

Observaciones

Las regletas deben cogerse ligeramente, sin ejercer ninguna tracción longitudinal.

Al hacer las lecturas, deben acercarse hasta aplicarlas contra el corte a bisel de los reperes móviles, tolerándose una separación de 2 o 3 milímetros.

Las lecturas se harán con ayuda de una lupa.

Después de cada lectura, se hará desplazar el hilo longitudinalmente en algunos milímetros, hacia uno y otro extremo de las regletas. Para eliminar en parte el efecto de frotamiento al efectuar esta operación, se puede adoptar uno de los procedimientos siguientes:

1.º—Efectuar los desplazamientos en sentido inverso en cada serie de lecturas, o en series alternadas dos a dos, o por grupos de cinco o diez, actuando siempre en la misma extremidad del hilo.

2.º—Efectuar los desplazamientos siempre en el mismo sentido, pero maniobrando el hilo alternativamente por ambos extremos, igualmente en series alternadas una a una o por grupos.

Los Observadores deben cambiar sus puestos cada diez tiradas, para eliminar la ecuación personal. En este caso, el mismo Observador puede encargarse de efectuar todos los desplazamientos mencionados, *maniobrando el hilo siempre en el mismo sentido*; el hilo estará entonces alternativamente *tirado o empujado*, y los errores debidos al frotamiento se combinarán con la ecuación personal y se eliminarán al mismo tiempo que ésta.

Este procedimiento se ha empleado en este Servicio por ser el más fácil de observar, no dando lugar a confusiones por cuanto es siempre el mismo Observador quien manobra el hilo para desplazarlo.

Las lecturas se enuncian tomando por unidad el milímetro.

Los Observadores darán las lecturas al décimo de milímetro, siendo importante para evitar confusiones dictar el número entero *de una sola vez* y no por cifras separadas, a no ser que se indique debidamente y al mismo tiempo la posición de la coma. Así, la indicación 6—2—5 podrá interpretarse 6,25 o 62,5; debe pues evitarse ésto.

Es una buena costumbre que se dicte la coma cuando la lectura contenga decenas exactas: 30,7 se dictará treinta coma siete. En los otros casos, para la coma se hará una pequeña pausa: 25,8 se dictará veinticinco ocho.

Cualquiera que sea la convención adoptada, es esencial que no se preste a ninguna ambigüedad, que economice el tiempo al mínimo y por último, que todo el equipo se atenga a ella y la conozca bien.

El Secretario debe calcular inmediatamente las diferencias de lecturas a fin de conocer su bondad; puede determinar la diferencia entera del primer par de observaciones, en cada tirada, y por lo menos la última cifra de las otras diferencias. Por lo general, las diferencias completas las podrá determinar mientras se traslada el hilo de una tirada a otra.

Pedirá lecturas extras si son necesarias, antes que se haya levantando el hilo para el traslado.

Los Observadores principiantes pueden fácilmente hacer lecturas cuyas segundas diferencias no pasan de 0,4 milímetros; al poco tiempo de práctica esta cantidad no pasará de 0,3 milímetros, y un buen Observador apreciará fácilmente las lecturas al décimo de milímetro, no dando segundas diferencias mayores de 0,2 mm.

Convicne verificar de vez en cuando la ecuación personal de los Observadores, aprovechando para ello el cambio de sus puestos de observación, repitiendo la comparación del hilo con la tirada ya medida.

CALCULOS Y TABLAS

Correcciones a las Medidas

Las reducciones inmediatas que deben introducirse a las observaciones, se refieren a la temperatura del hilo y a la inclinación de cada tirada, cuyo valor bruto debe ser corregido de los errores encontrados en el anteojo de nivelación.

En las determinaciones hechas en el «Bureau International des Poids et Mesures», se calculó la longitud de «salida» del hilo, la cual corresponde a la temperatura de 15° centígrados.

Para poder referir las medidas a esta temperatura, resolviéndolas del modo más simple posible, es conveniente calcular una tabla que, gracias a la pequeña dilatación del hilo, resulta suficiente si se la determina de grado en grado. Además, para que la interpolación no introduzca error en los resultados, es conveniente calcular esta tabla en micrones (milésimas de milímetros), aunque en los cálculos debe conservarse solamente el centésimo de milímetro.

En otro lugar damos las fórmulas que se emplearon para los cálculos de dilatación de los hilos Invar de este Servicio.

La corrección por inclinación se compone de dos partes: una relativa a la proyección horizontal de la recta que une los repères de una tirada; la otra se refiere a la deformación real del hilo, que cesa de ser una catenaria simétrica en cuanto sus extremos no están al mismo nivel.

Estas dos tablas de corrección deben construirse por separado.

Es ventajoso anotar las observaciones en formularios preparados previamente, de los cuales damos los modelos en los ejemplos que van a continuación.

Las correcciones inmediatas se hacen en la misma hoja de observaciones, de tal modo que el resultado corregido y reducido a la horizontal se encuentre a continuación de las cifras obtenidas en las medidas.

A continuación van los cálculos de la base.

Cada una de las observaciones efectuadas en las respectivas tiradas se anotan en las hojas de la libreta de campo, de las cuales reproducimos una como ejemplo.

Hoja de la Libreta de Operaciones en el Terreno

Tirada N.º 36 (Hilo N.º 739)

Operadores { Atrás Prada Fecha 20—VIII—1928
 { Adel. Cigliutti Hora 14-37

Secretario J. F. L. Temperatura 12,5

LECTURAS			Difer. AD-AT	PENDIENTE		Observaciones
N.os	Adelante AD.	Atrás AT.		Adelante	Atrás	
1	35.0	20.7	+14.3	-0,0073	+0,008	Vuelta
2	44.7	30.3	14.4			
3	54.8	40.5	14.3			
4	64.6	50.3	14.3			
5	35.3	20.9	14.4			
Promedio..			+ 14.34	0,0077		

CALCULO

OPERACIONES AUXILIARES

	m/m
Promedio AD-AT	+14 » 34
Corrección por temperatura	+ » 01
Suma	+14 » 35
Corrección por inclinación	— » 71
Corrección total	+13 » 64
Hilo a 15°	24,001 » 56
Proyección horizontal	24.015 » 20

17	5
2	34

Como puede observarse en la copia de la hoja anterior, se han efectuado cinco lecturas en cada regleta cuyas segundas diferencias no exceden de 0,2 milímetros.

Los promedios de las cinco diferencias,—en este caso 14,34—son los que se adoptan como valores de cada tirada, y a éstos se les aplican las correcciones por temperatura e inclinación.

Para los 12,5 grados de temperatura obtenemos una corrección en la Tabla III (de dilataciones por cambios accidentales de temperatura en cada tirada), igual a + 0,009 milímetros, que redondeamos a 0,01 mm.

La corrección por inclinación la obtenemos de la Tabla IV, entrando en ella con el argumento tangente de α , el cual en nuestro ejemplo está expresado por 0,0077. Esta fracción resulta de promediar las dos cantidades obtenidas en la observación de la inclinación, siendo: Adelante, 0,0073 y atrás, 0,0080. Estos dos valores están tomados de la hoja correspondiente de la libreta de pendientes. A continuación va una copia de estas anotaciones.

Libreta de Pendientes

Operador: G. M. José M. Alvarez.

20 Agosto 1928.

VUELTA

Tirada Núm.	Adelante	Atrás
.....
.....
35	+ 0,0027	- 0,0028
36	- 0,0073	+ 0,0080
37	- 0,0030	+ 0,0034
.....
.....

Para entrar en la tabla IV con el argumento 0,0077, descomponemos esta fracción en dos partes: una de 0,007 y otra de 0,0007; la primera parte sirve para entrar en la columna vertical de tan-

gente α cuyos valores están dados hasta los milésimos, y con la segunda parte se entra en la columna horizontal, cuyos valores están expresados en diezmilésimas de la tangente.

Continuando el análisis de la hoja de cálculo de la tirada número 36, encontramos en la quinta línea la corrección total, que se obtiene sumando algebraicamente todos los valores de las líneas anteriores.

En la sexta línea se anota el valor del hilo número 739 obtenido en la comparación a la temperatura de 15° .

La longitud de este hilo comparado a tal temperatura y a 10 kilogramos de tensión, el día 27 de Julio de 1925, es de 24 metros más 1,51 milímetros. Pero como han transcurrido 1000 días desde la comparación en la base mural, le corresponde una corrección aditiva de 0,05 milímetros.

Por consiguiente, la longitud de este hilo a la temperatura de 15° , en la época de esta medición es de 24.001,56. Este valor es constante para todas las tiradas efectuadas en la medición de esta base, pues la corrección sólo varía con el tiempo transcurrido y en una forma muy lenta.

La última línea del cálculo expresa la suma algebraica de las operaciones anteriores, (hilo a 15° más corrección total). Esta cantidad es finalmente el valor de la proyección horizontal de la tirada de vuelta, número 36.

La tabla II nos da la corrección que se debe aplicar al hilo por las dilataciones debidas a los cambios muy lentos de temperatura. Para obtener esta corrección se puede tomar la temperatura media de las registradas durante el tiempo de almacenamiento del hilo, o prácticamente durante las últimas semanas transcurridas antes de retirarlo del depósito para ser empleado en la medición. Como para nuestro caso este valor es muy pequeño, — para 14° corresponden $+ 0,003$ milímetros, — se ha despreciado.

En cada una de las tiradas se efectúan anotaciones semejantes a las que acabamos de analizar, procediendo luego con esos datos a calcular el valor de la proyección horizontal.

Con los valores anotados en cada hoja se confecciona una nueva planilla recapitulativa en la cual se asientan las cantidades más importantes del cálculo. Dicha planilla es un «Resumen de las operaciones parciales», y sumados los resultados se obtiene el *valor de la base en su proyección horizontal*.

Como se han hecho dos mediciones de la base, una de ida y otra de vuelta, se promedian los dos valores hallados para obtener la medida que es necesario reducir al nivel medio del mar.

Las planillas siguientes son copias de las que acabamos de mencionar.

MEDIDA DE BASES --ALAMBRE INVAR

RESUMEN DE LAS OPERACIONES PARCIALES

Tiradas N.os 1 al 24 (ida)

Base "Escollera Oeste"

N.o de las Tiradas (1)	Observadores (2)	Tempert. de cada tirada (3)	HILO A GRADOS (4)	LECTURA REGLETA PROMEDIO (5)	PENDIENTE		Valor de la tirada reducida a la horizontal (4)+(5)-(7)
					Valor en % (6)	Corrección (7)	
1	C. P.	12°	24m001.57	12.38	3.16	11.97	24 m. 001 98
2	»	12°	1.18	38.90	0.83	0.83	24. 039 25
3	»	12°	1.57	30.68	1.45	2.51	24. 029 74
4	»	12°	1.18	- 4.20	0.23	0.06	23. 996 92
5	»	12°	1.57	-17.10	0.72	0.62	23. 983 85
6	»	12°	1.18	6.98	0.19	0.04	24. 008 12
7	»	11°5'	1.57	33.70	0.43	0.22	24. 035 05
8	»	12°	1.18	-16.80	0.55	0.36	23. 984 02
9	»	12°	1.57	22.32	0.33	0.13	24. 023 76
10	»	12°	1.18	-19.60	0.09	0.01	23. 981 57
11	»	12°	1.57	51.70	0.78	0.73	24. 052 54
12	»	12°	1.18	34.14	0.01	0.00	24. 035 32
13	»	12°5'	1.57	21.72	0.47	0.27	24. 023 02
14	»	12°5'	1.18	5.04	0.47	0.26	24. 005 96
15	»	13°	1.57	-27.32	0.74	0.66	23. 973 59
16	»	12°5'	1.18	11.22	0.28	0.09	24. 012 31
17	»	12°5'	1.57	28.40	0.41	0.20	24. 029 77
18	»	12°	1.18	3.16	0.20	0.05	24. 004 29
19	»	12°	1.57	28.06	0.33	0.13	24. 029 50
20	»	12°	1.18	- 7.92	0.41	0.20	23. 993 06
21	»	12°	1.57	- 8.26	0.48	0.28	23. 993 03
22	»	12°	1.58	-11.10	0.13	0.02	23. 990 06
23	»	12°	1.57	20.90	0.43	0.22	24. 022 25
24	»	12°	1.18	1.02	0.29	0.10	24. 002 10
SUMAS			576m 033.00	+ 238.02		19.96	572 m. 251 06

Observadores: Atrás Alférez Julio R. Cigliutti.

Adelante Alférez R. N. Prada.

Fecha Agosto 20 de 1928

Firma Capitán Julio F. Lamarthé.
Alférez Roberto N. Prada.

MEDIDA DE BASES.- ALAMBRE INVAR

RESUMEN DE LAS OPERACIONES PARCIALES

Tiradas N.os 25 a 48 (ida)

Base "Esollera Oeste"

N.o de las tiradas	Observadores	Tempert. de cada tirada	HILO A + GRADOS	Lectura Regletas Promedio	PENDIENTE		Valor de la Tirada Reducida a la Horizontal (4)+(5)-(7)
					Valor en o/o	Corrección	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(4)+(5)-(7)
25	C. P.	12°	24m001.57	-10.04	0.56	0.38	23m, 991 15
26	>	12 5	1.18	- 6.28	0.19	0.04	23 994 86
27	>	12°	1.57	27.78	0.47	0.27	24 029 08
28	>	12°5	1.18	39.32	0.28	0.09	24 040 41
29	>	12°5	1.57	- 1.32	0.22	0.06	24 000 19
30	>	12°5	1.18	- 2.36	0.43	0.22	23 998 60
31	>	12°5	1.57	30.80	0.43	0.22	24 032 15
32	>	12°5	1.18	25.58	0.49	0.29	24 026 47
33	>	12°5	1.57	15.66	0.12	0.02	24 017 21
34	>	13°	1.18	8.20	0.05	0.00	24 009 38
35	>	12°5	1.57	21.88	0.49	0.29	24 022 96
36	>	13°	1.18	21.94	0.23	0.06	24 023 06
37	>	13	1.57	38.94	4.13	20.39	24 020 12
38	>	12°5	1.18	7.52	0.42	0.21	24 008 49
39	>	12°5	1.57	14.94	0.72	0.62	24 015 89
40	>	12°	1.18	13.52	1.98	4.68	24 010 02
41	>	12°5	1.57	21.94	2.86	9.81	24 013 70
42	>	13°	1.18	22.22	0.41	0.20	24 023 20
43	>	13°	1.57	-62.02	0.80	0.77	23 938 78
44	>	13°	1.18	- 8.76	0.01	0.00	23 992 42
45	>	13°	1.57	-72.00	0.36	0.18	23 929 41
46	>	13°	1.18	11.14	0.83	0.83	24 011 49
47	>	13°	1.57	17.92	0.29	0.10	24 019 39
48	>	13°	1.18	37.84	0.39	0.18	24 038 84
SUMAS			576m033.00	214.16		39.89	576m, 207 27

Observadores: Aírás Alférez Julio R. Cigliutti. Adelante Alférez R. N. Prada,

Hilos N.os 739 y 740.

Fecha: Agosto 20 de 1928.

Firma: Capitán Julio F. Lamarthé
Alférez Roberto N. Prada.

MEDIDA DE BASES.- ALAMBRE INVAR

RESUMEN DE LAS OPERACIONES PARCIALES

Tiradas N.os 49 a 54 (ida)

Base "Escollera Oeste"

N.o de las tiradas (1)	Observadores (2)	Tempert. de cada tirada (3)	HILO A t GRADOS (4)	Lectura Regletas Promedio (5)	PENDIENTES		Valor de la tirada reducida a la horizontal (4)+(5)-(7)
					Valor en % (6)	Corrección (7)	
49	P. C.	13°	24m001.57	10.40	0.37	0.16	24m. 011 81
50	»	13°	1.18	10.32	1.02	1.24	24 010 26
51	»	13°	1.57	7.30	0.24	0.07	24 008 80
52	»	13-5	1.18	9.02	0.27	0.09	24 010 11
53	»	13-5	1.57	13.46	0.29	0.10	24 014 93
54	»	13-5	3m000.00	720.75	2.10	0.82	3 719 93
SUMAS			123m007.07	771.25		2.48	123m. 775 84

Resumen de la hoja N.ro 1:— 576m.251.06

» » » » 2:— 576m.207.27

» » » » 3:— 123m.775.84

PROYECCION HORIZONTAL DE LA BASE:— 1276m.234.17

Observadores: Atrás Alférez Julio R. Ciglietti.

Adelante Alférez R. N. Prada.

Hilos N.os 739 y 740.

Fecha: Agosto 20 de 1928.

Firma: Capitán Julio F. Lamarthée

Alférez Roberto N. Prada.

MEDIDA DE BASES.- ALAMBRE INVAR

RESUMEN DE LAS OPERACIONES PARCIALES

Tiradas N.os 1 a 24 (vuelta)

Base «Escollera Oeste»

N.o de las tiradas (1)	Obsér- vadores (2)	Tempert. de cada tirada (3)	HILO A t GRADOS (4)	Lectura Regletas Promedio (5)	PENDIENTE		Valor de la tirada re- ducida a la horizontal (4)+(5)-(7)
					Valor en o/o (6)	Corrección (7)	
1	C. P.	13o	24m001.18	5.96	0.56	0.38	24m. 006 76
2	»	13o	1.57	15.50	0.40	0.19	24 016 88
3	»	13o	1.18	- 4.32	0.24	0.07	23 996 73
4	»	13o	1.57	13.82	0.81	0.79	24 014 60
5	»	13o	1.18	6.68	0.07	0.01	24 007 85
6	»	13o	1.57	25.02	0.72	0.62	24 025 97
7	»	13o	1.18	-10.40	0.54	0.35	23 990 43
8	»	13o	1.57	9.72	0.80	0.77	24 010 52
9	»	13o	1.18	14.76	0.30	0.11	24 015 83
10	»	13o	1.57	-41.26	0.16	0.03	23 960 28
11	»	13o	1.18	49.88	0.05	0.00	24 051 06
12	»	13o	1.57	- 3.36	0.99	1.18	23 997 03
13	»	13o5	1.18	-55.10	2.36	6.71	23 939 37
14	»	13o	1.57	-22.90	0.17	3.47	23 975 20
15	»	13o	1.18	18.20	0.19	0.04	24 019 34
16	»	13o	1.57	19.30	0.90	0.97	24 019 90
17	»	13o	1.18	- 9.26	3.89	18.18	23 973 74
18	»	13o	1.57	-18.86	0.17	0.04	23 982 67
19	»	13o	1.18	-21.60	0.30	0.11	23 979 47
20	»	13o	1.57	1.32	0.31	0.11	24 002 78
21	»	13o	1.18	18.26	0.16	0.03	24 019 41
22	»	13o	1.57	-37.00	0.25	0.08	23 964 49
23	»	13o	1.18	13.38	0.98	1.15	24 013 41
24	»	13o	1.57	- 4.92	0.11	0.01	23 996 64
SUMAS			576m033.00	-17.24		35.40	575m. 980 36

Observadores: Atrás Alf. Roberto N. Prada. Adelante Alf. J. Cigliuffi.

Hilos N.os 739 y 740.

Fecha: Agosto 20 de 1928

Firma: Capitán Julio F. Lamarthée

Alferez Roberto N. Prada

MEDIDA DE BASES.-- ALAMBRE INVAR

RESUMEN DE LAS OPERACIONES PARCIALES

Tiradas N.os 25 a 48 (vuelta)

Base "Escollera Oeste"

N.o de las tiradas (1)	Observadores (2)	Temperatura de cada tirada (3)	HILO A t GRADOS (4)	Lectura Regletas Promedio (5)	PENDIENTE		Valor de la tirada reducida a la horizontal (4)+(5)-(7)
					Valor en o/o (6)	Corrección (7)	
25	C. P.	12°5	24m001.18	24.14	0.10	0.01	24m. 025 31
26	>	12°5	1.57	10.76	0.22	0.06	24 012 27
27	>	12°	1.18	- 0.28	0.39	0.18	24 000 72
28	>	12°	1.57	-39.52	0.03	0.00	23 962 05
29	>	12°	1.18	- 1.00	0.37	0.16	24 000 02
30	>	12°	1.57	- 0.28	0.04	0.00	24 001 29
31	>	12°	1.18	-18.00	0.45	0.24	23 982 94
32	>	12°	1.57	15.72	0.12	0.02	24 017 27
33	>	12°5	1.18	4.18	0.41	0.20	24 005 16
34	>	12°	1.57	20.69	0.56	0.38	24 021 79
35	>	12°5	1.18	20.92	0.27	0.09	24 022 01
36	>	12°5	1.57	14.34	0.77	0.71	24 015 20
37	>	12°5	1.18	- 7.26	0.32	0.12	23 993 80
38	>	12°5	1.57	5.74	0.10	0.01	24 007 30
39	>	12°5	1.18	41.12	0.36	0.16	24 042 14
40	>	12°5	1.57	21.02	0.66	0.52	24 022 07
41	>	12°5	1.18	- 5.40	0.67	0.54	23 995 24
42	>	12°5	1.57	33.52	0.01	0.00	24 035 09
43	>	12°5	1.18	36.80	0.78	0.73	24 037 25
44	>	12°5	1.57	5.62	0.13	0.02	24 007 17
45	>	12°5	1.18	12.38	0.50	0.30	24 013 26
46	>	12°5	1.57	29.20	0.12	0.02	24 030 75
47	>	12°5	1.18	7.66	0.69	0.67	24 008 27
48	>	12°5	1.57	10.98	0.28	0.09	24 012 46
SUMAS			576m033.00	242.96		5.13	576m. 270 83

Observadores: Atrás Alf. Roberto N. Prada. Adelante Alf. J. Cigliutti.

Hilos N.os 739 y 740.

Fecha: Agosto 20 de 1928.

Firma: Capitán Julio F. Lamarthee
Alferez Roberto N. Prada

MEDIDA DE BASES - ALAMBRE INVAR

RESUMEN DE LAS OPERACIONES PARCIALES

Tiradas N.os 49 a 54 (vuelta) Base "Escollera Oeste"

N.o de las tiradas (1)	Observadores (2)	Temperatura de cada tirada (3)	HILO A t GRADOS (4)	Lectura Regletas Promedio (5)	PENDIENTE		Valor de la tirada reducida a la horizontal (4)+(5)-(7)
					Valor en o/o (6)	Corrección (7)	
49	C. P.	12°5	24m001.18	32.46	0.91	0.99	24m. 032 65
50	>	12°5	1.57	-16.46	1.26	1.89	23 983 22
51	>	12°5	1.18	42.52	0.60	0.43	24 043 27
52	>	12°5	1.57	12.74	1.24	1.86	24 012 45
53	>	12°5	1.18	28.48	1.33	2.12	24 027 54
54	>	12°5	4m.000.00	-88.20	12.40	31.24	3 880 56
SUMAS			124m006.69	11.54		38.53	123m. 979 69

Resumen de la hoja N.o 1:— 575m.980.36

» » » » 2:— 576m.270.83

» » » » 3:— 123m.979.69

PROYECCION HORIZONTAL DE LA BASE: 1276m.230.88

Observadores: Airás Alf. Roberto N. Prada Adelante Alf. J. Cigliutti.

Hielos N.os 739 y 740

Fecha: Agosto 20 de 1928

Firma: Capitán Julio F. Lamarthèe

Alférez Roberto N. Prada

Las anteriores planillas recapitulativas sirven de control de cálculo y facilitan la determinación total de cada una de las mediciones de ida y de vuelta.

Proyección horizontal de la base y precisión obtenida

De las planillas anteriores extractamos:

Longitud de ida 1276 metros 234 mm. 17
 Longitud de vuelta 1276 metros 230 mm. 88

CÁLCULO DE LOS ERRORES MEDIO Y PROBABLE

Medidas	e	e ²
mm.		
234,17	1,65	2,7225
230,88	1,64	2,6896
Σ = 465,05	3,29	5,4121
$\frac{\Sigma}{2} = 232,52$		

Error medio de la media:

$$\pm \sqrt{\frac{[e^2]}{n(n-1)}} = \pm \sqrt{\frac{5,4121}{2}} = \pm 1,66$$

Para 1276 metros 232,52 existe un error en la media de 1,66 que expresado en partes de la base dá una precisión de:

$$\frac{1,66}{1276233} = \frac{1}{800000}$$

Considerándose buena la precisión obtenida, se adopta definitivamente como valor de la proyección horizontal de la base:

1276 metros 232 mm. 52.

Reducción al nivel medio del mar

El valor calculado anteriormente debe de ser reducido al nivel medio del mar, sobre el cual se supone extendida la red de triangulación que se liga a esta base.

La fórmula empleada es la siguiente:

$$\text{Corrección: } C = \frac{h}{R} B$$

$h = 3$ metros de altura de la base sobre el nivel medio del mar. Esta altura es la que existe desde dicho nivel hasta el plano horizontal que pasa por el repere inicial sobre el pilar-término, desde el cual arrancó la nivelación; sobre dicho plano horizontal se han proyectado todas las tiradas parciales al hacer la reducción correspondiente.

$$B = 1276,232.52 \text{ metros.}$$

$R = 6.378,388$ metros. (Radio terrestre, o sea el valor de $\sqrt{R N}$ de la esfera local).

$$C = \frac{3 \times 1276}{6.400.000} = 0,59 \text{ m.m.}$$

Finalmente se calcula la base reducida:

$$\begin{array}{r} B = 1276,232.52 \\ C = \quad \quad 0.59 \\ \hline B_0 = 1276,232 \end{array}$$

Este último valor es el que se adopta definitivamente, haciendo abstracción de los centésimos de milímetro.

En las páginas siguientes transcribimos un ejemplo del cálculo de la tirada complementaria, menor de 24 metros, medida con la cinta Invar.

La pendiente, siendo mayor del 10 %, no puede ser calculada por las tablas, ni tampoco es posible medirla con el anteojo de nivelación del equipo Carpentier.

Para calcular la corrección por pendiente, se determinó la diferencia de nivel entre los dos reperes de esta última tirada, resultando de 495 milímetros.

La distancia directa entre estos dos reperes es de 3911,80 milímetros.

Para calcular la distancia horizontal H, nos valemos de la fórmula:

$$H = \sqrt{D^2 - P^2}$$

$$H = \sqrt{3912^2 - 495^2} = 3880,56$$

El tanto por ciento de la pendiente anotado en la hoja correspondiente a esta última tirada se ha deducido como sigue:

$$\frac{4 \text{ mts.}}{100} = \frac{0,495}{X}$$

Resultando X igual a 12,37 %.

Tirada N.º 54

Hilo N.º (Cinta)

Operadores { Atrás Alf. Prada
Adel. Alf. Cigliuffi

Fecha 20-VIII-928
Hora 15 h-16 m.

Secretario J. F. L.

Temperatura 12º 5

LECTURAS			Difer. AD-AT	PENDIENTE		Observs.
N.os	Adelante A D.	Atrás A T.		Adelante	Atrás	
1	0.0	88.2	- 88.2			Tirada comple- mentaria — Final de vuelta
2	1.0	89.2	- 88.2			
3	2.0	90.2	- 88.2	495 mm.		
4	3.0	91.2	- 88.2	12,4 ‰		
5	5.0	93.2	- 88.2			
Promedio			- 88.2			

CALCULO		OPERACIONES AUXILIARES
	m/m.	
Promedio AD-AT	- 88 » 20	3311,80
Corrección por temperatura.	<u>0 » 00</u>	3880,56
Suma	- 88 » 20	<u>31,24</u>
Corrección por inclinación.	<u>- 31 » 24</u>	
Corrección total	- 119 » 44	
Hilo a 15º.	<u>4.000 » 00</u>	
Proyección horizontal	3.880 » 56	

CALCULO DE LAS VARIACIONES PERMANENTES O ACCIDENTALES DEL ACERO NIQUEL INVAR

FIG. 16

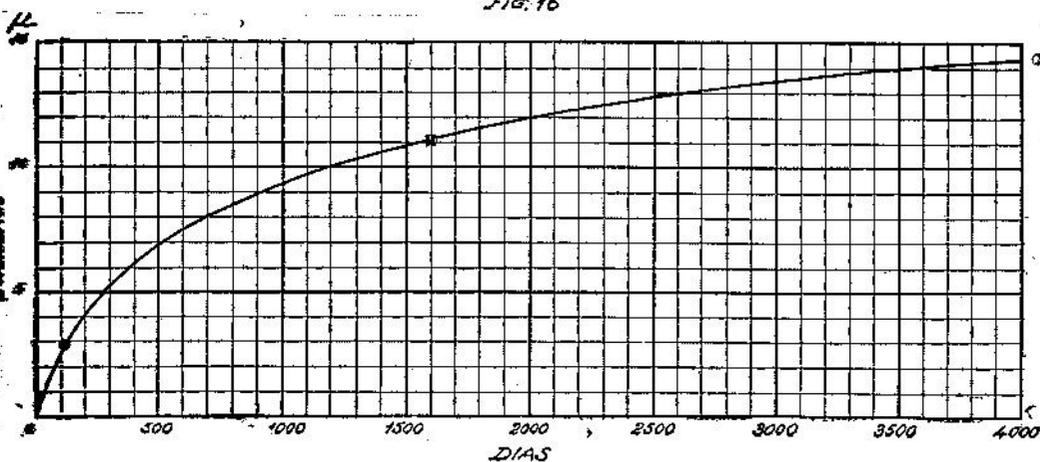


GRAFICO DE LAS VARIACIONES DE UNA REGLA DE "INVAR"

● 15 JUNIO 1924 (ESTUFA)

● 27 JULIO 1925 (ESTUDIO)

1.º -- Los aceros al níquel, de alto tenor, experimentan con el transcurso del tiempo diversos cambios que varían con dicho tenor, resultando estos cambios considerablemente atenuados cuando se les somete sistemáticamente a temperaturas de estufa que se van haciendo descender gradualmente.

Estos cambios son considerables para las aleaciones al 30 % de níquel, pero disminuyen progresivamente a medida que aumenta

el tenor en níquel, llegando a ser inapreciables para las aleaciones al 42 o 43 %.

La curva que muestra la figura 16 corresponde a las variaciones experimentadas por una regla de un metro de invar, propiamente dicha, a 36 % de níquel, sometida a la temperatura de estufa, decreciendo desde 150° hasta 40° y conservada después a la temperatura del laboratorio, entre 6° y 22°.

Los datos reproducidos en esta curva fueron confirmados por otros obtenidos por medio de un gran número de muestras de invar tales como barras laminadas o estiradas, hilos, etc., sometidos al mismo tratamiento térmico.

Para una regla cuyo calentamiento a estufa fué llevado hasta 25° debe considerarse la curva como partiendo de los puntos definidos sensiblemente por las coordenadas: 100 días, 3 μ .

Aplicación. — El hilo número 739 terminó su calentamiento a estufa el 15 de Junio de 1921. Su ecuación fué terminada el 27 de Julio de 1925. El 20 de Agosto de 1926 habrá que aumentar su ecuación en:

$$0,9 \mu \times 24 = 0.02 \text{ m. m.}$$

2.º — Los aceros al níquel llevados de una temperatura a otra, no toman inmediatamente la longitud definitiva correspondiente a esta última temperatura.

En el cálculo de las variaciones de una regla de invar mantenida durante un tiempo prolongado a temperaturas diferentes, es necesario añadir, a los cambios indicados por la fórmula de dilatación (establecida para cada una por cambios rápidos de la temperatura), una pequeña corrección que se calcula por la fórmula:

$$\frac{\Delta l}{l} = - 0,00325 \times 10^{-6} \times \Theta^2$$

siendo Θ la temperatura contada a partir del cero vulgar.

Esta fórmula dá las diferencias entre las longitudes que va tomando una regla de invar cuando se la hace pasar muy rápidamente o muy lentamente por una serie de temperaturas.

Aplicación. — La fórmula de dilatación deducida para la colada

de invar número 1523, indica que entre 15° y 20° el hilo número 739 varía — 0,5 μ por metro.

Si la ecuación de este hilo fuese determinada después de un largo reposo a 15°, y se empleara después de una estadía prolongada de almacenamiento, a 20°, habrá que restar de su ecuación calculada la siguiente cantidad:

$$0^{\mu},00325 (20^{\circ} - 15^{\circ}) = 0^{\mu}, 57 \text{ por metro}$$

Para las variaciones diarias de temperatura, — siendo ésta alrededor de 20 grados, — se aplicará la fórmula de dilatación sin corrección.

Bureau International
des
Poids et Mesures

Pavillon de Breteuil.—Sevres
(S. et O.)

Le 5 Janvier 1926
N.º 1

(TRADUCCION)

C E R T I F I C A D O

De cuatro hilos geodésicos *Invar* números 739, 740, 741 y 742 y de un hilo de 8 metros número 731, construídos por Mr. J. Carpentier. — París.

Descripción

Los hilos, cuyo diámetro es aproximadamente de 1,7 milímetros llevan fijadas en cada uno de los extremos una regleta de metal *invar*, unidas por intermedio de un ápndice atornillado y remachado.

Cada una de las regletas tiene grabada una división en milímetros, abarcando una longitud de 82 milímetros, estando grabada la cifra de numeración en cada centímetro, desde cero hasta ocho; esta numeración es progresiva en el mismo sentido en ambas regletas.

Los trazos de la división terminan todos ellos sobre la arista de la regleta, la cual coincide con la prolongación del eje del hilo.

Una de las regletas lleva grabada sobre la cara dorsal, la inscripción « J. Carpentier. París » y todas, sobre la cara de las divisiones, tienen marcados respectivamente los números 739, 740, 741, 742 y 731.

Estudio

Primeramente los hilos fueron sometidos a una serie de operaciones tendientes a asegurar la permanencia de su longitud; después, los hilos de 24 metros fueron comparados, bajo la tensión de 10 kilogramos, en la *base mural del Bureau*.

Fueron hechas diez series de comparaciones efectuadas desde el 15 de Mayo hasta el 31 de Octubre de 1925.

El hilo de 8 metros fué comparado bajo la tensión de 10 kilogramos, tomando los intervalos (0—8), (8—16) y (16—24) de la misma base mural; tal operación fué hecha en Diciembre de 1925.

Las comparaciones fueron referidas a la temperatura media de 15°, valiéndose para ello de la siguiente fórmula de dilatación:

Para los hilos de 24 metros,

$$l_{\Theta} = l_0 (1 - 0,000\ 000\ 180\ \Theta + 0,000\ 000\ 002\ 05\ \Theta^2)$$

y para el hilo de 8 metros,

$$l_{\Theta} = l_0 (1 - 0,000\ 000\ 061\ \Theta + 0,000\ 000\ 000\ 65\ \Theta^2)$$

fórmulas éstas que fueron determinadas para el estudio de las muestras de los mismos hilos, efectuadas en el *comparador* a la tensión de 10 kilogramos.

Se ha encontrado, para la distancia entre los trazos homólogos de las regletas, los valores siguientes:

Valor de los hilos a 15° y a la tensión de 10 kilogramos

N.º 739	=	24 mts.	+	1,51 milímetros	
N.º 740	=	24 mts.	+	1,12	>
N.º 741	=	24 mts.	+	0,15	»
N.º 742	=	24 mts.	+	0,48	»
N.º 731	=	8 mts.	+	0,51	»

La determinación de la dilatación fué hecha por Mr. L. Maudet; las comparaciones fuero hechas por Mrs. A. Gerard y L. Maudet, adjuntos, y A. Bonhonre, Ayudante del Bureau International.

Firma del Director del Bureau.

Nueva comparación en la base mural

En atención a que no habría necesidad de utilizar los hilos Invar durante algún tiempo, y la curva de alargamientos determinada el 27 de Julio de 1925, se estacionaba aparentemente en Febrero de 1932, se dispuso realizar una nueva comparación en la base mural del Bureau International, a cuyo efecto fueron remitidos a París, a la nombrada institución.

Estos hilos, así como la cinta Invar de 4 metros, fueron recibidos en este Servicio, de vuelta del Bureau, acompañados del siguiente certificado, cuyos datos deben ser tomados en cuenta en las próximas mediciones que se realicen con aquéllos.

Bureau International
des
Poids et Mesures
Pavillon de Breteuil, Sèvres
(S. et O.)

Le 10 Juillet 1931
N.º 26

(TRADUCCION)

C E R T I F I C A D O

De los hilos geodésicos números 739 a 742, y de la cinta de 4 metros número 910. C. 3, perteneciente al Servicio Hidrográfico de la Armada de la República Oriental del Uruguay.

Ampliación del Certificado del 5 de Enero de 1926

Los hilos, llegados al Bureau el 1 de Mayo de 1931, fueron inmediatamente desarrollados y sometidos a estudio.

Se hicieron diez series de comparaciones, desde el 2 de Mayo hasta el 20 de Junio de 1931.

Se ha encontrado, para las distancias entre los trazos homólogos de las regletas, los valores siguientes, reducidos a la temperatura de 15° por medio de la fórmula de dilatación dada en el Certificado N.º 1.

Valor de los hilos a 15° y a la tensión de 10 kgs.-- (Tabla I)

N.º 739	=	24 mts.	+	1,49	milímetros.	
N.º 740	=	24	»	+	1,04	»
N.º 741	=	24	»	+	0,12	»
N.º 742	=	24	»	+	0,48	»

La cinta está constituida por una banda de Invar laminado y pulido, de 6,5 milímetros de ancho y de 0,5 milímetros de espesor, aproximadamente.

En una de sus caras tiene grabada una división que consiste en una serie de trazos cada decímetro, los cuales abarcan una extensión de 4,1 metros. El primero y último decímetros están divididos en centímetros y milímetros. Además, cada trazo decimétrico, —a excepción del que marca los 4 metros,— está encuadrado entre dos trazos milimétricos, y la división se ha prolongado hacia cada extremidad por trazos de un centímetro subdivididos en milímetros.

La cinta lleva la marca « J. Carpentier, Paris », y el número 910. C. 3.

La determinación de la longitud de la cinta fué realizada por comparación con seis intervalos de la base mural del Bureau. Durante estas comparaciones, la cinta fué sometida a la tensión de 10 kilogramos; fué sostenida solamente en los puntos que limitan los intervalos comparados.

La posición de los trazos del repere de la base con relación a los trazos de la cinta, situados a uno y otro lado, fueron determinados simultáneamente por dos observadores colocados frente a los

reperes utilizados. Para cada intervalo, los dos observadores hicieron cinco lecturas, haciendo pequeños desplazamientos longitudinales de la cinta entre cada una de éstas, y cambiando enseguida sus puestos.

Estas medidas, hechas a una temperatura media de $14^{\circ}90$ dieron los siguientes resultados:

Longitud de la cinta N.º 910 C. 3, a $14^{\circ}90=4$ mts.—2,02 mm.

Se determinó de la misma manera, comparándolos con un metro patrón de Invar, los metros sucesivos de la cinta soportados en toda su longitud.

Se obtuvo así, teniendo en cuenta el valor anotado antes para la longitud total, y la diferencia calculada entre la longitud verdadera de la cinta y la distancia rectilínea de sus trazos extremos, cuando está libremente suspendida, las siguientes longitudes correspondientes a los intervalos métricos:

Intervalos.	Valores a $14^{\circ}90$.
0 — 1	1 mtr — 0,44 mm.
1 — 2	1 » — 0,43 »
2 — 3	1 » — 0,49 »
3 — 4	1 » — 0,64 »

Las determinaciones de los hilos y de la cinta fueron ejecutadas por los señores L. Maudet, Adjunto, A. Bonhnore, Ayudante, y H. Moreau, Calculista del Bureau.

Firma del Director del Bureau.

En resumen, las variaciones que experimentaron los hilos en el intervalo entre las dos comparaciones en el Bureau, o sea, desde Octubre de 1925 hasta Junio de 1931, son las siguientes:

<u>Hilo N.º</u>	<u>Comp. 1925</u>	<u>Comp. 1931</u>	<u>Dif. en mm.</u>
739	1,51	1,49	— 0,02
740	1,12	1,04	— 0,08
741	0,15	0,12	— 0,03
742	0,48	0,48	0,00

A continuación damos las tablas de correcciones para las medidas hechas con los hilos Invar.

TABLA DE CORRECCIONES A LAS MEDIDAS EFECTADAS CON HILOS INVAR

EXPLICACION Y USO DE ESTAS TABLAS

Tabla I

De acuerdo con las propiedades del metal Invar, durante el estacionamiento de los hilos después de la fecha de su tratamiento térmico, éstos van modificando su longitud en forma muy lenta, tendiendo a un límite en el cual dicha variación se hace prácticamente estacionaria.

La primera ecuación para determinar estas pequeñas variaciones fué establecida el 27 de Julio de 1925, y la curva indicaba que a los 2400 días dichas variaciones llegarían sensiblemente a su estacionamiento, permaneciendo desde entonces los hilos con una longitud prácticamente constante, refiriéndola a la temperatura de 15° y bajo una tensión de 10 kilogramos. Este estacionamiento se alcanzaría a partir del año 1932.

Las nuevas comparaciones realizadas en la base mural del Bureau International des Poids et Mesures, han fijado las siguientes dimensiones de estos hilos, así como de la cinta Invar de 4 metros. Estas cantidades deben ser corregidas por los valores que se hallarán en las tablas II, III y IV siguientes.

Tabla I

VALOR DE LOS SIGUIENTES HILOS Y CINTAS INVAR, A LA TEMPERATURA DE 15° Y A LA TENSION DE 10 KILOGRAMOS

Hilo N.º 739 = 24 metros	+ 1,49 milímetros.
» » 740 = 24 »	+ 1,04 »
» » 741 = 24 «	+ 0,12 »
» » 742 = 24 »	+ 0,48 »
» » 731 = 8 »	+ 0,48 »
Cinta N.º 910. C. 3. = 4 metros	- 2,02 milímetros.

Tabla II

Esta tabla dá las variaciones que experimentan los hilos Invar en función de las temperaturas medias, durante los estacionamientos prolongados.

Los valores registrados en esta tabla fueron calculados por medio de la fórmula siguiente:

$$\Delta l_{\Theta} = - 0,00325 \times 10^{-6} \times t^2 \times l$$

siendo Δl_{Θ} la corrección que debe aplicarse y cuyo valor se encuentra tabulado en función de la temperatura media de estacionamiento.

La cantidad 0,00325 es un coeficiente determinado por el «Bureau».

t^2 representa la diferencia entre el cuadrado de la temperatura media (Θ) del tiempo de estacionamiento, y el cuadrado de la temperatura a que fueron comparados los hilo (15°), o sea la temperatura de origen.

l es la longitud del hilo.

Ejemplo.—Supongamos un hilo de 24 metros cuyo valor fué determinado durante un largo reposo a una temperatura de 15° , y este hilo se emplea en una medida de base durante una Estación (Otoño) cuya temperatura media ha resultado de 20° .

En este caso se aplicará al valor original del hilo una corrección de 0,01 milímetro, substractiva. Esta corrección es constante para todas las tiradas efectuadas en dicho trabajo, aún cuando este dure varios días.

Prácticamente, esta temperatura media puede obtenerse tomando la media de las temperaturas habidas en las semanas que preceden al trabajo, lo cual es suficiente a los fines de esta corrección.

Tabla III

Esta tabla dá las variaciones accidentales que experimenta el **hilo invar**, producidas por los cambios de temperatura registrados **en cada una de las tiradas** o mediciones parciales.

Estas temperaturas deben tomarse con el termómetro de fronda en el mismo sitio donde se opera con los hilos.

Estas tablas fueron calculadas por la fórmula siguiente:

$$\Delta l_{\Theta} = l \left[\Theta (b\Theta + a) \right]$$

$$a = - 0,180 \times 10^{-6}$$

$$b = + 0,00205 \times 10^{-6}$$

La tabla III a. fué calculada por la misma fórmula, pero los valores de los coeficientes a y b son diferentes a los de la tabla III. Aquellos fueron determinados en el *comparador* para los hilos de 8 metros. y éstos para los de 24 metros.

Así pues, para 8 metros se tiene:

$$a = - 0,061 \times 10^{-6}$$

$$b = + 0,00065 \times 10^{-6}$$

En el cálculo se emplean solamente las cifras hasta el centésimo de milímetro, aunque las tablas dan hasta el milésimo de mm.

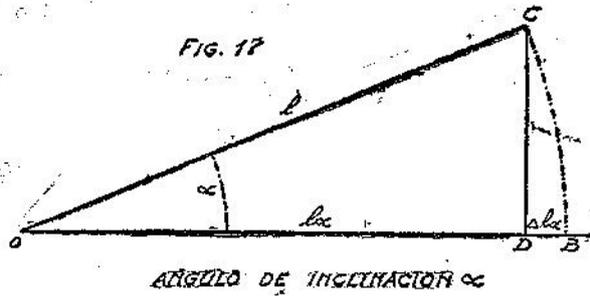
Cuando se mide una cantidad menor de 8 metros, lo cual se ejecuta con la cinta de 4 metros, la corrección para esta cinta no alcanza a 0,005 milímetros y por lo tanto puede despreciarse.

Tabla IV

Dá la corrección que debe efectuarse al valor obtenido en cada tirada, proporcionando la proyección horizontal de ésta.

Dicha corrección por pendiente se halla tabulada en función de la tangente del ángulo α formado por el hilo y el plano horizontal de uno de sus extremos.

Esta corrección, que denominamos Δl_{α} , es la diferencia D B entre el valor absoluto de la tirada OC y su proyección horizontal OD. (Figura 17).



Por construcción hacemos OB igual a OC.

Supongamos situado el anteojo de nivel en O y la mira de nivelación (alojada sobre el repere) en C; la línea horizontal OD queda determinada por la visual que corresponde a la lectura *ceño* del anteojo, estando éste nivelado. La línea OC es la visual que se dirige a la línea de fé de la mira citada, haciendo la lectura correspondiente en la escala del anteojo.

Las divisiones de esta escala representan el milésimo absoluto de la pendiente, pues su menor división corresponde a una magnitud de 24 milímetros vistos a la distancia de 24 metros; o sea, cada división es una milésima de la distancia horizontal. Así pues, el valor que se lee en la escala representa la tangente natural del ángulo de inclinación del hilo sobre la horizontal.

De los elementos de la figura anterior obtenemos:

$$l_{\alpha} = l - \Delta l_{\alpha}$$

y también

$$l_{\alpha} = l \cos \alpha$$

Substituyendo en la anterior, tenemos:

$$l \cos \alpha = l - \Delta l_{\alpha}$$

y despejando

$$\Delta l_{\alpha} = l - l \cos \alpha$$

Pero como

$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \text{tg}^2 \alpha}}$$

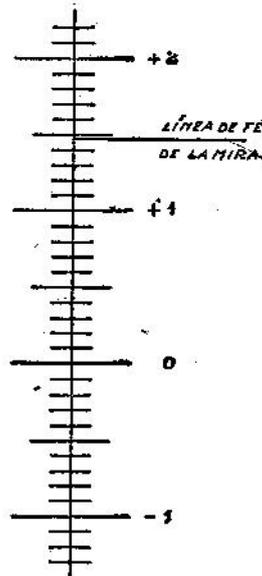
obtenemos finalmente:

$$\Delta l_{\alpha} = l - l \frac{1}{\sqrt{1 + \text{tg}^2 \alpha}}$$

Ejemplo:

Para 24 metros. —El esquema adjunto, figura 18, representa una parte de la escala del anteojo. Suponemos que la línea de fé o índice de la mira corta dicha escala en el sitio donde se indica por un trazo.

Como la menor división es una milésima, leeremos + 0,014.7 en cuya cantidad hemos apreciado aproximadamente la fracción del orden de las diezmilésimas.



ESCALA FOTOMETRICA
DEL ANTEOJO DE NIVEL.
(INVAR).

Para hallar la corrección por pendiente en función de la anterior lectura del anteojo, entramos en la Tabla IV con el argumento 0,014 en la columna vertical de $\text{tang.}\alpha$, y en la parte horizontal, con la fracción 0,0007 de la misma lectura; en correspondencia a tales argumentos encontramos la corrección: 2,593 milímetros, la que, naturalmente, es siempre a restar del valor de la tirada medida directamente.

Para obtener el valor de la pendiente en tanto por ciento de la distancia, se multiplicará por 100 el valor de la lectura 0,0147, que es igual a 1,47 % en el caso de nuestro ejemplo.

Ejemplo: para una distancia de X metros

En una tirada fraccionaria de 2 mts. 675, se midió una pendiente en la escala del anteojo, siendo su lectura de 0,0040.

En la tabla IV ya citada existe una columna vertical derecha ($l = 1$ metro). Con el argumento 0,0040 encontramos en esta columna una corrección de 0,008, la que multiplicada por los 2,675 metros de la distancia, nos dá finalmente: 0,02 milímetros de corrección substractiva para la tirada.

TABLA II
DE DILATACIONES
 PARA CAMBIOS LENTOS DE
 TEMPERATURA. (DURANTE LAS ESTACIONES)
 PARA LOS HILOS "INVAR" DE 8 Y 24 METROS

TEMPERATURAS	— DILATACIONES —		
	PARA 1 METRO	PARA 8 METROS	PARA 24 METROS
°	μ	m/m	m/m
0	+0,7	+0,006	+0,018
1	+0,7	+0,006	+0,018
2	+0,7	+0,006	+0,018
3	+0,7	+0,006	+0,017
4	+0,7	+0,006	+0,017
5	+0,6	+0,005	+0,016
6	+0,6	+0,005	+0,015
7	+0,6	+0,005	+0,014
8	+0,5	+0,004	+0,013
9	+0,5	+0,004	+0,012
10	+0,4	+0,003	+0,010
11	+0,3	+0,002	+0,009
12	+0,3	+0,002	+0,007
13	+0,2	+0,002	+0,005
14	+0,1	+0,001	+0,003
15	0,0	0,000	0,000
16	-0,1	-0,001	-0,002
17	-0,2	-0,002	-0,005
18	-0,3	-0,002	-0,007
19	-0,4	-0,003	-0,010
20	-0,6	-0,005	-0,013
21	-0,7	-0,006	-0,016
22	-0,8	-0,006	-0,020
23	-1,0	-0,008	-0,023
24	-1,1	-0,009	-0,027
25	-1,3	-0,010	-0,031
26	-1,5	-0,012	-0,035
27	-1,6	-0,013	-0,039
28	-1,8	-0,014	-0,043
29	-2,0	-0,016	-0,048
30	-2,2	-0,018	-0,052

TABLA III DE DILATACIONES

DA LA CORRECCION QUE CORRESPONDE
A LOS CAMBIOS ACCIDENTALES DE TEMPERATURA,
EN CADA TIRADA. HILOS DE 24 METROS.
N^{os} : 739. 740. 741. 742.

TEMPE- RATURA	COEFICIENTE $\alpha = (b\theta + a)$	DILATACION Δl_{θ}	
		PARA	
		1 mt.	24 mts.
°		μ	m/m
0	$-0,180 \times 10^{-6}$	+2.70	+0,065
1	-0,178 "	+2.49	+0,060
2	-0,176 "	+2.29	+0,055
3	-0,174 "	+2.09	+0,050
4	-0,172 "	+1.89	+0,045
5	-0,170 "	+1.70	+0,041
6	-0,168 "	+1.51	+0,036
7	-0,166 "	+1.33	+0,032
8	-0,164 "	+1.15	+0,028
9	-0,162 "	+0,97	+0,023
10	-0,159 "	+0,79	+0,019
11	-0,157 "	+0,63	+0,015
12	-0,155 "	+0,46	+0,011
13	-0,153 "	+0,31	+0,007
14	-0,151 "	+0,15	+0,004
15	-0,149 "	0,00	0,000
16	-0,147 "	-0,15	-0,004
17	-0,145 "	-0,29	-0,007
18	-0,143 "	-0,43	-0,010
19	-0,141 "	-0,56	-0,013
20	-0,139 "	-0,69	-0,017
21	-0,137 "	-0,82	-0,020
22	-0,135 "	-0,94	-0,023
23	-0,133 "	-1,06	-0,025
24	-0,131 "	-1,18	-0,028
25	-0,129 "	-1,29	-0,031
26	-0,127 "	-1,40	-0,034
27	-0,125 "	-1,50	-0,036
28	-0,123 "	-1,60	-0,038
29	-0,121 "	-1,69	-0,041
30	-0,118 "	-1,78	-0,043

TABLA III^a DE DILATACIONES

DA LA CORRECCION QUE CORRESPONDE
A LOS CAMBIOS ACCIDENTALES DE TEMPERA
TURA, EN CADA TIRADA. HILO DE 8 METROS
N^o 737

TEMPE RATURA	COEFICIENTE $\alpha = (b + a)$	DILATACION Δl_6	
		PARA	
		1 mt.	8 mts.
		μ	m/m
0	$-0,061 \times 10^{-6}$	+0,91	+0,007
1	-0,060 "	+0,84	+0,007
2	-0,060 "	+0,78	+0,006
3	-0,059 "	+0,71	+0,006
4	-0,058 "	+0,64	+0,005
5	-0,058 "	+0,58	+0,005
6	-0,057 "	+0,51	+0,004
7	-0,056 "	+0,45	+0,004
8	-0,056 "	+0,39	+0,003
9	-0,055 "	+0,33	+0,003
10	-0,054 "	+0,27	+0,002
11	-0,054 "	+0,22	+0,002
12	-0,053 "	+0,16	+0,001
13	-0,053 "	+0,11	+0,001
14	-0,052 "	+0,05	0,000
15	-0,051 "	0,00	0,000
16	-0,051 "	-0,05	0,000
17	-0,050 "	-0,10	-0,001
18	-0,049 "	-0,15	-0,001
19	-0,049 "	-0,20	-0,002
20	-0,048 "	-0,24	-0,002
21	-0,047 "	-0,28	-0,002
22	-0,047 "	-0,33	-0,003
23	-0,046 "	-0,37	-0,003
24	-0,045 "	-0,41	-0,003
25	-0,045 "	-0,45	-0,004
26	-0,044 "	-0,48	-0,004
27	-0,043 "	-0,52	-0,004
28	-0,043 "	-0,56	-0,004
29	-0,042 "	-0,59	-0,005
30	-0,041 "	-0,62	-0,005

CORRECCION POR PENDIENTE, PARA $\rho = 24$ mts. y $L = 17$ mts.
VALORES DE ΔL_c EN FUNCION DE TANGENTE.

TANG. %	$\rho = 24$ mts.										$L = 17$ m.	
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.001	0.015	0.017	0.020	0.024	0.027	0.030	0.034	0.037	0.040	0.043	0.046	0.049
0.002	0.048	0.053	0.058	0.063	0.069	0.075	0.081	0.087	0.094	0.101	0.108	0.115
0.003	0.108	0.115	0.123	0.131	0.139	0.147	0.156	0.164	0.173	0.182	0.191	0.200
0.004	0.192	0.202	0.212	0.222	0.232	0.243	0.254	0.265	0.276	0.288	0.300	0.312
0.005	0.300	0.312	0.324	0.337	0.350	0.363	0.376	0.390	0.404	0.418	0.432	0.445
0.006	0.432	0.446	0.461	0.476	0.492	0.507	0.523	0.539	0.555	0.571	0.588	0.604
0.007	0.588	0.605	0.622	0.639	0.657	0.675	0.693	0.711	0.730	0.749	0.768	0.787
0.008	0.768	0.787	0.807	0.827	0.847	0.867	0.888	0.908	0.929	0.950	0.971	0.992
0.009	0.992	0.992	1.016	1.038	1.060	1.083	1.106	1.129	1.152	1.176	1.200	1.224
0.010	1.200	1.224	1.248	1.273	1.298	1.323	1.348	1.374	1.400	1.426	1.452	1.478
0.011	1.452	1.478	1.505	1.532	1.559	1.587	1.615	1.643	1.671	1.699	1.728	1.756
0.012	1.728	1.757	1.786	1.815	1.845	1.875	1.905	1.935	1.966	1.997	2.028	2.059
0.013	2.028	2.059	2.091	2.122	2.154	2.186	2.219	2.252	2.285	2.318	2.352	2.385
0.014	2.352	2.385	2.419	2.453	2.488	2.523	2.558	2.593	2.628	2.664	2.700	2.735
0.015	2.700	2.736	2.772	2.808	2.845	2.882	2.920	2.957	2.995	3.033	3.071	3.109
0.016	3.071	3.110	3.149	3.188	3.227	3.266	3.306	3.346	3.386	3.426	3.466	3.506
0.017	3.467	3.508	3.549	3.590	3.632	3.674	3.716	3.758	3.801	3.844	3.887	3.930
0.018	3.887	3.930	3.974	4.018	4.062	4.106	4.150	4.195	4.240	4.285	4.330	4.375
0.019	4.331	4.376	4.422	4.468	4.515	4.562	4.609	4.656	4.703	4.751	4.798	4.845

TABLA IV (continuación)

T.M.B.C	L = 24 mts.										L = 1m m. m	
	m. m	m. m	m. m	m. m	m. m	m. m	m. m	m. m	m. m	m. m		
0.020	4.799	4.895	4.943	4.992	5.041	5.091	5.140	5.190	5.240	5.290	0.0009	0.0000
0.021	5.290	5.391	5.442	5.494	5.545	5.597	5.649	5.701	5.753	5.804	0.0009	0.0000
0.022	5.806	5.912	5.965	6.019	6.073	6.127	6.181	6.235	6.290	6.344	0.0009	0.0000
0.023	6.345	6.456	6.512	6.568	6.624	6.681	6.737	6.794	6.851	6.908	0.0009	0.0000
0.024	6.909	7.025	7.083	7.141	7.200	7.259	7.318	7.377	7.436	7.495	0.0009	0.0000
0.025	7.496	7.617	7.677	7.738	7.799	7.861	7.922	7.984	8.046	8.108	0.0009	0.0000
0.026	8.108	8.233	8.296	8.359	8.422	8.486	8.540	8.614	8.678	8.742	0.0009	0.0000
0.027	8.743	8.873	8.938	9.004	9.070	9.136	9.202	9.269	9.335	9.402	0.0009	0.0000
0.028	9.402	9.537	9.605	9.673	9.741	9.809	9.878	9.947	10.016	10.085	0.0009	0.0000
0.029	10.086	10.225	10.295	10.366	10.436	10.507	10.578	10.649	10.721	10.792	0.0009	0.0000
0.030	10.793	10.935	11.009	11.082	11.155	11.228	11.302	11.376	11.450	11.524	0.0009	0.0000
0.031	11.524	11.673	11.748	11.823	11.898	11.974	12.050	12.126	12.202	12.278	0.0009	0.0000
0.032	12.279	12.435	12.509	12.584	12.665	12.743	12.821	12.900	12.978	13.057	0.0009	0.0000
0.033	13.057	13.216	13.296	13.376	13.456	13.536	13.617	13.698	13.779	13.860	0.0009	0.0000
0.034	13.860	14.023	14.105	14.188	14.270	14.353	14.436	14.519	14.602	14.685	0.0009	0.0000
0.035	14.686	14.855	14.939	15.024	15.109	15.194	15.279	15.365	15.451	15.536	0.0009	0.0000
0.036	15.537	15.710	15.797	15.884	15.971	16.059	16.146	16.234	16.322	16.410	0.0009	0.0000
0.037	16.411	16.590	16.678	16.768	16.857	16.947	17.037	17.128	17.218	17.308	0.0009	0.0000
0.038	17.309	17.492	17.583	17.675	17.767	17.860	17.952	18.045	18.138	18.230	0.0009	0.0000

TABLA IV (continuación)

$\rho = 24 \text{ mts.}$

TABLA	mm. mm 0,0000	mm. mm 0,0004	mm. mm 0,0008	mm. mm 0,0012	mm. mm 0,0016	mm. mm 0,0020	mm. mm 0,0024	mm. mm 0,0028	mm. mm 0,0032	mm. mm 0,0036	mm. mm 0,0040	mm. mm 0,0044	mm. mm 0,0048	mm. mm 0,0052	mm. mm 0,0056	mm. mm 0,0060	mm. mm 0,0064	mm. mm 0,0068	mm. mm 0,0072	mm. mm 0,0076	mm. mm 0,0080	mm. mm 0,0084	mm. mm 0,0088	mm. mm 0,0092	mm. mm 0,0096	mm. mm 0,0100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
0.059	41.663	41.804	41.945	42.087	42.229	42.371	42.513	42.655	42.797	42.939	43.081	43.223	43.365	43.507	43.649	43.791	43.933	44.075	44.217	44.359	44.501	44.643	44.785	44.927	45.069	45.211	45.353	45.495	45.637	45.779	45.921	46.063	46.205	46.347	46.489	46.631	46.773	46.915	47.057	47.199	47.341	47.483	47.625	47.767	47.909	48.051	48.193	48.335	48.477	48.619	48.761	48.903	49.045	49.187	49.329	49.471	49.613	49.755	49.897	50.039	50.181	50.323	50.465	50.607	50.749	50.891	51.033	51.175	51.317	51.459	51.601	51.743	51.885	52.027	52.169	52.311	52.453	52.595	52.737	52.879	53.021	53.163	53.305	53.447	53.589	53.731	53.873	54.015	54.157	54.299	54.441	54.583	54.725	54.867	55.009	55.151	55.293	55.435	55.577	55.719	55.861	56.003	56.145	56.287	56.429	56.571	56.713	56.855	56.997	57.139	57.281	57.423	57.565	57.707	57.849	57.991	58.133	58.275	58.417	58.559	58.701	58.843	58.985	59.127	59.269	59.411	59.553	59.695	59.837	59.979	60.121	60.263	60.405	60.547	60.689	60.831	60.973	61.115	61.257	61.399	61.541	61.683	61.825	61.967	62.109	62.251	62.393	62.535	62.677	62.819	62.961	63.103	63.245	63.387	63.529	63.671	63.813	63.955	64.097	64.239	64.381	64.523	64.665	64.807	64.949	65.091	65.233	65.375	65.517	65.659	65.801	65.943	66.085	66.227	66.369	66.511	66.653	66.795	66.937	67.079	67.221	67.363	67.505	67.647	67.789	67.931	68.073	68.215	68.357	68.499	68.641	68.783	68.925	69.067	69.209	69.351	69.493	69.635	69.777	69.919	70.061	70.203	70.345	70.487	70.629	70.771	70.913	71.055	71.197	71.339	71.481	71.623	71.765	71.907	72.049	72.191	72.333	72.475	72.617	72.759	72.901	73.043	73.185	73.327	73.469	73.611	73.753	73.895	74.037	74.179	74.321	74.463	74.605	74.747	74.889	75.031	75.173	75.315	75.457	75.599	75.741	75.883	76.025	76.167	76.309	76.451	76.593	76.735	76.877	77.019	77.161	77.303	77.445	77.587	77.729	77.871	78.013	78.155	78.297	78.439	78.581	78.723	78.865	79.007	79.149	79.291	79.433	79.575	79.717	79.859	80.001	80.143	80.285	80.427	80.569	80.711	80.853	80.995	81.137	81.279	81.421	81.563	81.705	81.847	81.989	82.131	82.273	82.415	82.557	82.699	82.841	82.983	83.125	83.267	83.409	83.551	83.693	83.835	83.977	84.119	84.261	84.403	84.545	84.687	84.829	84.971	85.113	85.255	85.397	85.539	85.681	85.823	85.965	86.107	86.249	86.391	86.533	86.675	86.817	86.959	87.101	87.243	87.385	87.527	87.669	87.811	87.953	88.095	88.237	88.379	88.521	88.663	88.805	88.947	89.089	89.231	89.373	89.515	89.657	89.799	89.941	90.083	90.225	90.367	90.509	90.651	90.793	90.935	91.077	91.219	91.361	91.503	91.645	91.787	91.929	92.071	92.213	92.355	92.497	92.639	92.781	92.923	93.065	93.207	93.349	93.491	93.633	93.775	93.917	94.059	94.201	94.343	94.485	94.627	94.769	94.911	95.053	95.195	95.337	95.479	95.621	95.763	95.905	96.047	96.189	96.331	96.473	96.615	96.757	96.899	97.041	97.183	97.325	97.467	97.609	97.751	97.893	98.035	98.177	98.319	98.461	98.603	98.745	98.887	99.029	99.171	99.313	99.455	99.597	99.739	99.881	100.023	100.165	100.307	100.449	100.591	100.733	100.875	101.017	101.159	101.301	101.443	101.585	101.727	101.869	102.011	102.153	102.295	102.437	102.579	102.721	102.863	103.005	103.147	103.289	103.431	103.573	103.715	103.857	104.000	104.142	104.284	104.426	104.568	104.710	104.852	104.994	105.136	105.278	105.420	105.562	105.704	105.846	105.988	106.130	106.272	106.414	106.556	106.698	106.840	106.982	107.124	107.266	107.408	107.550	107.692	107.834	107.976	108.118	108.260	108.402	108.544	108.686	108.828	108.970	109.112	109.254	109.396	109.538	109.680	109.822	109.964	110.106	110.248	110.390	110.532	110.674	110.816	110.958	111.100	111.242	111.384	111.526	111.668	111.810	111.952	112.094	112.236	112.378	112.520	112.662	112.804	112.946	113.088	113.230	113.372	113.514	113.656	113.798	113.940	114.082	114.224	114.366	114.508	114.650	114.792	114.934	115.076	115.218	115.360	115.502	115.644	115.786	115.928	116.070	116.212	116.354	116.496	116.638	116.780	116.922	117.064	117.206	117.348	117.490	117.632	117.774	117.916	118.058	118.200	118.342	118.484	118.626	118.768	118.910	119.052	119.194	119.336	119.478	119.620	119.762	119.904	120.046	120.188	120.330	120.472	120.614	120.756	120.898	121.040	121.182	121.324	121.466	121.608	121.750	121.892	122.034	122.176	122.318	122.460	122.602	122.744	122.886	123.028	123.170	123.312	123.454	123.596	123.738	123.880	124.022	124.164	124.306	124.448	124.590	124.732	124.874	125.016	125.158	125.300	125.442	125.584	125.726	125.868	126.010	126.152	126.294	126.436	126.578	126.720	126.862	127.004	127.146	127.288	127.430	127.572	127.714	127.856	128.000	128.142	128.284	128.426	128.568	128.710	128.852	128.994	129.136	129.278	129.420	129.562	129.704	129.846	130.000

TABLA IV (continuación)

$L = 24 \text{ mts.}$

TAME.C	$L = 24 \text{ mts.}$										$L = 1m$ mm. cm 0,0000
	mm. cm. 0,0000	mm. cm. 0,0004	mm. cm. 0,0008	mm. cm. 0,0012	mm. cm. 0,0016	mm. cm. 0,0020	mm. cm. 0,0024	mm. cm. 0,0028	mm. cm. 0,0032	mm. cm. 0,0036	
0.039	18.231	18.324	18.418	18.512	18.604	18.701	18.796	18.891	18.986	19.084	0.7596
0.040	19.144	19.243	19.369	19.465	19.562	19.659	19.756	19.853	19.951	20.049	0.7990
0.041	20.144	20.245	20.343	20.442	20.541	20.640	20.740	20.840	20.940	21.040	0.8394
0.042	21.140	21.241	21.343	21.443	21.544	21.646	21.748	21.850	21.952	22.054	0.8808
0.043	22.154	22.260	22.364	22.467	22.571	22.675	22.779	22.883	22.988	23.093	0.9232
0.044	23.198	23.304	23.409	23.515	23.621	23.728	23.834	23.941	24.048	24.156	0.9666
0.045	24.269	24.377	24.479	24.584	24.696	24.805	24.913	25.023	25.132	25.242	1.0110
0.046	25.352	25.462	25.572	25.683	25.794	25.905	26.016	26.128	26.240	26.352	1.0563
0.047	26.464	26.577	26.689	26.802	26.916	27.029	27.143	27.257	27.371	27.486	1.1024
0.048	27.600	27.715	27.830	27.946	28.061	28.177	28.293	28.410	28.526	28.643	1.1500
0.049	28.760	28.877	28.995	29.113	29.231	29.349	29.468	29.586	29.705	29.824	1.1983
0.050	29.944	30.064	30.183	30.304	30.424	30.545	30.666	30.787	30.908	31.029	1.2474
0.051	31.151	31.273	31.396	31.518	31.641	31.764	31.887	32.011	32.134	32.258	1.2980
0.052	32.382	32.507	32.631	32.756	32.881	33.007	33.132	33.258	33.384	33.511	1.3493
0.053	33.634	33.764	33.891	34.018	34.146	34.273	34.401	34.530	34.658	34.787	1.4015
0.054	34.916	35.045	35.174	35.304	35.434	35.564	35.694	35.825	35.956	36.087	1.4548
0.055	36.218	36.349	36.481	36.613	36.745	36.878	37.011	37.144	37.277	37.410	1.5091
0.056	37.544	37.678	37.812	37.946	38.081	38.216	38.351	38.486	38.621	38.757	1.5643
0.057	38.893	39.030	39.166	39.303	39.440	39.577	39.714	39.852	39.990	40.128	1.6205
0.058	40.266	40.405	40.544	40.683	40.822	40.962	41.102	41.242	41.382	41.523	1.6778

EQUIPO INVAR DE MANO

Para la medición de bases secundarias, lados de poligonales de precisión, etc.

Este material está constituido por dos hilos Invar de 20 metros, teniendo como accesorios los siguientes instrumentos.

Dos porta-mosquetones giratorios.

Dos dinamómetros con índice a los 8 kilogramos.

Dos tablillas o pizarras para reperes eventuales de las plomadas.

Dos plomadas.

Dos tableros-tensores, con poleas, para emplear cuando se desee usar el hilo bajo tensión de pesas de 8 kilogramos.

Un clinómetro, constituido por un sector graduado y plomada, destinado a medir la pendiente del hilo en cada tirada.

Una caja de madera para guardar los hilos y accesorios pequeños

Descripción de los Hilos

Ambos hilos vienen arrollados en corona libre y acondicionados en la caja por medio de varias correas que lo fijan convenientemente.

Sus extremos están fijados a sendas regletas, constituidas por una pieza robusta de latón. En la parte media de estas regletas hay un trazo transversal que constituye la línea de fé.

En los extremos de las regletas se han dispuestos los cáncamos para enganchar los porta-mosquetones.

En una de las regletas de cada uno de los hilos está grabada la marca de Fábrica de la «Société des Lunetiers», de París, y los respectivos números 77 y 78.

Certificados

Los siguientes Certificados fueron expedidos por la Fábrica de los hilos Invar destinados a mediciones de bases secundarias:

Société des Lunetiers
6 Rue Pastourelle
Paris 3^e Art.

(TRADUCCION)

París, 4 de Setiembre de 1925.
Archivos 82-03

Hilo Invar Nro. 77

CERTIFICADO DE EMPADRONAMIENTO

El hilo Invar N.º 77 fué empadronado en nuestras Oficinas el día 3 de Setiembre de 1925, haciéndose la comparación bajo una tensión de 8 kilogramos.

La longitud de este hilo es de 20,000.00 metros (entre trazos).

Firmado: *Pethe, Eparvier, Destribois.*

Hilo Invar Nro. 78

Certificado de Empadronamiento

El hilo Invar Nro. 78 fué empadronado en nuestras Oficinas el día 3 de Setiembre de 1925, haciéndose la comparación bajo una tensión de 8 kilogramos.

La longitud de este hilo es de 20,000.03 metros (entre trazos).

Firmado: *Pethe, Eparvier, Destribois.*

Los anteriores valores asignados para cada hilo deben suponerse a una temperatura de 15°.

Como la variaciones por temperatura, en nuestro país, son sumamente pequeñas y despreciables para los usos que damos a estos hilos, no se han confeccionado tablas para las correcciones por cambios de temperatura.

Así pues, las dimensiones de ambos hilos, tomadas entre los trazos transversales de las regletas, puede considerarse de 20,000 metros; todas las lecturas se apreciarán al milímetro.

A cada tirada se le hará la corrección que le corresponda por pendiente, a cuyo efecto damos más adente la tabla V con dichas correcciones, confeccionadas para los hilos de 20 metros.

Este tabla dá también la corrección que corresponde a un metro de distancia, lo cual permite hallar aquéllas para las tiradas fraccionarias finales.

A semejanza de la Tabla IV, aquí se han tabulado los valores en función de la tangente del ángulo α formado entre el hilo y el plano horizontal; pero para comodidad de cálculo, como con el equipo de mano se miden directamente los ángulos α citados, se ha confeccionado la tabla con los valores correspondientes a dichos ángulos, de diez en diez minutos. La columna vertical de la izquierda contiene el argumento *ángulo* α . La columna vertical de la derecha contiene las correcciones que se deben restar a los valores de las tiradas hechas con el hilo de 20 metros.

Como se ha dicho, el ángulo de inclinación α se determina por medio de un sector graduado que se cuelga del hilo, mientras está éste en la posición que ocupó durante la medición. Del centro de este sector pende una plomada suspendida por medio de un hilo de seda. La lectura se hace sencillamente sobre la graduación del sector que queda cruzada por el hilo de la plomada.

T A B L A V

CORRECCION POR PENDIENTE

CORRECCIÓN A RESTAR DE LA LONGITUD MEDIDA CON EL HILO DE 20 MTS.

ANGULO α	TANGENTE α	Correc. para 1 metro	Correc. para 20 metros	ANGULO α	TANGENTE α	Correc. para 1 metro	Correc. para 20 metros
		mm.	mm.			mm.	mm.
0°00'	0,000	0,000	0,0	3°00'	0,052	1,349	27,0
10	0,003	0,004	0,1	10	0,055	1,509	30,2
20	0,006	0,018	0,4	20	0,058	1,678	33,6
30	0,009	0,040	0,8	30	0,061	1,855	37,1
40	0,012	0,072	1,4	40	0,064	2,042	40,8
50	0,015	0,112	2,2	50	0,067	2,337	44,7
1°00'	0,017	0,144	2,9	4°00'	0,070	2,441	48,8
10	0,020	0,200	4,0	10	0,073	2,654	53,1
20	0,023	0,264	5,3	20	0,076	2,875	57,5
30	0,026	0,338	6,8	30	0,079	3,106	62,1
40	0,029	0,420	8,4	40	0,082	3,345	66,9
50	0,032	0,512	10,2	50	0,085	3,593	71,9
2°00'	0,035	0,612	12,2	5°00'	0,087	3,763	75,3
10	0,038	0,721	14,4	10	0,090	4,026	80,5
20	0,041	0,839	16,8	20	0,093	4,297	85,9
30	0,044	0,967	19,3	30	0,096	4,576	91,5
40	0,047	1,103	22,1	40	0,099	4,865	97,3
50	0,049	1,198	24,0	50	0,100	4,963	99,3

TRIANGULACION

Medición de ángulos por vueltas al horizonte

cálculo de la red y compensación

Medición de ángulos

En la Primera Parte de estos Anales, en el Título referente a *Triangulación y Base*,— páginas 46 y siguientes,— se determina el método para medir los ángulos en cada uno de los vértices de la triangulación principal.

Dicho método, que es el de vueltas al horizonte, se desarrolla por seis series de observaciones completas; cada serie está constituida por una vuelta con círculo vertical a la izquierda y otra con círculo a la derecha, teniendo ambas como origen posiciones homólogas del círculo horizontal.

Primeramente se determinan las *direcciones de todas las líneas que convergen en el vértice*, marcándolas sucesivamente a partir de la dirección de origen, y cerrando la vuelta sobre el punto inicial. El punto sobre el cual se hace la marcación de origen debe ser bien visible y estar bien iluminado; además, es necesario que tenga una estructura tal que permita colimarle sin dar lugar a indeterminaciones; esta condición es muy importante para reducir el error de cierre.

Efectuada la primera vuelta al horizonte, se harán sucesivamente cinco más, en igual forma que la primera, pero cambiando la lectura de origen del círculo horizontal al iniciar cada vuelta. Estas lecturas de origen deben ser *aproximadamente* las siguientes:

0°, 30°, 60°, 90°, 120° y 150°. De tal modo las seis vueltas se habrán repartido igualmente por todo el limbo horizontal.

Se sobrentiende que en todas las vueltas se mantendrá siempre el mismo punto de origen, sobre el cual se hará la colimación inicial.

Todas las colimaciones anteriores deben ser hechas conservando el círculo vertical hacia un mismo lado del anteojo. Cuando se hayan terminado estas seis vueltas, se hará el *tránsito* del anteojo y enseguida se efectuarán otras seis vueltas al horizonte, en la misma forma que se procedió en la primera operación, pero conservando ahora el círculo vertical hacia el lado contrario al que estaba antes. Generalmente se inician las observaciones en la posición de *círculo izquierda*, para seguir el orden indicado en las planillas, pasando después a la posición *círculo derecha*.

Por este método se obtienen 12 determinaciones para cada ángulo formado en el vértice de estación.

Todas estas observaciones se anotarán en la libreta de Campo, la cual debe llevarse en forma muy clara y minuciosamente detallada.

Con tales anotaciones se confeccionará el *Registro* en las planillas impresas semejantes a la A, que se anexa a continuación.

Las siguientes observaciones fueron realizadas en el vértice CERRO, el cual es también origen de coordenadas geográficas.

Una vez confeccionada la planilla anterior, procederemos a determinar los ángulos correspondientes a cada serie, calculando también el valor medio de cada uno, sus errores, y finalmente compensándolos para que la suma de todos ellos sea 360°.

Tales operaciones las haremos en la planilla B que va a continuación, titulada «Cálculo de los ángulos definitivos».

En la 2ª. plana correspondiente a «Estudio de la Serie», se han dispuesto, en este caso, cuatro casillas para los ángulos formados alrededor del vértice, las cuales van numeradas del 1 al 4.

Cada una de estas casillas va encabezada con los nombres de los dos puntos colimados que determinan el ángulo respectivo.

En cada casillero se anotan los doce ángulos deducidos de la planilla A, inscribiéndolos en las respectivas líneas y columna dispuestas a este efecto. Se observará que enseguida del encabezamiento van anotados los grados y minutos del ángulo, cantidad común para todas las reiteraciones hechas de éste. (Ejemplo: 37°04').

En la cuarta columna se anota el promedio de los segundos correspondientes a cada *serie*, o sea, a las dos posiciones del círculo vertical, izquierda y derecha, con un mismo origen o posición del círculo horizontal. Ejemplo: segundos del ángulo I = 17"00; segundos del ángulo D = 25"25; promedio de estas dos cantidades = 21"12.

Al pié de esta columna se anota la suma y el promedio de los segundos correspondientes a todas las observaciones efectuadas.

En la quinta columna van los valores de E_a correspondientes a las diferencias del promedio (22"18) con cada uno de los promedios parciales; ejemplo: 22"18 — 21"12 = 1"06.

En la sexta columna se escribe el cuadrado de las diferencias de la columna anterior: E_a^2 .

Al pié de esta columna va la suma de los cuadrados.

Finalmente, en el espacio inferior de cada casillero se anota el valor del *error medio de una observación aislada*:

$$m = \sqrt{\frac{[E_a^2]}{n}} \qquad m = \sqrt{\frac{73,3705}{6}} = \pm 3,50$$

Debe recordarse que en esta notación, las cantidades contenidas dentro de la llave [] indican la suma de ellas; en este caso se quiere expresar la suma de los cuadrados de E_a .

A continuación se anota el *error medio de la media*.

$$M_x = \frac{m}{\sqrt{n}}$$

que para nuestro ejemplo es:

$$M_x = \frac{3,50}{\sqrt{6}} = \pm 1,43$$

A renglón seguido se expresa el valor de la *tolerancia* admitida para el error medio de la magnitud de un ángulo aislado de la vuelta al horizonte.

Esta tolerancia se ha fijado en 2"00 para los ángulos de la red principal. Para determinar esta cantidad se tuvo en cuenta las

consideraciones expresadas en las páginas 49, 50, 51 y 52 de estos Anales, así como las características de los instrumentos generalmente usados por nuestro Servicio (apreciación de los microscopios de lectura y aumento de los anteojos).

En cada cuadro se ha indicado también el peso de las observaciones:

$$P = 6$$

En este caso los cuatro ángulos fueron determinados con el mismo peso 6, pero puede acontecer que, por hallarse un error en alguna de las series de determinación de un ángulo, haya necesidad de rechazarla, disminuyendo en tal caso el peso correspondiente.

Se ha adoptado como *peso de la determinación de un ángulo*, el número de series completas efectuadas para dicha determinación.

Según esta definición, el peso 6 asignado a estos ángulos proviene de las 6 series de mediciones hechas.

En principio, la determinación de todos los ángulos de un mismo vértice debe ser realizada con un mismo peso, y de acuerdo con lo reglamentado por este Servicio, (pág. 47, último párrafo) aquél debe ser igual a 6.

Solamente se admitirá un ángulo determinado con un peso inferior a 6, cuando no haya posibilidad de volverlo a medir, ya sea por haber desaparecido la señal u otra causa de fuerza mayor.

Finalmente, si el *error medio de la media es igual o inferior a la tolerancia* estipulada, se admitirá el ángulo, escribiendo al pié del respectivo casillero el valor de la media determinada.

En el caso que exponemos como ejemplo, esta media es:

$$\underline{\underline{37^{\circ} 04' 22'' 18 \pm 1'' 43}}$$

Todas las operaciones que hemos tratado hasta aquí para determinar el ángulo del casillero número 1 (ángulo Agronomía-Capuro), se repiten para determinar los demás ángulos de toda la vuelta al horizonte.

Enseguida procederemos a calcular la segunda plana del formulario que tratamos; ésta se titula «Cálculo de la corrección y compensación».

En la tercera columna se transcriben los valores angulares tomados de la plana anterior (valores medios adoptados).

Al pié de esta tercera columna se suman todos los ángulos de la *vuelta al horizonte*, los cuales, como se verá, difieren en $-0''26$ del valor angular de la circunferencia.

Este error es el que debemos compensar.

De acuerdo con la teoría del cálculo de compensación, para hallar la corrección que le corresponde a cada ángulo, se repartirá el error en forma inversamente proporcional a los respectivos pesos;

ésto es, proporcionalmente a $\frac{1}{P}$

Como en nuestro caso todos los pesos son iguales, el error se ha repartido también igualmente entre todos los ángulos. La discrepancia de un segundo que aparece entre los dos primeros y los dos últimos (sexta columna) es solamente por el redondeo al centésimo de segundo que se ha establecido en el cálculo, debiendo sumar estas cuatro correcciones, los $0''26$ que constan al pié de la tercera columna. Estas dos cantidades deben ser siempre iguales.

Finalmente, en la séptima columna se anotan los ángulos finales compensados, cuya suma debe ser igual a cuatro rectos.

Si la estación desde la cual se midieron los ángulos es excéntrica, como en este caso, los ángulos finales de la séptima columna deben ser sometidos al cálculo de centración, el cual se detalla más adelante.

A continuación transcribimos la planilla B del «Cálculo de los ángulos definitivos» que acabamos de estudiar.

Carátula de la planilla B

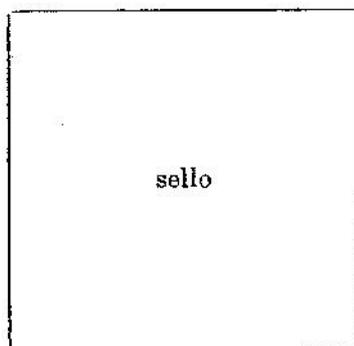
R. O. U.

Servicio Hidrográfico de la Armada

CARPETA N.º 4

TRIANGULACION PRINCIPAL

Cálculo de los ángulos definitivos del vértice Cerro (Excéntrica)



PLANILLA B (Continuación)

CALCULO DE LA CORRECCION Y COMPENSACION

ANGULO	N.º	VALOR	Pesos P	$\frac{1}{P}$	CORRECCION	Angulos Finales Compensados
Agronomía - Capurro	1	87° 04' 22" 18	6	$\frac{1}{6}$	+ 0'06	87° 04' 22" 24
Capurro - Salvo	2	40 54 35 69	6	$\frac{1}{6}$	+ 0'06	40 54 35 75
Salvo - Pied. Blancas	3	71 48 58 00	6	$\frac{1}{6}$	+ 0'07	71 48 58 07
Pied. Blancas - Agronomía	4	210 17 03 87	6	$\frac{1}{6}$	+ 0'07	210 17 03 94
	5					
	6					
	Sumas	359° 59' 59" 74			+ 0'26	360° 00' 00" 00
	$\epsilon =$	0 26				

Observaciones de pesos diferentes

En la planilla anterior B hemos visto que el error de cierre correspondiente a la vuelta de horizonte se repartía igualmente entre todos los ángulos de esa vuelta.

Cuando los distintos ángulos formados en un vértice han sido determinados con pesos diferentes, el error de cierre ya no se puede repartir por partes iguales entre todos ellos, sino que, para conservar la misma precisión en el conjunto de estos ángulos, dicho error debe distribuirse en función inversa de los pesos.

Como se estableció que *el peso de una serie completa es 1*, el peso de cada determinación angular estará dado por el número de series útiles que se hayan adoptado en tal determinación.

La planilla C, que va más adelante corresponde al vértice *Capurro*. Los valores angulares son los promedios de las *n* determinaciones útiles, y fueron hallados en igual forma y por el mismo método que se explicó en el título anterior, al tratar sobre la corrección de los ángulos de pesos iguales.

En la cuarta columna de la mencionada planilla hemos anotado los pesos de los respectivos ángulos, los cuales resultan del siguiente modo:

N.º del ángulo	Observ. hechas	Observ. rechazadas	Observ. útiles	Pesos
1	12	3	9	4,5
2	12	3	9	4,5
3	12	2	10	5
4	12	2	10	5
5	12	6	6	3

Al determinar el primer ángulo, de las 12 observaciones hechas fué menester rechazar 3 por contener errores que no se pudieron corregir debido a su magnitud, o por que de las seis series deducidas, alguna de ellas discrepaba notoriamente de las otras; por ejemplo, los valores de seis series obtenidas por las 12 vueltas al horizonte, son los siguientes:

1. ^a	14" 20
2. ^a	14" 00
3. ^a	13" 90
4. ^a	14" 25
5. ^a	13" 80
6. ^a	20" 60

Evidentemente, la sexta serie arroja un valor que aún cuando discrepa solamente 6"80 con el menor de los otros valores es sin embargo extemporáneo en el conjunto de la serie. La diferencia de la sexta serie con el promedio de los seis valores es de 5"48; dicho promedio es de 15"12; ninguna de las cinco primeras cantidades tienen entre sí diferencias tan grandes como la que existe entre el sexto valor y el promedio de las seis. En cambio, rechazando la sexta serie, encontramos que el promedio de la cinco primeras es de 14" 03, y la mayor diferencia o error máximo absoluto de una observación aislada alcanza solamente a 0"23.

Si hubiésemos aceptado las seis series, seguramente nos encontraríamos con que el *error medio de la media* superaría a la tolerancia establecida; en cambio, habiendo rechazado la sexta serie, como la mayor diferencia absoluta entre las restantes es de 0" 45 y la diferencia con la media se reduce a 0" 23, nos encontramos con que el error medio de la media es muy inferior a la tolerancia (2"00).

La anterior discusión de los valores medios adoptados puede servir de pauta para los casos análogos. Si al efectuar el estudio de las series, después de hallar el error medio de la media para un determinado ángulo, resulta dicho error mayor que la tolerancia, debe buscarse cual de los valores parciales que integran el total de la observación es el que discrepa, para rechazar la serie correspondiente. En algunas circunstancias puede llegar a ser necesario rechazar hasta tres series completas; pero si llegaran a quedar menos de tres series útiles, entonces debe anularse definitivamente toda la observación y volver a medir todos los ángulos de la vuelta al horizonte.

Cálculo de la corrección

Después de haber determinado los pesos, que se inscriben en la cuarta columna de la planilla C, y sus valores recíprocos, que van

anotados en la quinta columna, se suman estos últimos escribiendo el resultado al pié ($53/45$).

Luego dividimos el error de cierre por la suma de los valores recíprocos de los pesos, y el cociente lo multiplicamos por cada uno de dichos valores recíprocos, obteniendo así las respectivas correcciones para cada ángulo, las que resultarán *inversamente proporcionales a los pesos* adoptados.

En el ejemplo de la planilla, tenemos :

$$0''22 : \frac{53}{45} = 0,187$$

resultado que multiplicaremos sucesivamente por cada uno de los quebrados $\frac{1}{P}$ para obtener las correcciones de la sexta columna.

El resto de esta planilla se termina en igual forma que la del título anterior.

Cálculo de los ángulos del vértice CAPURRO

PLANILLA C. CALCULO DE LA CORRECCION Y COMPENSACION

ANGULO	N.º	Pesos		VALOR	1		CORRECCION	Angulos Finales Compensados		
		p	p		p	p				
Salvo - T. Sur	1	35° 00'	40"	52	4.5	1/4.5	+ 0"04	35° 00'	40"	56
T. Sur - T. Norte	2	12 56	18	17	4.5	1/4.5	+ 0.04	12 56	18	21
T. Norte - P. Blancas	3	17 53	10	55	5	1/5	+ 0.08	17 53	10	58
P. Blancas - Cerro	4	21 01	45	22	5	1/5	+ 0 08	21 01	45	25
Cerro - Salvo	5	273 08	05	33	3	1/3	+ 0.07	273 08	05	40
6										
Suma . . .		359 59	59	79		5.3	+ 0"21	360 00	00	00
ε =			0"	21		4.5				

CALCULO DE CENTRACION

El objeto de este cálculo es reducir las observaciones que se han hecho desde una estación excéntrica, cuando no se puede estacionar en el centro matemático del vértice.

Este cálculo determina las pequeñas correcciones angulares Θ que se deben aplicar a los ángulos excéntricos para obtener los correspondientes al centro de estación.

En la práctica corregiremos las direcciones azimutales de los puntos colimados desde el vértice, en lugar de corregir los ángulos aislados, tomando para ello un punto de origen al cual se le asigna la lectura 0. De hecho, por este procedimiento se corrigen los ángulos formados por cada una de las direcciones azimutales con la dirección de origen.

Tales direcciones las obtendremos sumando sucesivamente los valores angulares respectivos que hemos determinado, según el mismo orden y sentido en que fueron medidos en la vuelta al horizonte. Es natural que los valores angulares que aquí intervienen son los *compensados* en la forma que se explicó en el título anterior.

La planilla *D*, que va más adelante, es un ejemplo de este cálculo y corresponde al vértice Isla de Flores, de la triangulación principal de la carta de Montevideo.

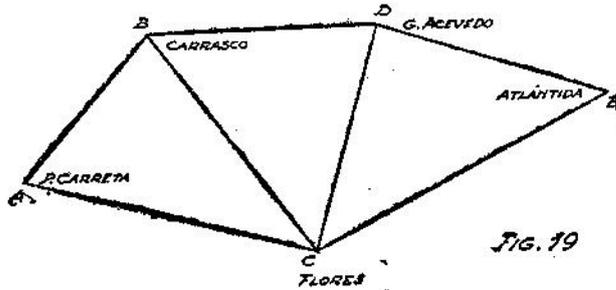
Las tres primeras columnas de dicha planilla están destinadas al cálculo aproximado de los triángulos cuyos lados intervendrán en las respectivas fórmulas de los cálculos de las correcciones Θ .

Los elementos para calcular aproximadamente estos triángulos son: uno o más lados conocidos tomados de los triángulos adyacentes; los ángulos excéntricos, pero compensados por cierre al horizonte.

En el ejemplo propuesto es conocido el lado *AB*, Punta Carretas-Carrasco, cuyo logaritmo se ha tomado del cálculo del triángulo adyacente.

En función de este lado calcularemos los otros de los demás triángulos que tienen vértice común en el punto de estación *C*; ellos son: *AC*, *BC*, *DC* y *EC*. (Figura 19).

Para el cálculo de las correcciones bástanos con determinar los logaritmos de los lados mencionados, que emplearemos en dicho cálculo.



La fórmula que empleamos es la siguiente:

$$\Theta'' = \frac{e \operatorname{sen} \alpha}{D \operatorname{sen} 1''}$$

En dicha fórmula se representa por:

Θ : la corrección, en segundos.

e : la excentricidad, o sea la distancia desde la vertical del punto donde se estacionó, hasta la vertical del centro de la señal elegida como vértice de la triangulación.

α : el ángulo formado por las visuales dirigidas al centro de estación y a cada uno de los otros vértices que se coliman. Prácticamente, se medirá directamente el primer ángulo α formado por la dirección al centro de estación y la dirección al primer punto que se encuentre siguiendo el sentido de giro de la vuelta al horizonte, o sentido creciente de la graduación del teodolito. La figura 20 aclara este asunto. Los otros valores de α' , α'' , α''' , etc, se deducen de los ángulos medidos en la vuelta de horizonte.

D : es el lado del triángulo, cuyo valor provisorio se calculó en la tercera columna de la planilla *D*.

Tolerancia para la determinación de los elementos de centración

Para centrar ángulos correspondientes a las triangulaciones principal o secundaria, se determinarán los elementos de centración con la aproximación siguiente:

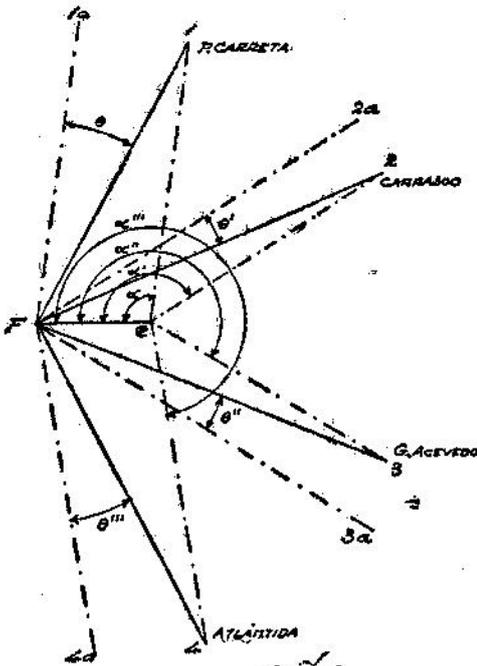
La excentricidad e , con una aproximación de 15 centímetros.

El ángulo α , con una precisión de 5 minutos.

La distancia D (lado del triángulo) puede tomarse del cálculo provisorio, siempre que sea mayor de 3000 metros, lo cual sucede en la triangulación principal.

En cuanto a la triangulación secundaria, puede adoptarse también el lado provisorio, siempre que éste no sea inferior a 1000 metros.

Es conveniente que la excentricidad e sea inferior a 5 metros; aproximándose a esta cantidad, o pasando de ella, los elementos de centración deben medirse con una precisión mayor.



Cálculo

Para una determinada y misma centración, son constantes las cantidades e y $\text{sen } 1''$ para todo el cálculo; por consiguiente, una vez hallados los logaritmos de todos los elementos, que anotamos en el primer casillero de la octava columna (planilla D), abreviaremos las anotaciones en los siguientes cálculos de Θ poniendo el logaritmo de la constante K , ($\log. e + \log. \text{sen } 1''$).

Obtenidos los valores de Θ , se anotarán en la última columna, deduciendo el signo del correspondiente al seno de α .

Analizando el esquema, figura 20, deduciremos fácilmente los signos de las correcciones que aplicaremos a cada dirección.

Como el origen que hemos adoptado para estas direcciones es el vértice *Punta Carreta* (1), deduciremos primeramente el valor de Θ correspondiente a esta dirección, valor que se combinará con cada una de las otras Θ' , Θ'' , Θ''' , etc., para calcular sucesivamente los ángulos (direcciones) centrados $1F2$, $1F3$ y $1F4$.

Desde el punto e (excéntrico) hemos medido las direcciones 1, 2, 3 y 4, las cuales debieron ser medidas desde el centro de estación F . Según esto, desde el centro F hubiésemos determinado las direcciones $F1$, $F2$, $F3$ y $F4$, las cuales difieren de las anteriores en los respectivos ángulos Θ' , Θ'' y Θ''' .

Desde el punto central F hemos trazado las direcciones 1a, 2a, 3a y 4a. paralelas a las direcciones que habíamos medido desde el punto excéntrico e ; estas líneas facilitarán la explicación.

El primer ángulo que vamos a determinar, es, $1F2 = 1a. F. 2a - \Theta + \Theta'$.

Esta última cantidad, $-\Theta + \Theta'$ es la corrección que debemos aplicar a la dirección del segundo punto (Carrasco) para que quede centrada.

Tomando los valores calculados, tenemos:

$$\begin{array}{r} -\Theta = 30''82 \\ +\Theta' = 35''28 \\ \hline + 4''46 \end{array}$$

resultado que anotaremos, con su signo, en la sexta columna (corrección).

Para la dirección 3, consideraremos el ángulo centrado $1F3$

$$1F3 = 1a. F. 3a - \theta - \theta''$$

cuyos valores correctivos son:

$$\begin{array}{rcl} - \theta & = & 30''82 \\ - \theta'' & = & 9''06 \\ \hline & & - 39''88 \end{array}$$

Para hallar la cuarta dirección centrada, determinaremos el ángulo $1F4$, procediendo de un modo análogo a los anteriores.

De esta manera continuaríamos determinando todas las demás direcciones que se pudieran haber medido alrededor del vértice excéntrico.

En todas las estaciones excéntricas se tomará prolijamente un gráfico semejante al de la figura 20, anotando las direcciones de cada punto colimado y la del centro de estación. El croquis se aclarará con las letras, nombres y leyendas que sean necesarios.

En la sala de cálculos, o en el campamento, este croquis facilitará grandemente la resolución de las correcciones y sus signos contribuyendo a eliminar errores de interpretación.

Finalmente, en la quinta columna de la planilla D estarán anotadas las direcciones excéntricas, que una vez corregidas, se anotarán en la columna séptima.

A continuación damos una reproducción de la planilla D , en cuyo original hay un espacio para los croquis.

VERTICE FLORES

PLANILLA D

CALCULO DE CENTRACION DE DIRECCIONES

DESIGNACION DE LOS VERTICES	VALORES ANGULARES	CALCULO PROVISORIO DE LOS LADOS	PUNTOS VISADOS	DIRECCIONES EXCENTRICAS	CORREC. $\theta - \theta'$	DIRECCIONES CENTRADAS	LÁLCULO DE θ	θ
A) PTA. CARRERA	30° 38' 24" 36	log. AB : 4.0332059 log. sen A : 7.7078568 c/c. sen C : 0.3667773	PUNTA CARRERA	00° 00' 00" 00	00" 00	00° 00' 00" 00	log. e : 0.0332941 c/c. sen A : 7.7078568 c/c. D : 5.9813936 log. θ : 7.2888369	0
B) CARRANCO	14° 16' 03" 57	log. BC : 4.1012400 log. sen B : 7.9894183 c/c. sen D : 0.0860388	CARRANCO	25° 24' 07" 62	+4" 46	25° 24' 12" 08	log. K : 5.8497192 log. sen B : 7.9894183 c/c. D : 5.9827589 log. θ' : 1.6479887	0'
C) FLORES	50° 46' 59" 28	log. CD : 4.1774966	CARRANCO	25° 24' 07" 62	-0" 40'		log. K : 5.8497192 log. sen B : 7.9894183 c/c. D : 5.9827589 log. θ'' : 0.9570354	0"
D) G. ACEVEDO	52° 57' 42" 50	log. CD : 4.1774966 log. sen D : 7.9999879 c/c. sen E : 0.2058457	GARCIA ACEVEDO	76° 14' 07" 10	-39" 88	76° 13' 27" 22	log. K : 5.8497192 log. sen D : 7.9999879 c/c. D : 5.9827589 log. θ'' : 0.9570354	0"
E) ATLANTIDA	38° 30' 01" 92	log. CE : 4.3833298	ACEVEDO	76° 14' 07" 10	-0" 00"		log. K : 5.8497192 log. sen D : 7.9999879 c/c. D : 5.9827589 log. θ'' : 0.9570354	0"
A) P. CARRERA	30° 38' 24" 36	log. AB : 4.0332059 log. sen B : 7.9186217 c/c. sen C : 0.3667773	ATLANTIDA	124° 15' 45" 85	-56" 70	124° 14' 49" 13	log. K : 5.8497192 log. sen B : 7.9186217 c/c. D : 5.6166702 log. θ'' : 1.4288713	0"
B) CARRANCO	14° 16' 03" 57	log. AC : 4.0860648	ATLANTIDA	124° 15' 45" 85	-0" 00"		log. K : 5.8497192 log. sen B : 7.9186217 c/c. D : 5.6166702 log. θ'' : 1.4288713	0"
C) FLORES	25° 24' 07" 62							

DAIOS Y ELEMENTOS DE CENTRACION:

¿ LADO CONOCIDO: P. CARRERA - CARRANCO.
log. sen B: 7.9186217
log. sen C: 0.3667773
log. excentricidad: 0.3667773

CC = 140 52' 24" 16
CC' = 140 19' 31' 78
CC'' = 141 06' 31' 26
CC''' = 542 108 40 00

No. 30. CAR. AMATELITE. Tm. ALF. DE K. H. GIMBERG

DESARROLLO DE LA BASE

Compensación y cálculo de un cuadrilátero

Los siguientes cálculos corresponden al desarrollo de la Base de Montevideo, determinada por la Comisión de triangulación para la Carta N.º 5, (años 1928/29).

La figura 21 es un croquis de la ampliación de esta Base, desarrollada por el sistema de Bessel.

- A) Vértice Piedras Blancas.
- B) id Término Norte de la Base.
- C) id Salvo.
- D) id Término Sur de la Base.

BD. — Base medida y reducida al nivel medio del mar
= 1276, 232 metros

Ángulos medios observados

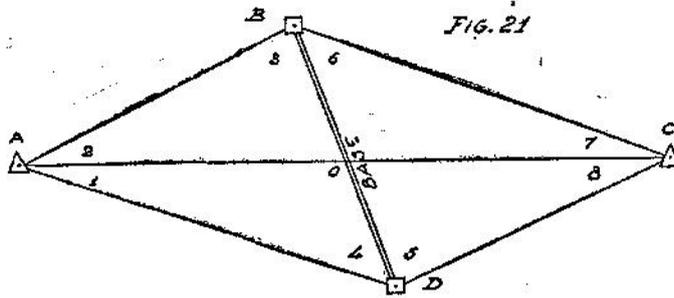
Los siguientes ángulos son los promedios de las series medidas en cada vértice, compensados por cierre al horizonte y centrados.

1: 10° 41' 39" 18	5: 98° 57' 43" 56
2: 13 04 08.51	6: 57 20 15.49
3: 98 27 15.59	7: 11 08 17.04
4: 57 46 49.64	8: 12 33 48.59

Suma de los ángulos: 359° 59' 57" 60
d = + 2" 40

Primera compensación (angular)

Para esta compensación se consideran los triángulos *BDC*, *ABD*, *ADC* y *ABC*. El cálculo se descompone en dos compensaciones parciales.



AMPLIACION DE LA BASE MONTEVIDEO

Primero: Trataremos los triángulos BDC y ABD , tomando como valores angulares los *medios observados*.

Segundo: Con los ángulos ya corregidos en esta compensación parcial, formaremos los otros dos triángulos ADC y ABC .

Triángulo BDC

5:	98°	57'	43"56
6:	57	20	15.49
7:	11	08	17.04
8:	12	33	48.59
<hr/>			
	180	00	04.68

$$d = - 4''68$$

$$\frac{d}{4} = - 1''17$$

Corregidos

5:	98°	57'	42"39
6:	57	20	14.32
7:	11	08	15.87
8:	12	33	47.42
<hr/>			
	180	00	00.00

Triángulo ABD

1:	10°	41'	39"18
2:	13	04	08.51
3:	98	27	15.59
4:	57	46	49.64
<hr/>			
	179	59	52.92

$$d = + 7''08$$

$$\frac{d}{4} = + 1''77$$

Corregidos

1:	10°	41'	40"95
2:	13	04	10.28
3:	98	27	17.36
4:	57	46	51.41
<hr/>			
	180	00	00.00

Ahora formaremos los triángulos para la segunda compensación parcial.

Triángulo *ADC*

1:	10°	41'	40"95
4:	57	46	51.41
5:	98	57	42.39
8:	12	33	47.42
<hr/>			
180	00	02.17	

$$d = - 2''17$$

$$\frac{d}{4} = - \begin{cases} 0''54 \\ 0.54 \\ 0.54 \\ 0.55 \end{cases}$$

Corregidos

1:	10°	41'	40"41
4:	57	46	50.87
5:	98	57	41.85
8:	12	33	46.87
<hr/>			
180	00	00.00	

Triángulo *ABC*

2:	13°	04'	10"28
3:	98	27	17.36
6:	57	20	14.32
7:	11	08	15.87
<hr/>			
179	59	57.83	

$$d = + 2''17$$

$$\frac{d}{4} = + \begin{cases} 0''54 \\ 0.54 \\ 0.54 \\ 0.55 \end{cases}$$

Corregidos

2:	13°	04'	10"82
3:	98	27	17.90
6:	57	20	14.86
7:	11	08	16.42
<hr/>			
180	00	00.00	

Estos valores angulares corregidos son los que intervendrán enseguida para la compensación lateral. Tales ángulos, constituyendo ahora los otros dos triángulos *BDC* y *ABD*, sumarán 180°.

Pero es necesario efectuarles una nueva compensación para que satisfagan las condiciones del cálculo trigonométrico, permitiendo hallar un solo valor para un determinado lado, en función de cualesquiera de los otros elementos que se consideren.

Para tal compensación estableceremos las siguientes relaciones trigonométricas:

Formación de la ecuación lateral

$$\frac{OD}{OA} = \frac{\text{sen } 1}{\text{sen } 4}; \quad \frac{OA}{OB} = \frac{\text{sen } 3}{\text{sen } 2}; \quad \frac{OB}{OC} = \frac{\text{sen } 7}{\text{sen } 6}; \quad \frac{OC}{OD} = \frac{\text{sen } 5}{\text{sen } 8}$$

multiplicando miembro a miembro:

$$a) \quad \frac{\text{sen } 1 \cdot \text{sen } 3 \cdot \text{sen } 7 \cdot \text{sen } 5}{\text{sen } 4 \cdot \text{sen } 2 \cdot \text{sen } 6 \cdot \text{sen } 8} = 1$$

Tomando los logaritmos de la expresión precedente y sus correspondientes diferencias tabulares, y haciendo operaciones, se obtiene:

Numerador (N)			Denominador (D)		
Ang	log. seno	Dif.Tab.	Ang	log. seno	Dif.Tab.
1	9.2685154,72	111,5	2	9.3543692,29	90,6
3	9.9952541,51	3,1	4	9.9273778,48	13,2
5	9.9946658,90	3,3	6	9.9252518,61	13,5
7	9.2859417,94	107,0	8	9.3374758,22	94,5
Log N =	8.5443773,07	224,9	Log D =	8.5444747,60	211,8

Substituyendo valores en la siguiente fórmula y haciendo las operaciones que en ella se indican, obtendremos el valor de la corrección que debemos aplicar a cada ángulo para que se cumpla la identidad de la expresión (a):

$$c = \frac{\text{Log. } N - \text{log. } D}{\text{diff. } N + \text{diff. } D}$$

$$\text{Log. } N - \text{log. } D = - 974,53$$

Debe tenerse presente que la posición de la coma debe estar después de la última cifra que da la tabla con la cual se trabaja. Esto es importante puesto que las diferencias tabulares están dadas para tal número de cifras decimales. En nuestro caso, como hemos trabajado con tablas de siete decimales, pusimos la coma en el séptimo lugar.

El signo de la anterior operación lo da la misma fórmula. Como en el cálculo que transcribimos el logaritmo del numerador es menor que el denominador, la diferencia es negativa.

A continuación haremos la suma absoluta de las diferencias tabulares de ambos cuadros:

$$\text{Suma de Diff. tab.} = 436,7$$

luego:

$$c = \frac{974,53}{436,70} = 2''23$$

Como según la fórmula (a), la suma de los logaritmos del numerador debe ser igual a la suma de los logaritmos del denominador, y en nuestro caso tenemos que la suma de log. N es menor que la suma de log. D , para que se cumpla aquella condición habrá que sumar la corrección c a cada ángulo del numerador y restarla de cada uno de los del denominador.

Procediendo de tal modo, los valores angulares que habíamos corregido antes quedarán definitivamente compensados, siendo los nuevos valores los que se indican a continuación.

Ángulos compensados (Adoptados para el cálculo)

1) 10° 41' 42"64	5) 98° 57' 44"08
2) 13 04 08.59	6) 57 20 12.63
3) 98 27 20.13	7) 11 08 18.65
4) 57 46 48.64	8) 12 33 44.64

Suma de estos ángulos: 360° 00' 00"00

CALCULO DEL DESARROLLO DE LA BASE

Con los anteriores elementos compensados calcularemos la ampliación de la base BD (fig. 21), o sea el lado AC que constituye el primero de la red principal.

Para este lado AC determinaremos dos valores: el primero por intermedio de los triángulos ABD y ABC ; el segundo por intermedio de los BDC y ADC .

TRIANGULO ABD

Cálculo del lado AB

$$\begin{aligned} \log. BD &= 3.1059296,12 \\ \log. \text{sen } 4 &= 9.9273749,04 \\ \text{clog. sen } (1+2) &= 0.3947229,21 \\ \hline \log. AB &= 3.4280274,37 \end{aligned}$$

TRIANGULO ABC

Cálculo del lado AC

$$\begin{aligned} \log. AB &= 3.4280274,37 \\ \log. \text{sen } (3+6) &= 9.6128298,93 \\ \text{clog. sen } 7 &= 0.7140343,45 \\ \hline \log. AC &= 3.7548916,65 \end{aligned}$$

$$\text{lado } AC = \underline{5687, 1101} \text{ metros.}$$

TRIANGULO BDC

Cálculo del lado DC

$$\begin{aligned} \log. BD &= 3.1059296,12 \\ \log \text{ sen } 6 &= 9.9252388,50 \\ \text{clog sen } (7+8) &= 0.3958146,08 \\ \hline \log DC &= 3.4269830,70 \end{aligned}$$

TRIANGULO ADC

Cálculo del lado AC

$$\begin{aligned} \log DC &= 3.4269830,70 \\ \log \text{ sen } (4+5) &= 9.5964490,72 \\ \text{clog sen } 1 &= 0.7314596,63 \\ \hline \log AC &= 3.7548918,05 \end{aligned}$$

$$\text{lado } AC = \underline{5687, 1119} \text{ metros}$$

Promedio de los dos valores hallados para el lado $AC = 5687,111$ mts.

Cálculo de los otros triángulos del cuadrilátero

Después de haber calculado el promedio anterior del desarrollo de la base, hemos determinado los valores de los lados AD y BC , cuyos valores eran necesarios para el cálculo de algunos triángulos secundarios que apoyan en dichos lados. Para tales lados se hallaron también dos valores que fueron promediados.

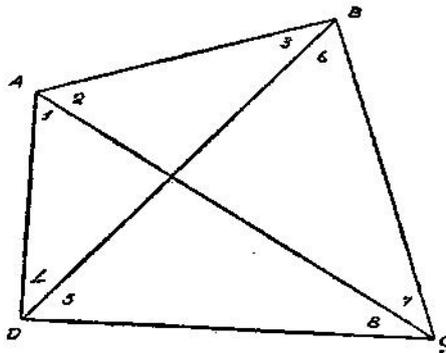
COMPENSACION Y CALCULO DE UN CUADRILATERO

Este cálculo es semejante al tratado en el desarrollo de la base, (desarrollo de Bessel o romboidal) pero aquí ha de tenerse en cuenta la esfericidad terrestre y calcular en consecuencia el exceso esférico de cada triángulo integrante del cuadrilátero.

La planilla *E* que va más adelante se ha confeccionado para resolver este cálculo en forma cómoda, siendo la reglamentaria en este Servicio.

Dicha planilla se desarrolla como sigue:

En la primera columna se anotan los nombres de los vértices, especificando también las letras con que se designan en el croquis del cuadrilátero (figura 22), y el número o números de los ángulos que componen dicho vértice.



DISPOSICION DEL CUADRILATERO

FIG. 22

Tenemos así en la primera columna, que el vértice *A*, *Cerro*, está formado por la suma de los ángulos 1 y 2, pero que se anotan por separado por que se debe compensar ángulo por ángulo.

De acuerdo con este concepto inscribiremos en la primera columna los nombres de los vértices que forman los cuatro triángulos del cuadrilátero; tales son: *ABD*, *BCD*, *ABC* y *ACD*.

En la segunda columna anotamos los valores angulares medios observados, o sean, los valores compensados por cierre al horizonte y centrados.

En la tercera columna se efectúan los cálculos provisionales de los lados que se necesiten para la determinación del exceso esférico.

La cuarta columna se destina al cálculo del exceso esférico, debiéndose determinar éste para cada uno de los cuatro triángulos.

Primera compensación angular.—Para efectuar esta compensación se determina el error de cierre *d* correspondiente a cada uno de los dos triángulos *ABD* y *BCD*.

Tal error se determina por la expresión:

$$d = 180 + \epsilon - \Sigma$$

Para el triángulo *ABD* tenemos un error $d = - 1''02$ y para el triángulo *BCD* el error $d = + 8''74$.

Como en ambos triángulos intervienen cuatro valores angulares, los respectivos errores se han de dividir por cuatro para determinar la corrección que se debe aplicar a cada ángulo, la cual expresamos por $\frac{d}{4}$ y anotamos en la quinta columna.

$$\text{Triángulo } ABD: \quad \frac{d}{4} = \frac{- 1''02}{4} = - 0''255$$

$$\text{Triángulo } BCD: \quad \frac{d}{4} = \frac{8''74}{4} = + 2''185$$

Se observará que estas correcciones se han redondeado al centésimo, estando así anotadas en la columna 5.

Las mismas correcciones de esta primera compensación angular las repetiremos en la misma columna 5 para los triángulos *ABC*

y ACD , anotándolas en las líneas correspondientes a los ángulos a que pertenecen.

En la columna 6 se inscriben los ángulos corregidos en la primera compensación, siendo ésta la suma algebraica de las columnas 2 y 5.

La suma de los ángulos así corregidos (casilleros primero y segundo de la sexta columna) nos da 180° más el exceso esférico de cada uno de los dos triángulos que hemos considerado.

$$\text{Para } ABD: \quad \Sigma = 180^\circ + 0''03$$

$$\text{Para } BCD: \quad \Sigma = 180^\circ + 0''05$$

Segunda compensación angular.— Para proceder a esta operación se determinan los errores d_1 , correspondientes a los tercero y cuarto triángulos.

$$\text{Triángulo } ABC: \quad d_1 = + 1''64$$

$$\text{Triángulo } ACD: \quad d_1 = - 1''64$$

Estas dos cantidades d_1 deben ser iguales y de signos contrarios, siendo esta condición una constatación de la perfección del cálculo.

A continuación determinamos las correcciones $\frac{d_1}{4}$ que escribiremos en los tercero y cuarto casilleros de la columna 7:

$$\text{Para } ABC: \quad \frac{d_1}{4} = \frac{+ 1''64}{4} = + 0''41$$

$$\text{Para } ACD: \quad \frac{d_1}{4} = \frac{- 1''64}{4} = - 0''41$$

Estas correcciones las anotamos también en los casilleros primero y segundo de la columna 7, en correspondencia con los ángulos designados con el mismo número que se han anotado en los casilleros tercero y cuarto.

Hechas las correcciones indicadas por esta segunda compensación angular, se anotan los ángulos en la columna 8. Tales ángulos son *esféricos compensados*, debiendo ser ahora reducidos a ángulos planos.

Como según el teorema de Legendre, cada ángulo debe ser dis-

minuído en $1/3$ del exceso esférico, y como algunos de estos ángulos están formados por dos valores angulares—por ejemplo el A del triángulo ABD , que es la suma de los (1) + (2), figura 22—estos ángulos dobles se considerarán, para esta corrección, como si fuesen uno solo. Pero por otra parte, como a cada uno de los ángulos medidos es necesario efectuarles su respectiva compensación, el tercio del exceso esférico se repartirá entre los dos ángulos que lo forman, correspondiéndoles a cada uno de los semejantes a los (1) y (2), un sexto de ϵ .

En la columna 9 se han anotado estas correcciones en las líneas correspondientes a los ángulos que se deben reducir a *planos*.

Por ejemplo, para el triángulo ABD se calculó un exceso esférico de $0''03$, correspondiendo por consiguiente $0''01$ a cada ángulo; pero como el $A = (1) + (2)$ y debemos aproximar al centésimo de segundo, hemos aplicado la corrección $0''01$ a uno de ellos solamente.

Para el segundo triángulo BCD , se tiene:

$$\begin{aligned} \epsilon &= 0''05 \\ \frac{\epsilon}{3} &= \begin{cases} 0''01 \\ 0''02 \\ 0''02 \end{cases} \text{ correspondiente a } \begin{cases} B - 0''01 \\ C - 0''02 \\ D - 0''02 \end{cases} \end{aligned}$$

Pero como

$$C = (7) + (8)$$

a cada uno de estos ángulos parciales le restamos $0''01$.

De igual modo deduciremos todos los *ángulos planos* que anotaremos en la columna 10.

Acuerdo de lados.—Este cálculo se desarrolla en las columnas 11, 12, 13 y 14, empleándose el mismo método que se usó en el cálculo del desarrollo romboidal de la base.

En la columna 11 anotamos los logaritmos de los respectivos ángulos, teniendo cuidado de indicar con una coma la última cifra decimal que da la tabla con que se trabaja. En nuestro caso hemos empleado una tabla de siete decimales.

En la columna 12 se anotan las diferencias tabulares correspondientes a cada ángulo, para un segundo de variación entre los logaritmos. Como la tabla usada da la diferencia tabular para 10 segundos de variación entre los ángulos, hemos dividido tales diferencias tabulares por 10, cuyo resultado está anotado en la planilla.

Al pié de las columnas 11 y 12 anotamos las sumas de los logaritmos de los ángulos pares y de los impares, separadamente, tomando para ésto los logaritmos anotados en los casilleros tercero y cuarto de la columna 11 (triángulos *ABC* y *ACD*).

Para calcular la corrección *c* hemos empleado la fórmula:

$$c = \frac{\Sigma \log. \text{ imp.} - \Sigma \log. \text{ pares}}{\Sigma \text{ Dif. Tabulares}}$$

que resuelta con los datos de la planilla, da:

$$c = 1''7446$$

Para que las sumas de los ángulos de cada triángulo no se altere, restaremos la anterior corrección de los ángulos impares y la sumaremos a los pares, anotando los resultados en la columna 14. Las citadas correcciones se anotan en la columna 13.

Finalmente, en la columna 15 van los logaritmos de los *ángulos planos definitivos*. Para hallar estos logaritmos se tendrán en cuenta las diferencias tabulares ya determinadas para los ángulos planos de la columna 10. Por ejemplo, si el ángulo anotado en la columna 14 es 1''74 menor que el de la columna 10, el producto de la diferencia tabular (columna 12) por la diferencia entre los ángulos se restará del logaritmo hallado para el primero (columna 11).

Tenemos así para el ángulo en *B* del primer triángulo:

Angulo plano	:	21°	01'	45''	39
Angulo plano definitivo	:	21	01	43	65
Diferencia	:			1''	74

Siendo 54,7 la diferencia tabular, pondremos

$$1''74 \times 54,7 = 95,18$$

enseguida determinamos

log. columna 11	:	1,5549067,83
corrección	:	— 95,18
log. definitivo	:	1,5548972,65

resultado que anotamos en la columna 15.

Por último, en la columna 16 se hacen los cálculos de todos los elementos de los cuatro triángulos que se forman en el cuadrilátero.

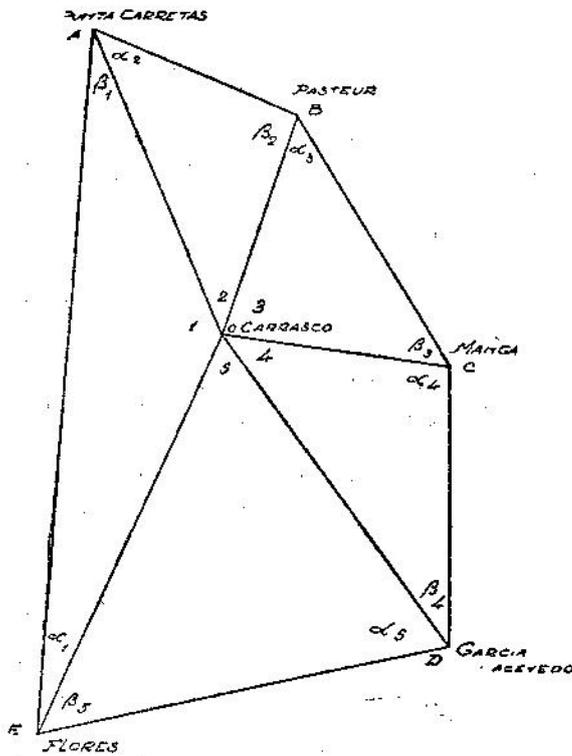
En este cuadrilátero, el lado conocido es el *DC* (Piedras Blancas-Salvo), obteniéndose dos valores para el lado *AC* (Cerro-Salvo) sobre el cual apoya el cuadrilátero siguiente (Cerro, Agronomía, Pasteur, Salvo).

1.ª determinación de <i>AC</i>	:	5964,5015
2.ª determinación de <i>AC</i>	:	5964,5016
Redondeo	:	5964,502 mts.

Compensación y cálculo de un pentagono

Triangulación principal

Se debe compensar el pentagono siguiente formado por cinco triángulos que tienen un vértice común, al centro del polígono. En el caso que aqui tratamos, el vértice al centro es *Carrasco*.



DISPOSICION DEL PENTAGONO

FIG. 23

ABO — Punta Carreta, Pasteur, Carrasco.
BCO — Pasteur, Manga, Carrasco.
CDO — Manga, García Acevedo, Carrasco.
DEO — García Acevedo, Flores, Carrasco.
EAO — Flores, Punta Carreta, Carrasco.

La compensación angular tiene por objeto corregir los valores obtenidos por medición directa de tal modo que se cumplan las siguientes condiciones relativas al pentágono.

- 1.º La suma de los ángulos de cada triángulo debe ser 180° .
- 2.º La suma de los cinco ángulos al centro (vértice) debe ser 360° .
- 3.º La suma de los diez ángulos interiores del contorno poligonal debe ser igual a 540° .
- 4.º La magnitud lineal de un lado cualquiera debe ser constante cuando se efectúan varias determinaciones de su valor en función de los elementos de los otros triángulos del pentágono.

La figura 23 representa el pentágono que hemos de compensar, cuyos vértices denominamos con letras; los ángulos al centro los hemos identificado con números y los ángulos internos del polígono con letras griegas y sub - índices. Empleando siempre esta denominación, en el mismo orden anotado, se facilitará el cálculo por medio de la planilla reglamentaria *F*.

Dicha planilla *F* está formada como sigue:

La primera columna está destinada a los croquis de los triángulos cuyos vértices se denominan en la columna 2.

En la tercera columna se anotan los valores angulares medios, tomados después de la compensación por cierre al horizonte, y centrados.

En la cuarta columna se efectúan los cálculos provisionales de los lados con objeto de tener estas magnitudes para calcular el exceso esférico. Este último cálculo se hace en cada uno de los respectivos casilleros de la columna 5.

En la sexta columna se anotan las correcciones $\epsilon/3$ que se deben aplicar a los ángulos respectivos de la columna 3. Los ángulos corregidos (planos) se anotan en la columna 7.

Las operaciones de las siete anteriores columnas son previas a la compensación, y sus resultados determinan el grado de bondad de los elementos angulares de los triángulos.

Así, después de haber calculado el exceso esférico y reducidos

los ángulos a *planos*, se determina el error de cierre e de cada triángulo, dado por la diferencia entre la suma de los tres ángulos y 180° ($e = \Sigma - 180^\circ$). Hemos obtenido así, en la columna 7, los siguientes errores de cierre:

Para el primer triángulo.....	$e =$	--	8"	32
» » segundo »				— 2"92
» » tercer »				+ 0"50
» « cuarto »				— 5"36
» » quinto »				+ 9"74

Como ninguno de estos errores sobrepasa la tolerancia establecida para el cierre triangular ($15''$), se han aceptado los valores angulares de la columna 7, los cuales serán compensados en las siguientes columnas (8 a 14).

Compensación angular.—En la columna 8 anotamos las correcciones $e/3$ que corresponden a cada uno de los ángulos de los cinco triángulos.

En la columna 9 van los ángulos planos ya corregidos de los errores de cierre.

En la columna 10—en cada uno de sus casilleros— se repiten los cinco ángulos al centro, tomados de la columna 9, y cuya suma va al pié de la 10.

La diferencia entre la suma y 360° (o cuatro rectos) nos dá el error e de dichos ángulos.

En la columna 11 se traspasan los ángulos α y β interiores del polígono, tomándolos también de la columna 9. La diferencia entre la suma de estos ángulos—la cual va al pié de la columna— y 540° [o seis rectos], nos dá el error e_1 de dichos ángulos interiores.

En la columna 12 efectuamos la corrección de los cinco ángulos al centro, aplicándoles a cada uno el valor $e/5$. En el caso de nuestra planilla, tales valores son:

$$\text{Corrección ángulos al centro} = \frac{1^{\text{m}}63}{5} = \begin{cases} - 0''33 \\ - 0''32 \\ - 0''33 \\ - 0''32 \\ - 0''33 \end{cases}$$

Igualmente, en la columna 13 anotamos los diez ángulos interiores α y β del contorno poligonal, corregidos de la cantidad $e_1/10$

Tal corrección, a semejanza de los ángulos anteriores, está dada por:

$$\frac{e_1}{10} = \frac{1''63}{10} = + \left\{ \begin{array}{l} 0''16 \\ 0''17 \\ 0''16 \\ 0''16 \\ 0''17 \\ 0''16 \\ 0''16 \\ 0''16 \\ 0''17 \\ 0''16 \end{array} \right.$$

En cuanto al cierre angular de cada uno de los cinco triángulos, permanece exacto, puesto que por un lado le hemos restado $1''63/5$ a cada ángulo al centro y por otro le sumamos $1''63/10$ a cada uno de los otros dos ángulos α y β .

Finalmente, en la columna 14 se anotan las equivalencias de los ángulos corregidos en las dos columnas anteriores (12 y 13) expresándolos en el sistema centesimal, lo cual facilitará el cálculo siguiente de compensación.

Compensación de los lados. — La compensación lineal se realiza en las columnas 15 a 20.

En la 15 se anotan los logaritmos de los senos de los ángulos α , cuya diferencia tabular va en la columna 16. Esta diferencia debe tomarse tal cual la dá la tabla que se use, así como se pondrá una coma para separar las cifras decimales logarítmicas que sobrepasan el número de decimales dados por la tabla. En nuestro caso habiendo trabajado con las tablas centesimales del Servicio Geográfico del Ejército Francés, las que dan los logaritmos con ocho decimales, hemos puesto la coma separando este octavo lugar, puesto que hemos calculado tres cifras más que las dadas directamente por las citadas tablas.

En las columnas 17 y 18 anotamos, respectivamente, los logaritmos de los senos de los ángulos β y sus diferencias tabulares.

Al pié de estas columnas pondremos las sumas de los valores contenidos en ellas.

Para que se cumpla el acuerdo de los lados, es necesario que las sumas de los logaritmos seno α sea igual a la suma de logaritmos seno β . No siendo iguales estas cantidades compensaremos los valores angulares (columna 14) para que se verifique el acuerdo.

La fórmula que nos dá la corrección que debemos aplicar a cada ángulo es la siguiente, ya mencionada en el cálculo del cuadrilátero:

$$c = \frac{\text{Dif. de log.}}{\Sigma \text{ Dif. Tab.}}$$

En nuestro caso :

$$\text{Dif. de log.} = 5905,564$$

$$\Sigma \text{ Dif. Tab.} = 2954. + 3090 = 6044$$

La suma de las diferencias tabulares es siempre la suma absoluta de las columnas 16 y 18.

$$c = \frac{5905,564}{6044} = 0,977$$

Como la suma de log. sen. α es menor que la suma de log. sen. β , la corrección 0,98 (valor redondeado) se sumará a los ángulos en α y se restará de los ángulos en β .

Finalmente, en la columna 19 anotamos las citadas correcciones y en la 20 los nuevos valores angulares corregidos, o sean, los *ángulos puros definitivos*.

Las columnas 21 y 22 están destinadas al cálculo de los triángulos propuestos.

Para hallar los nuevos logaritmos de los senos — columna 20— se procede como sigue:

Siendo la diferencia entre el ángulo *definitivo* y el ángulo antes de compensar igual a 0,98 en más, el logaritmo del ángulo definitivo quedará aumentado, sobre el correspondiente al ángulo sin compensar, en 0,98 veces la variación que hemos tomado para un segundo. La variación para un segundo la tomamos de la columna correspondiente al logaritmo en cuestión (columna 16), dividiéndola por 10, puesto que está dada para 10 segundos.

$$143,3 \times 0,98 = 140,434$$

$$\text{log. ángulo plano} = \bar{1},63321538,491$$

$$\text{variación} = + 140,434$$

$$\text{log. ángulo definitivo} = \bar{1},63321678,925$$

Igual procedimiento se debe emplear para la deducción de los demás logaritmos, a excepción de los log. sen ángulos al centro que serán tomados directamente de las tablas.

COMPENSACION Y CALCULO DE UN TRIANGULO

Triangulación principal

En el cálculo y compensación de la red principal puede presentarse un triángulo aislado, el cual no forma parte de ninguna de las figuras geométricas constituidas por varios triángulos y que se compensan en conjunto.

Los datos necesarios son: un lado, obtenido por medición directa en el caso de estar este triángulo apoyado en la base, o calculado en función de otro triángulo adyacente; los tres ángulos medidos directamente en sus respectivos vértices.

Los valores angulares que tomamos para que intervengan en este cálculo deben estar ya corregidos por error de cierre al horizonte, y además centrados si hubieran sido medidos desde una estación excéntrica.

De la suma de los tres ángulos, que debe ser igual a dos rectos más el exceso esférico, deduciremos el error total del cierre.

Primeramente haremos un cálculo aproximado del triángulo con objeto de determinar provisoriamente las longitudes de sus lados, dato necesario para calcular el exceso esférico.

Enseguida calcularemos el exceso esférico, cuyo valor restaremos de la suma de los tres ángulos del triángulo con el fin de saber si el error remanente, después de efectuada esta operación, está comprendido dentro de la tolerancia establecida para el cierre de los triángulos principales [15"].

Si el cierre es aceptable, procederemos a compensar los ángulos, dividiendo el error de cierre entre los tres valores angulares, obteniendo finalmente los *ángulos planos* definitivos.

Por último, con estos ángulos y el lado conocido calcularemos trigonométricamente los valores lineales de los otros dos lados del triángulo en cuestión.

La planilla *G* reproduce el cálculo tipo que expresa este título.

La primera columna está destinada al croquis del triángulo que se calcula, cuyo dibujo se hará semejante a la verdadera forma que tiene en el terreno. Designaremos con la letra *a* al lado conocido y con *A* al ángulo opuesto a este lado; los demás lados y ángulos se denominarán con las letras que muestra el triángulo equilátero impreso en la parte inferior de esta planilla.

En la segunda columna se anotan los nombres de los vértices, en correspondencia con las letras que les hemos asignado para este cálculo.

En la tercera columna van los valores angulares *medios observados*, ésto es, corregidos del error de cierre al horizonte, y centrados si hubieren sido determinados desde una estación excéntrica.

Al pié de esta columna pondremos la suma de los tres ángulos, y por medio de la fórmula [$180^\circ + \epsilon - \Sigma = d$] deduciremos el error cometido en la medición. En nuestro caso, tal error *d* es de $2''13$. Este valor es el que nos determinará la bondad del trabajo, comparándolo con el error tolerable establecido para el cierre de triángulos ($15''$).

Estando este caso dentro de la tolerancia, continuaremos con el cálculo del triángulo.

En la columna 4 haremos el cálculo del exceso esférico. La fórmula que empleamos determina el valor del exceso en función del lado conocido del triángulo y de sus tres ángulos. El logaritmo constante está dado en función de los elementos del elipsoide internacional. Para la precisión requerida en este cálculo son suficientes cinco decimales logarítmicos.

Resuelta la expresión algebraica ($d - \epsilon$), su resultado nos dará la diferencia entre la suma de los tres ángulos y 180°

$$\Sigma = 179^\circ 59' 58'' 16$$

$$d - \epsilon = \frac{+1'' 84}{180\ 00\ 00\ 00}$$

Para efectuar la compensación de cada uno de los ángulos, les aplicaremos, con sus signos, la corrección $\frac{d - \epsilon}{3}$ que en este caso vale, redondeada al centésimo de segundo:

$$\frac{1^{\circ}84}{3} = \begin{cases} + 0^{\circ}62 \\ + 0^{\circ}61 \\ + 0^{\circ}61 \\ + 1^{\circ}84 \end{cases}$$

Estas correcciones van en la columna 5.

En la columna 7 se anotan los *ángulos planos definitivos*, que resultan después de corregidos por los valores de la columna anterior; al pié va la suma como comprobación.

La columna 7 se destina a la anotación de los logaritmos de los senos de los ángulos anteriores y la 8 al cálculo definitivo de los otros dos lados del triángulo.

Para mayor comodidad y no tener que repetir la escritura de los mismos logaritmos, se le ha dado a este cálculo la disposición que ofrece la planilla: el logaritmo de *b* se obtiene por la suma de los tres primeros logaritmos, y el log. *c* resulta de sumar los tres últimos.

Por último, la longitud de los lados *a*, *b* y *c* se anota en el cuadro que está impreso al pié de la planilla.

Todos los cálculos de triángulos principales aislados se harán de acuerdo con este cálculo tipo, empleando planillas iguales a la *G*.

La uniformidad, tanto de estas planillas como las de los otros modelos que lucen en estos *anales*, contribuyen a simplificar los cálculos y ordenar los resultados, facilitando el trabajo de las distintas personas que han de intervenir en estas operaciones.

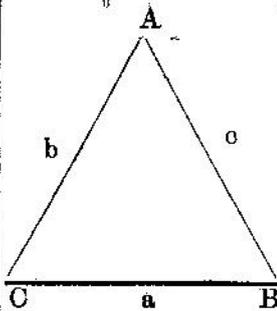
Compensación y cálculo del triángulo (principal)

De León - Penino - Espinillo

LADO CONOCIDO: a) PENINO - ESPINILLO 8695,994 Metros

Planilla G.

CROQUIS	DESIGNACIÓN DE LOS VERTICES	ANGULOS MEDIOS OBSERVADOS	CALCULO DEL EXCESO ESFERICO
	A) De León B) Penino C) Espinillo	33°13'40"90 89-48-24.79 56-57-52.47	log. Const. = $\bar{9}.40501$ 2 log. a = $\bar{7}.87864$ log. sen. B = $\bar{1}.99999$ chg. sen. A = 0.26124 log. sen. C = $\bar{1}.92342$
		179-59-58.16	log. ϵ = $\bar{1}.46830$
		$180^\circ + \epsilon - \Sigma = d$	$\epsilon = 0''29$
		$d = + 2''13$	$d - \epsilon = + 1''84$



LONGITUD DE LOS LADOS

a) Penino-Espinillo	= 8695,994 mts.
b) De León-Espinillo	= 15870,032
c) De León-Penino	= 13304,482

Controlado: J. F. L.

Planilla G (continuación).

COMPENSACION		LOGARITMOS	CALCULO DEFINITIVO DE LOS LADOS
$d - \epsilon$	ANGULOS PLANOS DEFINITIVOS	SEÑOS ANGULOS PLANOS DEFINITI- VOS	
3			
+ 0°62	33°13'41"52	9.7387607,79	lg. $b = 4.2005777,89$
+ 0.61	89-48-25.40	9.9999975,54	lg. sen. $B = 9.9999975,54$
+ 0.61	56-57-53.08	9.9234177,20	lg. $a = 3.9393410,12$
+ 1°84	180-00-00.00		clg. sen. $A = 0.2612392,21$
			lg. sen. $C = 9.9234177,20$
			lg. $c = 4.1239979,55$

Firmado: Alf. R. Prada.

TRASMISION DE LOS ERRORES COMETIDOS EN LA DETERMINACION DE LOS ELEMENTOS DE LOS TRIANGULOS

Límite de la cadena cuando se alcanza el error tolerable

En aquellos casos que se haya medido solamente una base para el cálculo de la red c de la cadena de triángulos, será necesario controlar los errores de cada uno de éstos, determinando los valores sucesivos que va tomando en la trasmisión, para limitar la extensión de la red donde se haya alcanzado el límite del error tolerable.

En la página 48 de este volumen se ha establecido que el límite de este error está expresado por la fracción $1/10\ 000$.

Para determinar el error cometido sobre la magnitud lineal del lado calculado, en un triángulo cualquiera, hacemos uso de la fórmula:

$$dc = \frac{da}{a}c + c \cdot dA \cdot \cot \frac{1}{2}A$$

cuyos elementos son:

dc : el error que se quiere determinar, sobre el lado c , expresado en metros.

da : el error medio cometido sobre el de partida, expresado en metros, (error del lado conocido del triángulo que se calcula).

a : longitud del lado conocido o de la base medida, expresada en metros.

e : longitud del lado a determinar, en metros.

dA : error medio cometido sobre el valor del ángulo opuesto a la base, o lado conocido, expresado en fracción de grado y redondeado al segundo.

A : valor del ángulo opuesto a la base o lado conocido.

Ejemplo: hemos calculado una cadena de ocho triángulos, apoyada en una base cuya longitud de 1276,232 metros fué determinada con un error medio de 1.66 milímetros.

Esta base fué desarrollada y unida a la triangulación, siendo el primer lado de la red igual a 5687,111 metros, con un error medio de 7.4 milímetros

Para hallar el error transmitido al lado final de la red, calcularemos los errores acumulados sucesivamente sobre los lados de los triángulos intermedios, partiendo del error da determinado en el lado conocido a .

Cálculo del error lineal del lado c: Capurro-Salvo.

Primer triángulo: Piedras Blancas-Capurro-Salvo.

Datos: da : 0,00740 metros
 a : 5687,111 »
 c : 3913,832 »
 dA : 2 sen 1'' (error 2'' redondeado)
 A : 65° 50' 13" 67
 $\frac{A}{2}$: 32 55 07

$\lg. da = \bar{3}.86923$	}	$\lg. c = 3.59260$
$\text{clg. } a = \bar{4}.24511$		$\lg. 2 = 0.30103$
$\lg. c = 3.59260$		$\lg. \text{sen } 1'' = \bar{6}.68557$
$\lg. 1.\text{er término} = 3.70694$		$\lg. \text{cot } \frac{1}{2} A = 0.18883$
		$\log. 2.\text{do término} = 2.76803$

1er término = 0,00509 metros
 2do término = 0,05862 »
 $dc = 0,06371$ »

El error sobre el lado deducido, Capurro-Salvo, es de 63 mm. 71, correspondiendo a una precisión de

$$\frac{dc}{c} = \frac{63.71}{3914000} = 0.000017 = \frac{0.17}{10.000}$$

Como hemos calculado el error del lado común para el primero y segundo triángulos, esté dc igual a 63.71 milímetros constituye el da del lado conocido del segundo triángulo.

Cálculo del error lineal del lado c: Cerro-Salvo.

Segundo triángulo: Capurro-Salvo-Cerro.

Datos: $da = 0,0637$ metros
 $a = 3913,8$ »
 $c = 5964,5$ »
 $dA = 1$ sen $1''$ (error $1''$ redondeado)
 $A = 40^\circ 56' 07'' 03$
 $\frac{A}{2} = 20 28 04$

	$lg. c = 3.77557$
$lg. da = \bar{2}.80414$	$lg. 1 = 0.00000$
$lg. a = \bar{4}.40740$	$lg. \text{sen } 1'' = \bar{6}.68557$
$lg. c = \bar{3}.77557$	$lg. \cot \frac{1}{2} A = 0.42801$
$lg. 1er \text{ Tér.} = \bar{2}.98711$	$lg. 2do \text{ Tém.} = 2.88915$
$1.er \text{ término} = 0,097 08$	
$2.do \text{ término} = 0,074 47$	
$dc = 0,171 55$	

El error sobre el lado final se estima en 171,55 milímetros, que corresponde a una precisión de

$$\frac{dc}{c} = 0,000 028 = \frac{0,28}{10 000}$$

Luego, con da igual a 171,55 milímetros, calcularemos dc para el tercer triángulo, siendo sus datos los siguientes:

Determinación del error lineal del lado c: Salvo-Agronomía

Tercer triángulo: Salvo-Cerro-Agronomía.

Datos: $da = 0,171 55$ metros
 $a = 5964,5$ »
 $c = 8009,3$ »
 $dA = 0,08$ sen $1''$ (error $0''08$)
 $A = 46^\circ 45' 09''$

Efectuados los cálculos con los anteriores datos, hemos determinado para el lado c calculado, un error absoluto de:

$$dc = 237,55 \text{ milímetros}$$

correspondiendo a una precisión de

$$\frac{0,29}{10\ 000}$$

Después de calcular sucesivamente los errores dc de los demás triángulos de la red, hemos encontrado los siguientes valores para cada uno de los que se nombran a continuación:

4.º triángulo:	$dc = 372,85 \text{ mm.}$	Precisión	$0,57/10\ 000$
5.º »	$dc = 490,84 \text{ mm.}$	»	$0,70/10\ 000$
6.º »	$dc = 644,83 \text{ mm.}$	»	$0,87/10\ 000$
7.º »	$dc = 972,45 \text{ mm.}$	»	$0,87/10\ 000$
8.º »	$dc = 1215,56 \text{ mm.}$	»	$1 /10\ 000$

Habiéndose alcanzado el límite de $1/10\ 000$ en este octavo triángulo, para continuar la red de triangulación y su cálculo, será menester medir una nueva base que le sirva de apoyo.

Error medio angular de una cadena de triángulos

Para determinar el error medio angular de toda la cadena de triangulación, se efectuará la suma de los cuadrados de todos los errores parciales de cierre de los triángulos; luego se dividirá esta suma por el número de triángulos que hayan intervenido, tomando la raíz cuadrada del cociente.

$$e_{m\omega} = \pm \sqrt{\frac{[d^2]}{n}}$$

$[d^2]$ es la suma de los cuadrados de los errores de cierre de cada triángulo.

Ejemplo: En una cadena de 7 triángulos se obtuvieron los siguientes errores de cierre d para cada uno de ellos:

		<i>Error de cierre d</i>	d^2
Triángulo	1	2"22	4,93
»	2	5"50	30,25
»	3	0"41	0,17
»	4	1"48	2,19
»	5	0"88	0,77
»	6	4"43	19,62
»	7	2"13	4,54
			<hr/> 62,47

$$e_{m\omega} = \sqrt{\frac{62,47}{7}} = \sqrt{8,924} = 2"986$$

CALCULO DE TRIANGULOS SECUNDARIOS

Los triángulos secundarios estarán apoyados en un lado de la triangulación principal y sus ángulos se medirán de acuerdo con las instrucciones establecidas en la página 54 de este volumen.

Según se establece en el mencionado título, cuando alguno de los ángulos sea menor de 30 grados sexagesimales o mayor de 120 grados, habrá que medir los tres ángulos.

De acuerdo con tal convención fueron medidos los tres ángulos del triángulo tratado en la planilla *H*, por ser uno de ellos, el *B*, menor de 30 grados.

Se ha establecido la *tolerancia de 1' para el error de cierre* de tales triángulos.

La mencionada planilla *H* se ha confeccionado para el cálculo de los triángulos secundarios o de orden inferior, para cuya resolución se pueden considerar sus elementos como pertenecientes a una figura plana. El cálculo completo del triángulo se desarrolla en las seis columnas verticales, dispuestas en la forma siguiente:

En la primera columna va el croquis del triángulo a resolver.

En la segunda columna se anotan los nombres de los vértices, en correspondencia con la letra que los designa en el triángulo.

En la tercera columna van los valores angulares medios observados (valores compensados en la vuelta de horizonte). Al pié de esta columna se deduce el error absoluto de cierre *d*, que se obtiene de restar a dos rectos la suma de los tres ángulos del triángulo.

$$d = 180 - \Sigma$$

que en el caso de la planilla es: $d = + 3''$.

La corrección que se debe aplicar a cada ángulo ($d/3$) se anota en la cuarta columna, y en la quinta van los valores angulares corregidos o planos.

Finalmente, la sexta columna se destina al cálculo de los lados, designándose siempre con la letra *a* el lado conocido, *A* el ángulo

opuesto a este lado; b y c son los lados a determinar, opuestos respectivamente a los ángulos B y C .

En el cuadro inferior se anotan los tres lados del triángulo, designándolos por sus términos y expresando sus longitudes lineales en metros.

Cuando uno de los valores angulares de los vértices hubiere sido deducido de la diferencia entre 180° y la suma de los otros dos, se anotará esta circunstancia en la línea correspondiente de la tercera columna (ángulos medidos observados) con la indicación *deducido*, escribiéndose su valor en la quinta columna. En este caso no podremos conocer el error de cierre del triángulo, pero se puede determinar el error transmitido al ángulo deducido en función de los errores medios de los dos ángulos medidos.

$$\gamma = 180 - (\alpha + \beta)$$

$$M_\gamma = \sqrt{m_\alpha^2 + m_\beta^2}$$

A continuación damos la planilla H con un cálculo de triángulo secundario.

CALCULO DE TRIANGULOS SECUNDARIOS

PLANILLA H

Croquis	Designación de los Vértices	Angulos medios observados	correc. d/3	Angulos planos	Cálculo de los lados
	A) Agueda B) Espinillo C) S. Vázquez	60° 42' 14" 29 15 34 90 02 00 179 59 57 d=180-Σ d = + 3	+ 1" + 1" + 1" + 3	60° 42' 15" 29 15 35 90 02 10 180 00 00	lg. b = 3.6281395 lg. sen B = 1.6891034 lg. a = 3.8796047 c.lg. sen. A = 0.0594314 lg. sen. C = 0.0000000 lg. c = 3.9390361

Longitud de los lados	
a) Espinillo - Santiago Vázquez	= 7578,87
b) Santiago Vázquez - Agueda	= 4247,56
c) Agueda - Espinillo	= 8690,33

Fecha: Enero de 1933

Firma: Teniente M. Giambruno

Controlado: Cap. J. F. L.

Poligonal

Método de cálculo y planillas. Para la medición de los lados y ángulos de la poligonal se han tenido en cuenta las instrucciones transcritas en las páginas 54 a 60, inclusives, de este volumen.

Tratándose de una poligonal principal, sus ángulos se deben determinar por la medición del interno y del externo, en tres repeticiones.

Los lados de la poligonal principal se medirán con cintas o hilos contrastados.

La longitud mínima de estos lados será de 150 metros.

Se ha medido la línea poligonal principal entre los vértices *De León* y *Platero*, cuya distancia (lado del triángulo) es de 6160,82 metros, siendo el azimut *De León—Platero* igual a $82^{\circ} 34' 44''$, y el recíproco, *Platero—De León*, igual a $262^{\circ} 32' 15''$, ambos con origen Norte.

Para desarrollar el cálculo de esta poligonal empleamos la planilla reglamentaria *I* que va más adelante. A los efectos de darle mejor disposición en estos Anales la hemos dividido en dos partes o trozos, aunque debe entenderse que ambos constituyen una sola planilla original.

La disposición general de la planilla no necesita mayor explicación; su encabezamiento y títulos nos parecen suficientemente claros.

El primer trozo de la planilla consta de nueve columnas verticales, de las cuales detallaremos las que requieran explicación.

En la segunda columna —*ángulo medido*— se anotan los valores angulares *medios* extractados de la libreta de campo.

Al pié de esta columna va la suma de los citados ángulos, la cual, en nuestro caso, debe ser igual a n veces dos rectos, porque los lados se cortan una vez.

n es el número de lados —en nuestro caso igual a siete— debiendo ser la suma, según ésto, 1260° .

El error angular de cierre ($\Delta = -1'30''$) fué repartido proporcionalmente entre los valores angulares (redondeados al grado) que se debían corregir.

El ángulo en *De León* no fué corregido en este caso porque se tomó de una serie obtenida anteriormente con una precisión de $\pm 5''$, valor que fué determinado para un trabajo auxiliar en dicho vértice. Pero lo común es que al medir todos los vértices de la poligonal con una misma precisión, se reparta el error de cierre entre todos los valores angulares.

En la tercera columna anotamos las respectivas correcciones, cuya suma ha de ser igual al error angular de cierre.

En la cuarta columna van los ángulos corregidos.

En la quinta columna determinamos los azimutes de cada lado de la poligonal, tomando como azimut de partida el del lado de cierre del triángulo (azimut *De León-Platero*).

Todos los azimutes se cuentan a partir del punto cardinal Norte y en la dirección E. S. W.

Estos azimutes se deducen sucesivamente unos de otros, en función de los ángulos de la cuarta columna.

El primero se obtiene sumando al azimut *De León-Platero* el ángulo en este último vértice.

82°	34'	44''
25	33	40
108	08	24

Los restantes se calculan por la fórmula:

$$A_n = A_{n-1} \mp \alpha \pm 180^\circ$$

El azimut de un lado cualquiera (A_n) es igual al azimut del lado anterior (A_{n-1}) más el ángulo directo comprendido entre ambas líneas (α), más o menos 180 grados, según que la suma sea menor o mayor que 180.

Así, el azimut del lado poligonal (1 — 2) se deduce:

$$\begin{array}{r}
 A_{n-1} = 108^{\circ} \ 08' \ 24'' \\
 \alpha = 143 \ 47 \ 11 \\
 \hline
 \text{Suma} = 251 \ 55 \ 35 \\
 - 180 \\
 \hline
 A_n = 71 \ 55 \ 35
 \end{array}$$

que es el azimut calculado para el lado (1-2).

Deduciendo así sucesivamente los azimutes de todos los lados del polígono cerrado, llegaremos a obtener un valor azimutal para el lado de cierre *Platero-De León*, que diferirá en 180 grados del azimut de partida *De León-Platero*. Pero el verdadero azimut del lado de cierre difiere del calculado en función de los elementos del polígono, en una pequeña cantidad que equivale a la *convergencia de meridianos* entre los correspondientes al punto de partida y al de llegada.

Para que el azimut verdadero del lado final sea igual al azimut obtenido por el cálculo del polígono, es necesario efectuarle una corrección a cada dirección azimutal de los lados del polígono.

A medida que nos vayamos alejando del punto o estación de **partida**, crece el ángulo de convergencia, siendo este crecimiento **una función** de la diferencia en longitud. Por consiguiente, la **corrección** debiéramos hacerla proporcionalmente a las ΔX obtenidas en un primer cálculo provisorio de las proyecciones de los **lados de polígono**. Pero en la práctica es suficiente repartir la **diferencia de azimutes** en partes iguales entre los $(n-1)$ lados de la poligonal. (Se entiende que el azimut del primer lado no es necesario corregirlo, pues se cuenta desde el propio meridiano de origen).

En nuestro caso tenemos una diferencia de azimutes:

$$\Delta A = 2' \ 29''$$

que dividida entre los $(n-1)$ lados (seis) nos dá: $24'83$.

Redondeando esta cantidad al segundo y formando las sucesivas correcciones obtenemos:

24''
49''
1' 14''
1' 39''
2' 04''
2' 29''

cantidades que difieren entre sí en 25'', siendo el valor de la última corrección igual a la convergencia de meridianos.

En la quinta columna, en cada uno de los siete casilleros hemos escrito: en la línea 1) los azimutes originales; en la línea 2) las correcciones que acabamos de calcular; y en la línea 3) los azimutes corregidos.

Con estos azimutes hemos deducido luego los Rumbos (R) que se encuentran escritos en la columna 6.

En la columna 7, titulada *distancia* (S), hemos anotado las longitudes de los lados de la poligonal, expresados en metros.

En la columna 8, en cada casillero y en el mismo orden que expresa el encabezamiento, van anotados los logaritmos:

- 1) Logaritmo seno del rumbo.
- 2) Logaritmo de la distancia.
- 3) Logaritmo coseno del rumbo.

Las sumas de 1) más 2), y de 2) más 3), respectivamente, las hemos anotado en las líneas correspondientes de la columna 9, cuyos logaritmos resultantes no son otra cosa que el logaritmo x y el logaritmo y .

La segunda parte de este cálculo va desarrollada en la Planilla I (Continuación), cuyo original, como dijimos, está constituido por una planilla única.

Las columnas 10, 11, 12 y 13 contienen los valores numéricos correspondientes a los logaritmos anteriores, o sean las proyecciones x e y , positivas y negativas, anotadas ordenadamente.

Efectuadas las sumas de las cantidades escritas en estas cuatro columnas, hemos determinado enseguida los errores de las proyecciones x e y , hallando las diferencias entre las positivas y las negativas correspondientes.

Hemos obtenido así los siguientes errores:

Para X : + 1,57
Para Y : - 1,88

Para determinar las correcciones respectivas que van en las columnas 14 y 15, dividiremos los errores proporcionalmente entre las proyecciones de los lados medidos (seis) sin incluir la proyección del lado del triángulo de apoyo.

$$\Delta X = \frac{\varepsilon}{\Sigma X} X$$

$$\Delta Y = \frac{\varepsilon}{\Sigma Y} Y$$

Por ejemplo:

$$\Delta X = \frac{1,57}{6110,21} 675,10 = 0,17$$

$$\Delta Y = \frac{1,88}{1240,63} 221,18 = 0,34$$

Estos resultados, así como los siguientes, van anotados en las líneas respectivas de las columnas 14 y 15.

El signo de estas correcciones es, naturalmente, contrario al de los errores que compensan.

En las columnas 16, 17, 18 y 19 se anotan las proyecciones corregidas de los errores que acabamos de establecer.

Al pié de estas columnas van las sumas de comprobación.

Finalmente, en las columnas 20 y 21 se asientan las coordenadas referidas al vértice de origen (en nuestro caso *De León*).

Las coordenadas del vértice 1 son las mismas proyecciones del primer lado.

Las coordenadas del vértice 2 se obtienen de la suma de las coordenadas del vértice 1 más las proyecciones del segundo lado.

Las coordenadas del vértice 3 se obtienen de la suma de las coordenadas del vértice 2 más las proyecciones del tercer lado.

De modo análogo se deducen las siguientes coordenadas.

Como comprobación, las coordenadas del último punto más las proyecciones del lado de cierre nos dará cero.

Al margen inferior de estas planillas se establecen: el *error lineal* y la *tolerancia de este error*, correspondientes ambos a la poligonal en cuestión, puesto que estos valores son variables con cada poligonal.

PLANILLA I

CÁLCULO DE LA POLIGONAL N° 1
DE LEON - PLATERO

ORIGEN: DE LEON
AZIMUT: DE LEON - PLATERO = 82° 34' 22"
ID. PLATERO - DE LEON = 262° 32' 13"
LADO " " " 6160, 82 mds.

ESTACION	ANGULO MEDIDO	Correc.	ANGULO CORREGIDO	1) AZIMUT 2) Correccion 3) Ar. Correccion	RUMBO (R)	DISTANCIA (DS)	1) Log. sen. R 2) Log. D 3) Log. Cos. R	1) Log. D. sen. R 2) Log. D. cos. R
DE LEON	85° 33' 40"	—	85° 33' 40"	108° 08' 24" 108 08 24	S 71° 51' 36" E	710,41	7.9778601 2.8515086 7.2932378	2.8293587 2.3227729
1	143 46 57	+ 14"	143 47 11	71 55 35 71 55 21	N 71 55 11 E	846,46	7.9780082 2.9276087 7.2918526	2.9056143 2.2194567
2	185 51 40	+ 19	185 51 58	77 27 33 77 26 22	N 77 26 24 E	632,35	7.9900227 2.8091213 7.3255400	2.7997160 2.1328113
3	176 16 53	+ 18	176 17 11	74 02 44 74 03 30	N 74 03 30 E	1168,96	7.9899682 3.0677988 7.2367937	3.0507670 2.5065919
4	188 33 35	+ 19	188 33 52	82 38 36 82 38 57	N 82 36 57 E	1201,02	7.9963833 3.1262236 7.1089760	3.1428269 2.2552196
5	182 48 10	+ 18	182 48 28	85 27 02 85 25 00	N 85 25 00 E	1192,07	7.9937889 3.0257555 2.0763874	3.1723979 2.0763874
PLATERO	857 07 37	+ 3	857 07 40	262 32 17 262 32 15	S 82 32 15 W	6160,82	7.9953059 3.4896385 7.7735330	3.7859444 2.9037173
Σ = 1259° 58' 30"				730°	7260° 00' 00"	Δ = -1' 30"	32' 22" 32' 25"	Δ = 2' 27"

POLIGONAL PLANILLA I (CONTINUACION)

ESTACION	PROYECCIONES				CORRECCIONES				PROYECCIONES CORREGIDAS				COORDENADAS REFERENCIAS: DE LEON	
	X = D · sen α · R		Y = D · cos α · R		ΔX	ΔY	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
	E (+)	W (-)	N (+)	S (-)			E (+)	W (-)	N (+)	S (-)	ORIGEN	ORIGEN		
DE LEON	675,10			221,76		+0,17	+0,34	674,93			220,84	ORIGEN		
1	804,66		262,70		-0,21	+0,40	804,45		263,10			+ 674,93	- 220,84	
2	629,75		136,40		-0,16	+0,21	629,59		136,61			+ 1479,38	+ 42,26	
3	1124,00		321,06		-0,29	+0,48	1123,71		321,54			+ 2108,97	+ 119,87	
4	1389,40		190,06		-0,36	+0,27	1389,04		180,33			+ 3232,68	+ 509,41	
5	1487,30		119,23		-0,38	+0,18	1486,92		119,41			+ 4621,72	+ 680,74	
PLATERO		6108,64		800,13				6108,64		800,13		+ 6108,64	+ 800,13	
	+ 6110,21	- 6108,64	+ 1019,43	- 1021,33	- 1,57	+ 1,88	+ 6108,64	- 6108,64	+ 1020,99	- 1020,99				
	- 6108,64		- 1021,33											
	1,57		1,88											

FIRMADO:
 TTE. MAJ. JUAN C. CORREA
 ALF. MAY JOSE M. ALVAREZ

ERROR LINEAL: ΔS = $\sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = 2,43$ MTS.
 TOLERANCIA: T = $\sqrt{N} + 0,19 \sqrt{K^2} = 3,74$ "

TRANSPORTE DE COORDENADAS GEOGRAFICAS

Formulas practicas.— Su aplicación a los trabajos de nuestro País.— Interpretación de las fórmulas.— Tablas para el cálculo.— Ejemplo de un cálculo de transporte de coordenadas geográficas

Fórmulas prácticas

Las coordenadas geográficas determinadas por observaciones astronómicas en uno o varios vértices de la triangulación, deben ser transportadas a todos los demás vértices, con el auxilio de los valores hallados para los elementos de los triángulos de la red.

Es conveniente realizar las observaciones astronómicas en uno de los pilares - términos de cada una de las bases con que cuenta la red, transportando dichas coordenadas a todos los demás vértices principales y secundarios de los triángulos que se apoyan en las respectivas bases.

Desde que las triangulaciones principal y secundaria son de distinta precisión, los transportes se harán primeramente entre los vértices principales, de acuerdo con las tolerancias admitidas para su mismo orden de triangulación; con los valores hallados para estos vértices, se hará el transporte a los respectivos de la red secundaria.

Como no siempre será posible efectuar las observaciones astronómicas en uno de los pilares - términos de base, no habrá impedimento matemático en adoptar otro pilar para la determinación directa de las coordenadas, siempre que este pilar esté o pueda ligarse a la red con la misma precisión observada para la triangulación principal. La conveniencia en determinar las coordenadas geográficas por observaciones astronómicas en uno de los pilares - término de base, estriba en que generalmente se toma uno de ellos

para origen o asiento de las observaciones o determinaciones directas, suponiéndolos por ésto como puntos iniciales exactos para las medidas lineales, angulares y altimétricas, cuyos valores han de ser transportados a través de una cierta porción de la red, quedando limitado este transporte donde el error alcance el valor asignado a la tolerancia en cada una de las magnitudes citadas; generalmente, antes de llegar a esos límites se establecen nuevas bases o puntos de partida de los valores que intervienen en el cálculo.

Así pues, los elementos que se determinan o miden directamente en cada base de triangulación, son: la longitud de la base; la altura de un pilar - término sobre el nivel medio del mar; el azimut de esta base, considerado desde dicho pilar; la latitud y longitud geográficas del mismo.

Por medio del cálculo se transportan las coordenadas, latitud, longitud y azimut, haciendo uso de las fórmulas llamadas « de los Ingenieros Geógrafos », aplicándoles la corrección « Benoit » para las distancias mayores de 30 kilómetros.

Las fórmulas citadas son las siguientes:

$$\varphi' = \varphi - \frac{S \cos A}{\rho \text{ sen } 1''} - \frac{S^2 \text{ sen}^2 A}{2N\rho \text{ sen } 1''} \text{ tg } \varphi (1 + \alpha)$$

$$\omega' = \omega + \frac{S \text{ sen } A}{N' \text{ sen } 1'' \cos \varphi'} (1 + \beta)$$

$$A' = A + 180^\circ - d\omega' \text{ sen } \frac{\varphi + \varphi'}{2} (1 + \beta).$$

El cálculo de estas fórmulas se ha simplificado haciendo intervenir en ellas los siguientes factores compuestos por ciertos elementos de las mismas fórmulas, los cuales varían en función de la latitud.

$$P = \frac{1}{\rho \text{ sen } 1''}$$

$$Q = \frac{1}{2 N \rho \text{ sen } 1''} \text{ tg } \varphi$$

$$R = \frac{1}{N' \text{ sen } 1''}$$

siendo N la normal mayor y ρ el radio de curvatura del meridiano, correspondientes a la latitud φ .

Estos valores de P , Q y R se han calculado con los elementos del elipsoide de Hayford, tabulándolos en función de las correspondientes latitudes, haciendo variar éstas de 10 en 10 minutos de arco centesimal.

Más adelante damos los cálculos de P , Q y R , así como sus valores tabulados, correspondientes a los límites de nuestro territorio.

Las fórmulas prácticas quedan expresadas así:

$$(1) \quad \varphi' = \varphi - P_m S \cos A - Q_m S^2 \operatorname{sen}^2 A (1 + \alpha)$$

$$(2) \quad \omega' = \omega + \frac{R' S \operatorname{sen} A}{\cos \varphi'} (1 + \beta)$$

$$(3) \quad A' = 180^\circ + A - d \omega' \operatorname{sen} \frac{\varphi + \varphi'}{2} (1 + \beta)$$

Aplicación de estas fórmulas a nuestros trabajos

Los cálculos, fórmulas y valores siguientes están considerados para el hemisferio Sur y los elementos que intervienen se han reducido para su aplicación práctica a los casos que podrán presentarse en nuestra jurisdicción.

Como se dijo antes, se adoptaron los elementos del elipsoide de Hayford.

Los azimutes se cuentan desde el polo depreso (Norte) y en sentido directo (E. S. W.).

Para estos cálculos hemos adoptado el sistema centesimal de medidas de arcos, en virtud de las ventajas que este sistema implica en el desarrollo de las fórmulas, en el cálculo logarítmico, etc. Los logaritmos de las funciones circulares y de los números se han determinado por medio de las tablas de ocho decimales que emplea oficialmente el Instituto Geográfico de Francia.

El empleo de estas tablas y del sistema centesimal para los ángulos, permitirá cómodamente obtener gran precisión en los resultados, si los elementos medidos lo han sido con el suficiente cuidado que se requiere para esta clase de cálculo.

Para el cálculo ordinario nos bastará trabajar con los ocho deci-

males que nos proporciona la tabla, aproximando la latitud y la longitud hasta el décimo de segundo, y el azimut hasta el segundo de arco centesimal.

En las fórmulas siguientes se considera la latitud con abstracción de su signo; es decir, que la consideraremos para nuestro hemisferio siempre con signo positivo.

La longitud oeste de Greenwich, que corresponde a esta parte del Continente, la consideraremos negativa a los efectos del cálculo de transporte de coordenadas.

Estas interpretaciones del convencionalismo de los signos permiten la aplicación de las fórmulas calculadas para el hemisferio norte, tal como fueron propuestas por el Coronel Benoit.

La interpretación generalizada de las mencionadas fórmulas se puede establecer así:

Las Latitudes correspondientes al hemisferio donde se encuentra el punto de partida, son positivas.

Las Longitudes contadas en sentido directo, mirando hacia el Ecuador desde el mismo punto de partida anterior, son positivas.

El azimut se cuenta a partir del polo depresso.

Cálculo de la latitud

En la fórmula (1), las notaciones empleadas significan:

φ la latitud del punto de partida o punto conocido.

φ' la latitud del punto de llegada o punto requerido.

A , el azimut de la línea que une el punto de partida con el de llegada.

A' el azimut de la línea que une el punto de llegada con el de partida.

S la distancia en metros, contada sobre el geocide, entre los puntos de partida y llegada.

Cálculo provisorio

Para determinar los valores de los factores P_m y Q_m de la fórmula (1), es necesario calcular aproximadamente la latitud media, cuyo valor nos servirá como argumento para la tabla correspondiente.

La fórmula que nos proporciona la latitud provisorio del punto de llegada, es:

$$\varphi_p = \varphi - S. R. \cos A$$

con cuyo resultado se calculará la latitud media provisoria:

$$\frac{\varphi + \varphi_p}{2}$$

El valor de R de la fórmula anterior se determina en función de la latitud de partida, entrando en las tablas de P , Q , R con dicha latitud como argumento.

Cálculo definitivo

El cálculo logarítmico de la fórmula (1) se dispone así:

$$\log, 1.^\circ \text{ térm.} = \log. S + Pm + \log. \cos A.$$

$$\log, 2.^\circ \text{ térm.} = 2 \log. S + \log. Qm + 2 \log. \text{Sen } A + \mu \alpha.$$

Los coeficientes Pm y Qm se encuentran tabulados en función de la latitud, cuyos logaritmos encontraremos entrando en las tablas con la latitud media provisoria como argumento.

Al log. del 2.º término, siendo S mayor de 30 kilómetros, es necesario agregarle la *corrección Benoit* $\mu \alpha$ que representa al logaritmo de $(1 + \alpha)$ de la fórmula (1).

Esta cantidad correctiva del logaritmo del 2.º término se obtiene por la fórmula.

$$\mu \alpha = \lambda_m d \varphi$$

$$\lg \mu \alpha = \lg \lambda_m + \log d \varphi$$

Los valores de $\log. \lambda_m$ se encuentran tabulados más adelante en función del argumento « latitud media aproximada ».

Como valor de $\log. d \varphi$ se toma el log. 1.er término.

Teniendo el logaritmo $\mu \alpha$ se deduce el valor de $\mu \alpha$ que resultará expresado en unidades de 5º orden decimal del logaritmo del segundo término.

El signo de $\mu \alpha$ es:

para φ mayor de 33º 3333'': igual signo que $d \varphi$

para φ menor de 33º 3333'': contrario signo que $d \varphi$

Así pues, en nuestras latitudes, la corrección logarítmica $\mu \alpha$

será siempre de igual signo que la diferencia en latitud $d \varphi$. En consecuencia, al logaritmo del segundo término se le aplicará con su signo la citada corrección logarítmica, independientemente del signo que tenga dicho término. Vale decir, que el signo que tenga la corrección será el de la operación a efectuar.

Analizando la fórmula se observará que los valores componentes del segundo término son siempre positivos; en consecuencia, este término llevará siempre signo negativo, de acuerdo con dicha fórmula.

El signo del primer término dependerá, naturalmente, del que tenga $\cos. A$, resultando aquel de signo contrario al de éste.

La diferencia de latitud ($d \varphi$) conserva el mismo signo del primer término, en razón de la pequeñez del valor del segundo.

La latitud se toma en su valor absoluto, suponiéndola siempre positiva.

Hallados los logaritmos de ambos términos, se determina el valor de $d \varphi$ y luego el de φ' .

$$\begin{array}{r}
 \pm 1.^\circ \text{ término} \\
 - 2.^\circ \text{ término} \\
 \hline
 \pm d \varphi \\
 + \varphi \\
 \hline
 + \varphi'
 \end{array}$$

Se observará que esta fórmula debe dar $\pm \varphi'$; pero hemos supuesto la latitud tomada en su valor absoluto y estamos considerando su cálculo para los límites determinados de nuestro país, si bien la forma expuesta es aplicable a todo nuestro hemisferio.

Para la determinación de los signos del seno y coseno del azimut, se procede en la forma corriente empleada en la trigonometría; ésto es, tomando como origen el extremo derecho del diámetro horizontal y cuyos arcos crecen en sentido inverso al movimiento de las agujas del reloj.

Ejemplo de un cálculo de latitud

Sean las coordenadas del punto de partida:

$$\begin{aligned}
 \varphi &= 38^\circ 7668'' 00 \text{ S.} \\
 \omega &= 62^\circ 5175'' 03 \text{ W. Gr.} \\
 A &= 121^\circ 9378'' 65 \text{ Norte.} \\
 S &= 5964 \text{ mts. } 502
 \end{aligned}$$

Estos ángulos están todos expresados en el sistema centesimal.
Primeramente calcularemos la latitud media aproximada, por medio de la fórmula:

$$\varphi'_p = \varphi - SR \cos A$$

cuyo cálculo logarítmico se dispone así:

$$\begin{aligned} \log S &= 3.77557418.6 \\ \log R &= \overline{2.99869102.7} - \\ \log \cos A &= \overline{1.52868465.1} - \\ \log d\varphi_p &= 2.30294986.4 + \\ d\varphi_p &= + 200'' 88 \\ \varphi &= 38^\circ 7668'' 00 \\ \varphi_p &= \overline{38^\circ 7868'' 88} \\ \varphi + \varphi_p &= 77^\circ 5536'' 88 \\ \frac{\varphi + \varphi_p}{2} &= 38^\circ 7768'' 44 \end{aligned}$$

Los signos puestos a la derecha de los logaritmos corresponden a los factores que los producen, facilitando con esta indicación la discusión del signo de $d\varphi$.

Como el segundo término (sustraendo) de la fórmula lleva signo negativo, podemos suponer que uno de los factores de este término también los es, conviniéndonos en tal caso atribuirle este signo al factor R , manteniendo S positivo y $\cos. A$ con el signo que le corresponda de acuerdo con las leyes trigonométricas.

Este procedimiento interpreta en forma práctica los signos de la fórmula y los correspondientes a los factores de cada término, dándonos el signo de $d\varphi$ tal como debe ser aplicado a la latitud.

En nuestro ejemplo, como el coseno de A tiene signo negativo ($\cos. A$ cae en el segundo cuadrante), $d\varphi$ llevará signo positivo: ésto es, se sumará a la latitud de partida.

La semisuma de las latitudes de partida y provisoria de llegada, nos dá por último la latitud media provisoria, con cuyo argumento determinaremos los logaritmos de P_m y Q_m de la fórmula (1)

Cálculo definitivo de la latitud de llegada

Las consideraciones que quedan expresadas en cuanto a los signos de las fórmulas anteriores, se mantienen para los desarrollos de las fórmulas de φ' , ω' y A' que trataremos en las siguientes líneas.

La fórmula que nos dá la latitud es:

$$(1) \quad \varphi' = \varphi - P_m S \cos A - Q_m S^2 \operatorname{sen}^2 A \left(1 + \alpha \right)$$

$$\begin{aligned} \log S &= 3.77557418.6 \\ \log P_m &= \bar{1}.00066353.6 - \\ \log \cos A &= \bar{1}.52868465.1 - \\ \log. 1.^{\text{er}} \text{Térm.} &= 2.30492237.3 + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2 \log S &= 7.55115 \\ \log Q_m &= \bar{9}.73804 - \\ 2 \log \operatorname{sen} A &= \bar{1}.94737 + \\ \log 2.^{\text{do}} \text{Térm.} &= \bar{1}.23656 - \\ \mu \alpha &= + 2 \end{aligned}$$

$$\log 2.^{\text{do}} \text{Térm.} = \bar{1}.23658 -$$

$$1.^{\text{er}} \text{Térm.} = + 201''80$$

$$2.^{\text{do}} \text{Térm.} = - 0''17$$

$$d \varphi = + 201''63$$

$$\varphi = 38^{\circ} 7668''00$$

$$\varphi = 38^{\circ} 7869''63$$

φ' es la latitud buscada cuyo signo, por resultar positivo, es igual al de la latitud de partida.

Según la fórmula (1), para corregir el segundo término se necesita el log. de $(1 + \alpha)$. Pero siendo α una cantidad muy pequeña, puede ponerse en lugar de este logaritmo la expresión $\mu \alpha$, en la cual μ es el módulo de los logaritmos vulgares.

Así pues, la expresión de este término correctivo es.

$$\mu \alpha = \lambda_m d \varphi$$

en la cual λ es un coeficiente función de la latitud, cuyo cálculo y desarrollo puede estudiarse en «Calcul des Coördennées Géographiques» par le Cap. E. Benoit.—Edición: Hanoi-Haiphong. Imprimerie d' Extrême-Orient. - 1933.

En esta obra se encuentran también los desarrollos de las fórmulas de los «Ingenieros Geógrafos».

Para calcular esta corrección, entramos en la tabla que nos da el log. λ_m , tomando como argumento la latitud media aproximada $38^{\circ} 7768''44$, en la cual hallamos:

Para $38^{\circ} 70'$	$\bar{3}.8688$	siendo $\Delta\lambda = + 78$ para 1000''
Para $700''$	54.6	
Para $60''$	4.7	
Para $8''$	0.6	
Para $38^{\circ} 7768''$	$\bar{3}.8748$	

Para el log. de $d\varphi$ se toma el log. del 1.^{er} Término, hasta la cuarta cifra decimal.

Luego:

$$\begin{aligned} \log. \lambda_m &= \bar{3}.8748 \\ \log. 1.^{\text{er}} \text{ Térm.} &= 2.3049 \\ \log. \mu\alpha &= 0.1797 \end{aligned}$$

$$\mu\alpha = 2 \text{ apróx.}$$

La parte entera de este valor hallado representa las unidades de quinto orden decimal del logaritmo del segundo término. En nuestro ejemplo hemos redondeado la parte entera a 2 unidades que corresponden a la quinta cifra del logaritmo.

El signo que le corresponde a esta corrección, en el ejemplo propuesto, es el mismo de $d\varphi$, ésto es, positivo, por ser la latitud mayor de $33^{\circ} 3333''$.

Hemos dicho que para las latitudes de nuestro país $\mu\alpha$ será siempre del mismo signo de $d\varphi$.

Por último, con la latitud de llegada φ' y la de partida φ se calcula la latitud media,

$$\frac{\varphi + \varphi'}{2} = 38^{\circ} 7768'' 82$$

cuyo valor servirá de argumento para determinar el factor R' que interviene en la fórmula de la longitud, la cual trataremos en la parte que sigue.

Aunque en el ejemplo propuesto el lado del triángulo no alcanza a 30 kilómetros, hemos aplicado la *corrección Benoit* $(1 + \alpha)$ a fin de demostrar la forma de su aplicación y cálculo.

Además, este ejemplo nos hace ver que en estos lados cortos es completamente despreciable tal corrección. Si hallamos el número correspondiente al log. del 2.^{do} término, sin corregir, tendremos como valor de este 2.^{do} término: $0''17241$, cantidad que se diferencia de la corregida solamente en la cifra de quinto orden decimal, necesitándose para el resultado los centésimos de segundo.

Cálculo de la longitud

La fórmula práctica que empleamos en este cálculo, está expresada así:

$$(2) \quad \omega' = \omega + \frac{R'S \operatorname{sen} A}{\cos \varphi'} (1 + \beta)$$

en la cual se representa por:

ω — la longitud del punto de partida o conocido

ω' — la longitud del punto de llegada o incógnito

φ' — la latitud del punto de llegada ya determinado

A — el azimut del lado del triángulo sobre el cual se efectúa el transporte, medido en el punto de partida.

R' — el factor cuya equivalencia ya conocemos.

Para el cálculo logarítmico de esta fórmula necesitamos el logaritmo de $(1 + \beta)$. Como β es una cantidad muy pequeña, este logaritmo se puede expresar por $\mu\beta$, siendo μ el módulo de los logaritmos vulgares.

El cálculo logarítmico de esta fórmula lo dispondremos así:

$$\begin{aligned} \log. S + \log. R' + \log. \operatorname{sen} A + \log. \cos. \varphi' &= \log. d\omega', \\ \log. d\omega' + \mu\beta &= \log. d\omega', \\ d\omega' + \omega &= \omega' \end{aligned}$$

El signo de $d\omega'$ dependerá del sen. A , y por consiguiente aquél será igual a éste.

El valor de $\mu\beta$ está dado por la expresión:

$$\mu\beta = - \frac{1}{6} \mu \operatorname{sen}^2 I'' \left(\overline{R'S^2} - \overline{d\omega^2} \right)$$

Se ha calculado una tabla que dá los valores de

$$\mu\beta = \frac{1}{6} \mu \operatorname{sen}^2 I'' m^2$$

para los diferentes valores de $\log. m$, representando esta cantidad m a uno cualquiera de los factores $R'S$, $d\omega$, $d\varphi$, según se requiera.

La fórmula que se resuelve por medio de esta tabla es:

$$\mu\beta = - \mu\beta_1 + \mu\beta_2$$

cantidades que se tomarán siempre con los signos expresados.

$$\mu\beta_1 = \frac{1}{6} \mu \operatorname{sen}^2 I'' \overline{R'S^2}$$

$$\mu\beta_2 = \frac{1}{6} \mu \operatorname{sen}^2 I'' \overline{d\omega^2}$$

Entrando en la tabla con el argumento $\log. R'S$ cuyo valor es la suma de los dos primeros logaritmos del cálculo de $d\omega'$ anterior, se obtiene el valor de $\mu\beta_1$.

En la misma tabla, con el argumento $\log. d\omega'$, tomado del mismo cálculo, se obtiene, por una fácil interpolación, el valor del segundo sumando de la fórmula $\mu\beta_2$.

Los valores de $R'S$ y $\log. d\omega'$ anteriores bastarán tomarlos, para entrar en la tabla, con tres o cuatro decimales.

La tabla prevé estos coeficientes en unidades de 7.º orden decimal del logaritmo $d\omega'$. El resultado de la suma algebraica de los dos términos de esta fórmula se agregará con su signo a los decimales correspondientes de $\log. d\omega'$, para obtener el logaritmo exacto de la diferencia de longitud.

En esta operación se prescindirá del signo que pueda tener la diferencia de longitud.

Finalmente, obtenido el valor de $d\omega'$ cuyo signo será igual la del seno del azimut, se calcula la longitud de llegada, considerando

que el signo negativo es el que corresponde a nuestra longitud oeste.

Ejemplo de un cálculo de longitud

Sea el punto de partida:

$$\varphi = 38^{\circ} 7668'' 00$$

$$\omega = 62^{\circ} 5175'' 03$$

$$A = 113^{\circ} 4898'' 56 \text{ Norte}$$

$$S = 30567 \text{ mts. } 839$$

El cálculo logarítmico se plantea en la siguiente forma:

$$\begin{array}{r} \lg. S = 4.48526473 \\ \lg. R = \overline{2.99868965} + \\ \lg. \text{sen } A = \overline{1.99017606} + \\ \text{colg. } \cos \varphi' = \overline{0.08635779} \\ \lg. d \omega'_1 = \overline{3.56048823} + \\ \mu \beta = \quad + \quad 70 \\ \lg. d \omega' = \overline{3.56048893} + \\ d \omega' = \quad + \quad 3634'' 87 \\ \omega = \overline{- 62^{\circ} 5175'' 03} \\ \omega' = \overline{- 62^{\circ} 1540'' 16} \end{array}$$

Los signos puestos a la derecha de los logaritmos corresponden a los factores representados por tales logaritmos; se indican con el fin de facilitar el factoro de la fórmula.

Los signos colocados a la izquierda de los números expresan las operaciones a efectuar.

Siendo el azimut 113° las líneas trigonométricas están comprendidas en el segundo cuadrante, ésto es: $+$ sen A y $-$ cos A .

En consecuencia, el signo que resulta para $d \omega'$ es el positivo, en este caso.

Para determinar $\mu \beta_1$ entraremos en la tabla III con el argumento: suma de log. $S + \log. R'$ tomado de las dos primeras líneas

del cálculo precedente, aproximando esta cantidad a las tres primeras cifras del logaritmo; dicho argumento es en este caso: 3.484.

La tabla III nos dá:

para	. . .	3.480	16,3
para	. . .	3.484	16,6

Esta interpolación puede hacerse sencillamente a ojo. El signo de este elemento es siempre negativo.

Para hallar $\mu \beta_2$ entraremos en la misma tabla III con el argumento $\lg. d \omega'_1$ de la misma fórmula anterior, y que redondeado a sus tres primeras cifras decimales es: 3.560; para este número la tabla nos dá 23,6 que se tomará siempre con signo positivo.

$$\begin{aligned} \mu \beta_1 &= - 16,6 \\ \mu \beta_2 &= + 23,6 \\ \hline \mu \beta &= + 7,0 \end{aligned}$$

Este resultado nos dá 7 unidades correspondientes a la séptima cifra del logaritmo de $d \omega$; o sean 70 unidades de octavo orden que corresponderán a las ocho cifras del logaritmo.

El resultado se aplica con su signo, en este caso positivo o a sumar al logaritmo, sin tener en cuenta el signo que tenga el factor correspondiente a $\lg. d \omega$.

Cálculo del azimut

La fórmula que empleamos para este cálculo es:

$$(3) \quad A' = 180^\circ + A - d \omega' \operatorname{sen} \frac{\varphi + \varphi'}{2} (1 + \beta)$$

El cálculo logaritmico de esta fórmula lo disponemos así:

$$\begin{aligned} &\log. \operatorname{sen} \frac{\varphi + \varphi'}{2} \quad \text{---} \\ &\quad \log. d \omega' \pm \quad \text{---} \\ &\quad \log. d A'_1 \pm \quad \text{---} \\ &\quad \quad + \mu \beta' \quad \text{---} \\ &\quad \log. d A' \pm \quad \text{---} \\ &\quad \quad \pm d A' \quad \text{---} \\ &\quad \quad 180^\circ + A' \quad \text{---} \\ &\quad \quad \quad = A' \end{aligned}$$

Los signos puestos a la derecha de los logaritmos corresponden a sus respectivos factores, deduciéndose de ellos el signo del resultado.

El signo negativo del último término de la fórmula se le ha aplicado al factor $\frac{\varphi + \varphi'}{2}$, artificio que facilita la determinación del signo del resultado.

El log. $d \omega'$ que interviene en esta fórmula es el mismo determinado en el cálculo de la longitud, pasando a esta fórmula con el mismo signo que tiene en aquella.

El signo de la corrección $\mu \beta'$ es siempre positivo.

De aquí se deduce que el signo de dA' dependerá del que tenga $d\omega'$ siendo siempre el de aquél contrario al de éste.

La corrección $\mu \beta'$ se deduce a la siguiente fórmula:

$$\mu \beta' = \frac{1}{2} \mu \beta_1 + \frac{1}{4} \mu \beta_3$$

en la que $\mu \beta_1$ es el mismo valor hallado para la fórmula de la longitud; tomado en la tabla con el argumento log. $R' S$. Para la fórmula que ahora calculamos se toma la mitad de este valor.

La cantidad $\mu \beta_3$ se extrae de la misma tabla, entrando en ella con el argumento log. $d \varphi$ en valor aproximado; o sea, con el log. del primer término del cálculo de latitud.

Debe recordarse que la citada tabla proporciona los valores correctivos expresados en unidades de 7.^{mo} orden decimal del logaritmo. En este caso, las unidades de $\mu \beta'$ corresponderán a la 7.^{ma} cifra del logaritmo de dA'_1 .

Como el término correctivo $\mu \beta'$ se obtiene por la suma de dos cuadrados, (ver Benoit) ambos sumandos $\mu \beta_1$ y $\mu \beta_3$ son siempre positivos. En consecuencia, la corrección será a sumar al log. dA'_1 .

Ejemplo de un cálculo de azimut

Habiendo calculado las coordenadas del punto de llegada B con los datos del punto de partida A , se determinará el azimut del lado BA .

Sean los mismos datos del cálculo de longitud anterior, siendo además la latitud media

$$\frac{\varphi + \varphi'}{2} = 38^{\circ} 7987'' 49$$

Como empleamos las unidades centesimales en la medida de los arcos, pondremos:

$$A' = 200^{\circ} + A - d\omega' \operatorname{sen} \frac{\varphi + \varphi'}{2} (1 + \beta)$$

que dispondremos para el cálculo logaritmico:

$$\begin{array}{r} \lg \operatorname{sen} \frac{\varphi + \varphi'}{2} = 1.75771178 \text{ --} \\ \lg d\omega' = 3.56048893 \text{ +} \\ \hline \lg dA_1 = 3.31820071 \text{ --} \\ \mu\beta' = \text{+ } 85 \\ \hline \lg dA' = 3.31820156 \text{ --} \\ dA' = \text{-- } 2080'' 66 \\ 200^{\circ} + A = 313^{\circ} 4898'' 56 \\ \hline A' = 313^{\circ} 2817'' 90 \end{array}$$

El logaritmo de $d\omega'$ es el mismo de la fórmula de la longitud, con su mismo signo.

De la fórmula se deduce que dA' tendrá signo negativo, o sea a restar de $200^{\circ} + A$.

Para determinar $\mu\beta'$ tenemos: $\mu\beta_1 = 16,6$ tomado del cálculo de la longitud; $\mu\beta_2 = 0,7$ tomado de las tablas con el argumento log. 1.º término del cálculo de la latitud, cuyo logaritmo es: 2.809

Finalmente:

$$\begin{array}{r} \frac{1}{2} \mu\beta_1 = \text{+ } 8,3 \\ \frac{1}{2} \mu\beta_2 = \text{+ } 0,2 \\ \hline \mu\beta' = \text{+ } 8,5 \end{array}$$

cantidad expresada en unidades de 7.º orden decimal y que mul-

tiplicamos por 10 para obtenerla expresada en las unidades de 8.º orden que utilizamos en los logaritmos. En esta forma, al logaritmo de $d A_1$ le hemos sumado 85, puesto que esta corrección es siempre positiva.

El azimut resultante, $313^{\circ} 28' 17'' 90$ se tomará con origen Norte, contado en sentido positivo, o sea en el sentido de la graduación de la esfera del reloj.

A continuación damos las tablas que hemos mencionado en estos cálculos.

CALCULO DE LAS TABLAS DE P. Q. R.

Hemos visto en lo relativo a las fórmulas usadas para el transporte de coordenadas geográficas, que en ellas se han hecho intervenir los factores *P. Q. R.* cuyos valores son:

$$P = \frac{1}{\rho \operatorname{sen} 1''}$$

$$Q = \frac{1}{2 N \rho \operatorname{sen} 1''} \operatorname{tg} \varphi$$

$$R = \frac{1}{N \operatorname{sen} 1''}$$

Para facilitar el uso y aplicación de las fórmulas, se han confeccionado las tablas de *P. Q. R.* que proporcionan el logaritmo de estos factores, tabulados en función de la latitud, haciendo variar ésta de 10 en 10 minutos.

Para proceder a tal tabulación, primeramente hemos calculado los valores de $\log. \rho$ y $\log. N$, empleando a tal fin los valores fundamentales asignados al *Elipsoide de Hayford* (1909).

Tales elementos son:

	LOGARITMO
Radio ecuatorial o semieje mayor: $a = 6.378.388^m$	6.8047109
Rado polar o semieje menor: $b = 6.356.912^m$	6.8032462
Achatamiento: $\alpha = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{297}$	$\bar{3}.5272436$
Excentricidad: $e^2 = 0,0067227$	$\bar{3}.8275418$

Desde el año 1928, estos valores sirven de base (internacionalmente) a los cálculos relativos al elipsoide terrestre, aunque ya en

1911 fué adoptado el valor del achatamiento por la Conferencia Internacional de Efemérides Astronómicas (Paris).

El objeto primordial que perseguimos al confeccionar estas tablas, es el de que ellas sirvan de auxiliar a nuestros Hidrógrafos, en el cálculo de las coordenadas geográficas transportadas por medio de las redes de triángulación relevadas en nuestro país.

Respondiendo a este determinado propósito, hemos limitado la tabla a los valores comprendidos en las latitudes correspondientes a nuestro territorio.

Las fórmulas empleadas para calcular la normal mayor N y el radio de curvatura ρ , son las siguientes, en las cuales se ha hecho variar la latitud de medio en medio grado centesimal.

$$N = \frac{a}{(1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi)^{1/2}} \quad \rho = \frac{a(1 - e^2)}{(1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi)^{3/2}}$$

Para facilitar el cálculo logarítmico hemos determinado primeramente el denominador de ambas fórmulas, asignándole como exponente la unidad, quedando expresado como sigue :

$$D = (1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi)$$

Las fórmulas anteriores quedan transformadas así :

$$N = \frac{a}{D^{1/2}} \quad \rho = \frac{a(1 - e^2)}{D^{3/2}}$$

Ejemplo: el cálculo completo para determinar los coeficientes P , Q , R , para la latitud $37^{\circ} 50'$ es el siguiente :

Cálculo del Denominador, D .

$$\begin{aligned} 2 \operatorname{lg.} e &= \bar{3}.82754179 \\ 2 \operatorname{lg.} \operatorname{sen} \varphi &= \bar{1}.48947794 \\ \operatorname{lg} e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi &= \bar{3}.31701973 \\ e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi &= 0,00207501 \\ D = (1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi) &= 0,99792499 \\ \operatorname{lg.} D &= \bar{1}.99909790 \\ \operatorname{colog.} D &= 0,00090210 \end{aligned}$$

Cálculo de $\log. N$.

$$\begin{aligned} \log. a &= 6,80471093 \\ \frac{1}{2} \text{ colog. } D &= 0,00045105 \\ \log. N &= \overline{6,80516198} \end{aligned}$$

Cálculo de ϱ

$$\begin{aligned} \log. a &= 6,80471093 \\ \log. (1 - e^2) &= \overline{1,99707051} \\ \frac{3}{2} \text{ colog. } D &= \overline{0,00135315} \\ \log. \varrho &= 6,80313459 \end{aligned}$$

En esta forma se calcularon los logaritmos de la normal mayor y del radio de curvatura, haciendo variar la latitud de 50 en 50 minutos.

Por interpolación se determinaron luego los valores de análogos logaritmos, para cada 10 minutos de latitud.

Finalmente, con estos logaritmos se calcularon los correspondientes a P, Q, R , tabulándolos de 10 en 10 minutos de latitud. Así, para $37^{\circ} 50'$ tales valores son:

$$\begin{aligned} \log. \varrho &= 6,80313459 & \log. N &= 6,80516198 \\ \log. \text{ sen } 1'' &= \overline{4,19611988} & \log. \text{ sen. } 1'' &= \overline{4,19611988} \\ \log. \Sigma &= 0,99925447 & \log. \Sigma &= 1,00128186 \\ \text{colog. } \Sigma &= 9,00074553 & \text{colog. } \Sigma &= 8,99871814 \\ \log. P &= \overline{1,00074553} & \log. R &= \overline{2,99871814} \\ \\ \text{colog. } 2 \text{ sen } 1'' &= 5,50285012 \\ \text{colog. } N \varrho &= \overline{14,39170343} \\ \text{Colog. } \Sigma &= \overline{9,89455355} \\ \log. \text{ tg. } \varphi &= \overline{9,82489259} \\ \log. Q &= \overline{9,71944614} \end{aligned}$$

Como auxiliares de las tablas de P, Q, R , se confeccionaron las anexas tablitas de « partes proporcionales », para calcular las interpolaciones necesarias.

A continuación van las citadas tablas de P, Q, R y también las que proporcionan los valores de $\log. \lambda$ y de $\mu \beta$.

TABLA I

TABLAS DE P, Q, R. TRANSPORTE DE COORDENADAS GEOGRAFICAS ELIPSOIDE DE HAYFORD (1909)

Latitud	LOG. P	Δp	LOG. Q	Δq	LOG. R	Δr
37°-20'	$\bar{7}.00076460$	-636	$\bar{9}.71503$	+148	$\bar{2}.99872250$	-212
30	75824	635	651	147	72238	212
40	75189	636	798	147	72026	212
50	$\bar{7}.00074553$	639	$\bar{9}.71945$	146	$\bar{2}.99871814$	213
60	73914	639	$\bar{9}.72091$	147	71601	213
70	73275	638	238	146	71508	213
80	72637	639	384	146	71175	213
90	71998	639	530	146	70962	213
38°-00'	$\bar{7}.00071359$	643	$\bar{9}.72676$	146	$\bar{2}.99870749$	214
10	70716	643	822	146	70535	214
20	70073	643	968	145	70321	215
30	69430	643	$\bar{9}.73113$	146	70106	215
40	68787	643	239	145	69891	214
50	$\bar{7}.00068244$	647	$\bar{9}.73404$	144	$\bar{2}.99869677$	215
60	67497	647	548	145	69462	215
70	66850	646	693	145	69247	216
80	66204	647	838	144	69031	216
90	65557	647	982	144	68815	216
39°-00'	$\bar{7}.00064910$	650	$\bar{9}.74126$	144	$\bar{2}.99868599$	216
10	64260	650	270	144	68383	217
20	63610	651	414	144	68166	216
30	62959	651	558	144	67950	217
40	62308	-650	702	-143	67733	-217
39°-50'	$\bar{7}.00062638$		$\bar{9}.74843$		$\bar{2}.99867516$	

ANEXO A LA TABLA I PARTES PROPORCIONALES

DIFERENCIAS TABULARES ΔP										
11	635	636	638	639	643	646	647	650	651	11
1	0.635	0.636	0.638	0.639	0.643	0.646	0.647	0.650	0.651	1
2	1.270	1.272	1.276	1.278	1.286	1.292	1.294	1.300	1.302	2
3	1.905	1.908	1.914	1.917	1.929	1.938	1.941	1.950	1.953	3
4	2.540	2.544	2.552	2.556	2.572	2.584	2.588	2.600	2.604	4
5	3.175	3.180	3.190	3.195	3.215	3.230	3.235	3.250	3.255	5
6	3.810	3.816	3.828	3.834	3.858	3.876	3.882	3.900	3.906	6
7	4.445	4.452	4.466	4.473	4.501	4.522	4.529	4.550	4.557	7
8	5.080	5.088	5.104	5.112	5.144	5.168	5.176	5.200	5.208	8
9	5.715	5.724	5.742	5.751	5.787	5.814	5.823	5.850	5.859	9

DIFERENCIAS TABULARES ΔQ								
11	148	147	146	145	144	143	11	
1	0.148	0.147	0.146	0.145	0.144	0.143	1	
2	0.296	0.294	0.292	0.290	0.288	0.286	2	
3	0.444	0.441	0.438	0.435	0.432	0.429	3	
4	0.592	0.588	0.584	0.580	0.576	0.572	4	
5	0.740	0.735	0.730	0.725	0.720	0.715	5	
6	0.888	0.882	0.876	0.870	0.864	0.858	6	
7	1.036	1.029	1.022	1.015	1.008	1.001	7	
8	1.184	1.176	1.168	1.160	1.152	1.144	8	
9	1.332	1.323	1.314	1.305	1.296	1.287	9	

DIFERENCIAS TABULARES ΔR							
11	212	213	214	215	216	217	11
1	0.212	0.213	0.214	0.215	0.216	0.217	1
2	0.424	0.426	0.428	0.430	0.432	0.434	2
3	0.636	0.639	0.642	0.645	0.648	0.651	3
4	0.848	0.852	0.856	0.860	0.864	0.868	4
5	1.060	1.065	1.070	1.075	1.080	1.085	5
6	1.272	1.278	1.284	1.290	1.296	1.302	6
7	1.484	1.491	1.498	1.505	1.512	1.519	7
8	1.696	1.704	1.712	1.720	1.728	1.736	8
9	1.908	1.917	1.926	1.935	1.944	1.953	9

TABLA II

PARTES PROPORCIONALES.

LOGARITMO λ (ARGUMENTO φ)		
LATITUD	Log. λ	$\Delta\lambda$
37°-00	3.7073	+ 114
10	7187	111
20	7298	109
30	7407	106
40	7513	102
50	7615	101
60	7716	98
70	7814	96
80	7910	94
90	8004	92
38°-00	3.8096	90
10	8186	88
20	8274	86
30	8360	85
40	8445	82
50	8527	81
60	8608	80
70	8688	78
80	8766	77
90	8843	75
39°-00	3.8918	74
10	8992	73
20	9065	72
30	9137	70
40	9207	69
50	9276	68
60	9344	67
70	9411	66
80	9477	65
90	9542	64
40°-00	3.9606	

DIFERENCIAS TABULARES. $\Delta\lambda$						
11	114	111	109	106	102	11
1	0.114	0.111	0.109	0.106	0.102	1
2	0.228	0.222	0.218	0.212	0.204	2
3	0.342	0.333	0.327	0.318	0.306	3
4	0.455	0.444	0.436	0.424	0.408	4
5	0.570	0.555	0.545	0.530	0.510	5
6	0.684	0.666	0.654	0.636	0.612	6
7	0.798	0.777	0.763	0.742	0.714	7
8	0.912	0.888	0.872	0.848	0.816	8
9	1.026	0.999	0.987	0.954	0.918	9

11	107	98	95	94	92	11
1	0.107	0.098	0.096	0.094	0.092	1
2	0.202	0.196	0.192	0.188	0.184	2
3	0.303	0.294	0.288	0.282	0.276	3
4	0.404	0.392	0.384	0.376	0.368	4
5	0.505	0.490	0.480	0.470	0.460	5
6	0.606	0.588	0.576	0.564	0.552	6
7	0.707	0.686	0.672	0.658	0.644	7
8	0.808	0.784	0.768	0.752	0.736	8
9	0.909	0.882	0.864	0.846	0.828	9

11	90	88	86	85	82	11
1	0.090	0.088	0.086	0.085	0.082	1
2	0.180	0.176	0.172	0.170	0.164	2
3	0.270	0.264	0.258	0.255	0.246	3
4	0.360	0.352	0.344	0.340	0.328	4
5	0.450	0.440	0.430	0.425	0.410	5
6	0.540	0.528	0.516	0.510	0.492	6
7	0.630	0.616	0.602	0.595	0.574	7
8	0.720	0.704	0.688	0.686	0.650	8
9	0.810	0.792	0.774	0.765	0.738	9

11	81	80	78	77	75	11
1	0.081	0.080	0.078	0.077	0.075	1
2	0.162	0.160	0.156	0.154	0.150	2
3	0.243	0.240	0.234	0.231	0.225	3
4	0.324	0.320	0.312	0.308	0.300	4
5	0.405	0.400	0.390	0.385	0.375	5
6	0.486	0.480	0.468	0.462	0.450	6
7	0.567	0.560	0.546	0.539	0.525	7
8	0.648	0.640	0.624	0.616	0.600	8
9	0.729	0.720	0.702	0.693	0.675	9

11	74	73	72	70	69	11
1	0.074	0.073	0.072	0.070	0.069	1
2	0.148	0.146	0.144	0.140	0.138	2
3	0.222	0.219	0.216	0.210	0.207	3
4	0.296	0.292	0.288	0.280	0.276	4
5	0.370	0.365	0.360	0.350	0.345	5
6	0.444	0.438	0.432	0.420	0.414	6
7	0.518	0.511	0.505	0.490	0.483	7
8	0.592	0.584	0.576	0.566	0.558	8
9	0.666	0.657	0.648	0.630	0.621	9

11	68	67	65	63	64	11
1	0.068	0.067	0.066	0.065	0.064	1
2	0.136	0.134	0.132	0.130	0.128	2
3	0.204	0.201	0.198	0.195	0.192	3
4	0.272	0.268	0.264	0.260	0.256	4
5	0.340	0.335	0.330	0.325	0.320	5
6	0.408	0.402	0.396	0.390	0.384	6
7	0.476	0.469	0.462	0.455	0.448	7
8	0.544	0.536	0.528	0.520	0.512	8
9	0.612	0.603	0.594	0.585	0.576	9

TABLA III

DA LOS VALORES DE μ, β . ARGUMENTO: $\log m$. ($m = R'S$ o αW o αP)

$\log. m$	μ, β	$\log. m$	μ, β	$\log. m$	μ, β
2.400	0.1	3.400	11.3	3.610	29.6
500	0.2	10	11.8	2	29.9
600	0.3	20	12.4	4	30.2
700	0.4	30	13.0	6	30.5
800	0.7	40	13.6	8	30.8
850	0.9				
900	1.1	50	14.2	3.620	31.0
2.950	1.4	60	14.9	2	31.3
		70	15.6	4	31.6
3.000	1.8	80	16.3	6	31.9
020	2.0	90	17.1	8	32.2
040	2.2				
060	2.4	3.500	17.9	3.630	32.5
080	2.6	10	18.7	2	32.8
		20	19.6	4	33.1
3.100	2.8	30	20.5	6	33.4
120	3.1	40	21.5	8	33.7
140	3.4				
160	3.7	50	22.5	3.640	34.0
180	4.1	60	23.6	2	34.3
		70	24.7	4	34.6
3.200	4.5	80	25.8	6	35.0
220	4.9	90	27.0	8	35.3
240	5.4				
260	5.9	3.600	28.3	3.650	35.6
280	6.5	2	28.6	2	35.9
		4	28.8	4	36.3
3.300	7.1	6	29.1	6	36.6
320	7.8	8	29.4	8	37.0
340	8.6	3.610	29.6	3.660	37.3
360	9.4				
380	10.3				
3.400	11.3				

PROYECCION DE MERCATOR

Trazado del Canevás y de las Escalas

En nuestras latitudes, cuando las extensiones de la superficie terrestre que se hayan de representar en un plano alcancen a 30 millas, habrá que emplear para ello la proyección de Mercator a fin de no introducir errores en las magnitudes representadas.

También podemos establecer que cuando la meridiana central de la zona a representar forme con las meridianas extremas un ángulo de 10 minutos de arco sexagesimal, o mayor, esto es, cuando la convergencia de meridianos medio y extremos alcancen a 10' debe adoptarse la proyección de Mercator.

Si en la fórmula del apartamiento de meridianos:

$$Ap. = \Delta Z \cot. \varphi_m$$

hacemos intervenir el valor de 10 minutos de convergencia, para diferentes latitudes, tendremos:

$$Ap. = 10 \cot. \varphi_m$$

que nos dá los siguientes resultados como límites de extensión para los planos:

Para la latitud de 30°, una extensión de 31,5 millas.

» » » » 45° » » » 20 »

» » » » 60° » » » 11,5 »

Estos resultados demuestran que el límite de 30 millas, aceptado generalmente, proporciona una exactitud suficiente para los fines de la navegación.

Construcción del Esqueleto

Es conveniente indicar aquí que deben emplearse papeles de calidad superior, de grano muy fino y entelados por la parte posterior.

Debe asegurarse la estabilidad del papel para evitar las deformaciones; se contribuye a ésto trabajando en una sala donde hayan pocas variaciones en la temperatura y en el estado higrométrico.

Según el procedimiento que se haya de emplear luego para la reproducción del « patrón », se encolará o nó el papel sobre una lámina de zinc o un tablero de madera compensada. Si la reproducción se hace « fotografiando » el patrón sobre placa de cristal sensibilizado, entonces será conveniente encolar el papel de dibujo *completamente* sobre una lámina de zinc, la cual conservará la invariabilidad del dibujo.

Si la reproducción se ha de efectuar por contacto directo del patrón con la placa de zinc sensibilizada (fotolito), entonces no debe encolarse el papel de dibujo, porque para usar este procedimiento es necesario desprenderle a éste la tela que trae adherida por la parte posterior, y luego hacerlo transparente por medio de un baño de parafina fundida. El papel así preparado se utiliza como una placa fotográfica común.

En el primer caso es conveniente dibujar el patrón a una escala mayor (p. ej. doble) de la que habrá de tener la impresión definitiva, lo cual permitirá un trazado más perfeccionado que si se hiciera a escala igual.

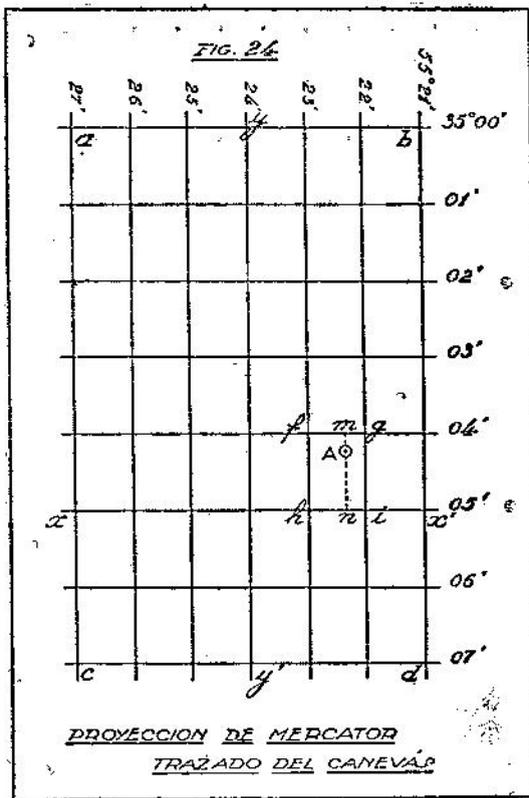
En el segundo caso (impresión por contacto), debe dibujarse a la escala que tendrá definitivamente la carta, puesto que en todos los transportes del dibujo, éste debe mantener invariablemente las dimensiones originales.

Ejecución

Supongamos que hemos de construir una carta comprendida entre los paralelos 35° y $35^{\circ} 30'$ Sur, y los meridianos 55° y $55^{\circ} 40'$ W.

Queremos que la escala del plano de construcción sea de $1/25000$.

Se empezará por trazar las rectas perpendiculares xx' e yy' , y las cuatro que forman el rectángulo $abcd$, (fig. 24).



Se determinará la menor división que tendrá la escala del paralelo y la longitud lineal de esta división; estas cantidades dependerán de la extensión de la carta. Como se habrán calculado las coordenadas geográficas de todos los puntos principales, deduciremos la diferencia en longitud entre los meridianos extremos de la carta. Para nuestro ejemplo, esta diferencia en longitud es de 40 minutos.

Consultando una tabla de correspondencia entre los valores, — en metros, — de un minuto de paralelo y de meridiano, obtendremos para la latitud media de $35^{\circ} 15'$ una magnitud lineal de 1516,89 metros, que corresponden a un minuto de paralelo. Esta magnitud la deducimos de la Tabla anexa titulada « Longitudes lineales del arco de $1'$ de meridiano y paralelo ».

En dicha tabla entramos con la latitud media :

Para 35°	1521,57 mts.
Dif. por 10' de Lat. :	3,123
» » 15' » »	4,68
Para 35° 15'	1516,89 mts.

Como hemos dicho que la escala debe resultar 1/25.000, un minuto de paralelo se representará en la carta por la magnitud lineal de:

$$\frac{1516,89}{25000} = 60,67 \text{ milímetros.}$$

Si hemos de trazar sobre el paralelo central xx' las graduaciones correspondientes a cada minuto de longitud, tomaremos como magnitud lineal de cada graduación la cantidad 60,67 mm. Para no acumular errores, mediremos hacia uno y otro lado de la línea media los espacios 60,67, 121,34, 182,01, 242,68, 303,35, etc., hasta completar las 40 divisiones de minutos de longitud, que hemos supuesto para esta carta.

Fácil será ahora trazar las subdivisiones de esta graduación, si así lo requiere el trabajo; por ejemplo, puede dividirse cada minuto en diez partes iguales, o en seis partes para indicar las decenas de segundos. La subdivisión en décimos de minuto es la que empleamos en este Servicio y está aconsejada por la Oficina Internacional de Hidrografía.

A continuación se procede al trazado de la graduación sobre los meridianos (escala de latitudes).

Para ésto es necesario conocer la relación que existe entre cada minuto de latitud creciente, con un minuto de paralelo o de ecuador.

La siguiente fórmula de *Germain* ha servido para calcular la tabla que dá los valores de la latitud creciente, y de los cuales se han deducido los que hemos tabulado más adelante bajo el título: « Equivalencia de 1' de latitud creciente en minutos de ecuador ».

$$l_a = \frac{R_e}{M} \left(\log. \operatorname{tg} (45^\circ + \frac{1}{2} l) - \frac{1}{2} l \log \frac{1 + e \operatorname{sen} l}{1 - e \operatorname{sen} l} \right)$$

En esta fórmula, R_e representa el radio ecuatorial expresado en minutos de ecuador; M es el módulo de los logaritmos vulgares; e es la excentricidad de la elipse meridiana; l la latitud, l_a es la latitud creciente o aumentada.

Dicha tabla de equivalencias ha sido calculada de 5 en 5 minutos de latitud, dándose además la diferencia para un minuto.

Tanto esta tabla como la anterior, se han preparado para las latitudes de nuestro país.

De la tabla de equivalencias sacamos los valores de cada minuto de latitud creciente, correspondientes a cada cinco minutos de variación en la latitud media; en nuestro ejemplo, desde 35° hasta $35^\circ 30'$.

Tales valores son:

Lat.	1' de lat. creciente.	Dif. para 1'
35° 00'	1'2158	+ 2.8
05	72	2.4
10	84	2.4
15	96	2.4
20	1'2208	2.4
25	20	3.2
30	36	

Como representamos cada minuto de paralelo por 60,67 mm., para hallar las distancias entre los paralelos, de minuto en minuto, habrá que multiplicar 60,67 por los valores de cada minuto de latitud creciente, obteniéndose así dichas distancias, que convendrá tabularlas como sigue para mejor comprensión y orden.

Latitud	D I S T A N C I A S	
	entre cada minuto de φ_0	al paralelo de origen
35° 00'		0,00 mm.
01	73,76 mm.	73,76
02	73,78	147,54
03	73,80	221,34
04	73,81	295,15
05	73,83	368,98
06	73,85	442,83
07
08	etc.	etc.

La última columna, « Distancias al paralelo de origen » dá los valores que dista cada graduación de minuto de latitud creciente al paralelo de origen,—en nuestro ejemplo 35°—, el cual será la línea *ab* de la figura 24. Los valores de dicha columna son las sumas de cada una de las distancias de un minuto, más todas las que le anteceden.

Generalmente, cuando la escala de la carta no es muy grande, bastará tomar los valores de 1' de latitud creciente, haciéndolos variar por cada 5' minutos de latitud, manteniéndolo constante para estos intervalos; se verá que las distancias entre paralelos espaciados de minuto en minuto varían solamente en algunos centésimos de milímetro, siendo estas fracciones despreciables para la construcción de cartas hidrográficas.

Esta pequeña variación puede apreciarse en la planilla dada más arriba, cuyos valores están tabulados para cada minuto de latitud; la variación oscila entre uno y dos centésimos de segundo, en tales latitudes, para la escala de 1/25.000.

Las subdivisiones de la escala de latitudes, en décimos de minutos, se hará dividiendo cada intervalo de minuto en diez partes iguales.

Para el dibujo de las escalas de paralelos y meridianos, y la forma de dividirlos según la extensión que abarque la carta, se ajustarán a las disposiciones acordadas por el « Bureau International d'Hydrographie » de Mónaco.

Situación de los puntos principales

Para situar estos puntos en la carta, se habrán determinado sus coordenadas geográficas.

Por lo general, para una carta de escala grande, se calculan directamente por observaciones astronómicas las coordenadas geográficas de un solo vértice principal, determinando luego las de los otros vértices *por transporte* de las coordenadas del primero.

Así pues, obtenidas las coordenadas citadas, se procede como sigue:

Queremos situar el punto cuyas coordenadas son:

Latitud 35° 04' 25"4 S.

Longitud 55° 22' 15"3 W. Gr.

Como en la carta tenemos trazados los paralelos y meridianos de minuto en minuto, el punto propuesto caerá en el rectángulo *fghi*, figura 24. Ahora solo es necesario determinar las magnitudes lineales equivalentes a 15"3 de longitud y a 25"4 de latitud; o sean las distancias *mg* y *mA*.

Como cada minuto de longitud equivale en nuestra escala a 60,67 milímetros, y los 15"3 expresados en fracción de minuto son 0'2550, la distancia *mg* quedará determinada por el producto:

$$60,67 \times 0'2550 = 15,47 \text{ milímetros.}$$

Análogamente, la distancia al paralelo de 35° 04', o sea *mA*, se hallará multiplicando la magnitud *gi*, correspondiente al minuto de latitud creciente, por el equivalente, en minutos, de los 25"4.

Según la planilla de valores, en milímetros, correspondientes a 1' de latitud creciente, nos dá entre los paralelos 04' y 05' una magnitud de 73,83 milímetros. Los 25"4 expresados en

fracción de minuto son 0'4233. Luego, el valor de mA que deseamos hallar estará expresado por el producto:

$$73,83 \times 0,4233 = 31,25 \text{ milímetros.}$$

Tenemos así definido el punto propuesto A , a 15,47 mm. al W. del meridiano gr (de $55^{\circ} 22'$), y a 31,25 mm. al S. del paralelo fg (de $35^{\circ} 04'$).

Queda entendido que si se fuera a situar un punto que cayera en otro rectángulo más al norte o más al sur del $fghi$, la distancia al paralelo inmediato superior habría que calcularla en función del valor que dé la planilla para 1' de latitud creciente comprendido entre los dos paralelos donde caiga el punto. Las diferencias de estos valores deben tenerse en cuenta cuando la escala de la carta sea pequeña, y muy extensa la zona representada. En el ejemplo propuesto bastaría con tomar los valores del minuto de latitud creciente, aproximados al décimo de mm.; en tal caso hubiéramos obtenido para la distancia mA una magnitud de 31,24 milímetros, en lugar de 31,25 mm.

Todos los puntos cuyas coordenadas geográficas hayan sido determinadas, serán insertados en la carta en la forma que se acaba de exponer.

Estando el plano de construcción, los de sondajes y topografía cuadrículados en kilómetros, se podrán hallar las coordenadas correspondientes a las intersecciones de estas rectas entre sí (abscisas y ordenadas), transportando entonces estos puntos de intersección a la carta para trazar en ésta (con lápiz) las líneas que sean necesarias; estas líneas facilitarán el transporte, por el sistema de cuadrículas, de los mencionados planos a la carta, para inscribir todos los puntos de detalle, situación de los sondajes, etc. etc.

El empleo del coordinatógrafo facilitará el trazado del canevas y escalas, así como la inserción de los puntos anteriores. En su defecto, debe emplearse la regla de precisión para trazado, de puntas móviles y con nonio para apreciar la fracción de milímetro.

A continuación damos las tablas de *Longitudes lineales del arco de 1' de meridiano y de paralelo*, y las de *Equivalencia de 1' de latitud creciente en minutos de ecuador*, calculadas para el elipsoide internacional.

TABLA 1

LONGITUDES LINEALES DEL ARCO DE 1' DE MERIDIANO
Y DE PARALELO

Correspondientes a las distintas latitudes

(Para el elipsoide)

Lat. media	Longitud en metros de 1' de meridiano	Dif. por 10' de Latitud	Longitud en metros de 1' de paralelo	Dif. por 10' de Latitud
30°	1847,44		1608,20	
31	1847,73	+ 0,048	1591,83	— 2,728
32	1848,03	0,050	1571,98	2,808
33	1848,33	0,050	1557,65	2,888
34	1848,64	0,052	1539,84	2,968
35	1848,95	0,052	1521,57	3,045
36	1849,26	0,052	1502,83	3,123
		0,053		3,200

Explicación

Para hallar la longitud, en metros, que le corresponde a 1' de paralelo, en la latitud media de 34° 15', por ejemplo, buscaremos en la cuarta columna el valor para 34°, que es: 1539,84.

Luego hallamos:

para 10' — 3,045
para 15' — 4,567

que restado a 1539,84 obtenemos 1535,27 metros correspondientes a la latitud media propuesta.

Este número multiplicado por la escala del plano (en el ejemplo anterior, 1/25.000) nos proporcionará el valor de cada división de un minuto del paralelo correspondiente a la latitud media.

T A B L A 2

EQUIVALENCIA DE 1' DE LATITUD CRECIENTE, EXPRESADA EN MINUTOS
DE ECUADOR, Y DADA PARA LAS LATITUDES ENTRE 30° Y 36°

(Para el elipsoide)

Latitud	1' de lat. creciente	Dif. para 1'	Latitud	1' de lat. creciente	Dif. para 1'	Latitud	1' de lat. creciente	Dif. para 1'
0 0		+	0 0		+	0 0		+
30 00	1.1494		31 00	1.1614		32 00	1,1740	
		1.6			2.0			2.4
05	1.1502		05	24	1.6	05	52	1.6
		2.0			2.4			2.4
10	12		10	32	2.4	10	60	2.4
		2.4			2.4			2.0
15	22		15	44	1.6	15	72	2.0
		1.6			2.0			2.0
20	34		20	56	2.4	20	82	2.8
		2.0			2.0			2.4
25	42		25	64	2.4	25	92	2.4
		2.4			2.0			2.0
30	52		30	76	2.0	30	1,1806	2.4
		2.4			2.0			2.0
35	62		35	86	2.4	35	18	2.0
		2.4			2.4			2.0
40	74		40	96	2.0	40	28	2.4
		1.6			2.0			2.4
45	82		45	1.1708	2.0	45	38	2.4
		2.4			2.0			2.0
50	94		50	18	2.0	50	50	2.0
		1.6			2.4			2.0
55	1.1602		55	28	2.4	55	60	2.8
		2.4						
60	14		60	40		60	74	

T A B L A 2 (Continuación)

Latitud	l' de lat. creciente	Dif. para 1'	Latitud	l' de lat. creciente	Dif. para 1'	Latitud	l' de lat. creciente	Dif. para 1'
° ' ,		+	° ' ,		+	° ' ,		+
33 00	1,1874		34 00	1,2012		35 00	1,2158	
		2.0			2.4			2.8
05	84		05	24		05	72	
		2.0			2.2			2.4
10	94		10	36		10	84	
		2.4			2.4			2.4
15	1,1906		15	48		15	96	
		2.4			2.4			2.4
20	18		20	60		20	1,2208	
		2.4			2.4			2.4
25	30		25	72		25	20	
		2.0			2.0			3.2
30	40		30	82		30	36	
		2.8			2.8			2.0
35	54		35	96		35	46	
		2.0			2.8			2.8
40	64		40	1,2110		40	60	
		2.4			2.4			2.8
45	76		45	22		45	74	
		2.4			2.0			2.4
50	88		50	32		50	86	
		2.4			2.8			2.4
55	1,2000		55	46		55	98	
		2.4			2.4			2.8
60	12		60	58		60	1,2312	

Explicación

La tabla 2 anterior proporciona el equivalente de cada minuto de latitud creciente, dado en minutos de ecuador; o sea, las veces que un minuto de ecuador, tomado como unidad de longitud lineal, está contenido en un minuto de latitud creciente.

Los valores están tabulados para cada 5 minutos de latitud me-

dia, que es la que sirve como argumento, pudiendo interpolarse fácilmente para cada minuto, a cuyo efecto la columna *Dif. para 1'* nos dá la variación por cada minuto de latitud, expresada en unidades de cuarto orden decimal, la cual debe sumarse al número que da la tabla.

Ejemplo:

Hallar la equivalencia de 1' de latitud creciente para la latitud media 34° 12'.

Para 34° 10' hallamos 1,2036

La diferencia para un minuto entre 10' y 15' es de 2,4; luego para 2 minutos será de 4,8.

Entonces:

$$\begin{array}{r} 1,2036 \\ + 4,8 \\ \hline 1,2040,8 \end{array}$$

El número buscado es, redondeando las unidades de cuarto orden decimal, 1,2041.

Esta cantidad es la que se debe multiplicar por el valor lineal de un minuto de paralelo, tomado de la tabla 1, entrando en ella con la latitud media y reduciéndolo a la escala adoptada para el plano, obteniéndose así la magnitud de un minuto de latitud creciente, expresada en milímetros. Para la latitud de 34° 12' propuesta tendríamos:

$$\begin{array}{l} \text{Longitud lineal del arco de 1' de paralelo:} \quad . . \quad 1536,19 \\ \text{Reducido a la escala de } 1/50.000 \quad \quad 30,72 \text{ mm.} \\ \text{Equivalencia de 1' de lat. creciente.} \quad \quad 1,2041 \\ \text{Longitud lineal de 1' de lat. creciente:} \\ \quad 30,72 \times 1,2041 = \underline{\underline{36,99 \text{ mm.}}} \end{array}$$

PARTE IV

ASTRONOMIA GEODESICA

ASTRONOMÍA GEODÉSICA

LATITUD POR EL MÉTODO «STERNECK»

Cuando se observa la altura de un astro en el meridiano sabemos que:

$$\varphi = Z \pm \delta$$

Trabajando con teodolito Universal es necesario, cuando se utiliza dicho método, observar varios astros en determinadas circunstancias y combinar dichas observaciones de tal manera que en un resultado final, pesen con un error mínimo las imperfecciones del aparato y las del observador: la expresión del error probable del promedio para la naturaleza de nuestras exigencias es:

$$E = \pm 0.6745 \sqrt{\frac{\sum E^2}{n(n-1)}} = \pm 2'' = \pm 0^s.13$$

Empezaremos por calcular una latitud por altura meridiana de sol que nos servirá de punto de partida; luego veremos cual será en el terreno la hora civil (hora legal) en que empezaremos la observación, con dicha hora obtendremos la hora sidérea simultánea

$$H_s = \alpha \odot_m + H_m$$

(No olvidar que a la hora legal hay que corregirla para obtener la hora media local).

Con esos dos elementos: latitud y hora sidérea de comienzo de observación, confeccionaremos una lista previa de estrellas que extractamos de las cinco efemérides conocidas: Nautical Almanac, *Connaissance des Temps*, Berliner Jahrbuch, American Ephemeris

y Almanaque de San Fernando, sino alcanzaren podremos intercalar estrellas de los catálogos de Lewis Boss, Awers o del Suplemento a la *Connaissance des Temps* (1914) calculando previamente sus posiciones aparentes.

Sabiendo que:

$$\alpha_* = Hs \text{ (del paso)}$$

empezaremos pues con estrellas cuya ascensión recta sea igual a la hora sidérea del comienzo y además cuya declinación nos permita observarla con distancias zenitales meridianas menores que 35° a fin de que tengan valores regulares en refracción, por cuanto un límite mayor daría valores erróneos; las estrellas serán de magnitud superior a la $7.^{ma}$ para que puedan verse nítidamente con el retículo bien iluminado. Será conveniente para confeccionar el programa que previamente se hubiese hecho una lista completa de las estrellas de las cinco efemérides pues eso facilita éste trabajo. El intervalo de la observación no será mayor de una hora y media a fin de evitar, por posibles alteraciones del tiempo, errores en la refracción.

Una vez confeccionada la lista como se indica al frente de esta página, procederemos a elegir ocho estrellas, cuyo intervalo sea observable como ya dijimos en menos de una hora y media y que entre cada estrella haya tiempo para manipular con comodidad el teodolito; de las ocho estrellas cuatro irán cara al Sur y cuatro cara al Norte para que formen cuatro parejas; cada pareja deberá tener las siguientes condiciones: si sus distancias zenitales están comprendidas entre 15° y 35° no diferirán en más de $1.^\circ 5$ y si son inferiores a $15.^\circ$ su diferencia no sobrepasará de 2° ; eligiendo las parejas con distancias zenitales parecidas al hacer en los cálculos, después, promedios, eliminaremos el error de torsión del antejo y en todo lo posible el de refracción. Las ocho estrellas elegidas se dispondrán como ilustra la planilla a continuación.

Lista de Estrellas para Confeccionar un Programa
« Sterneck »

Cerro de Montevideo Mayo 4 de 1930 $\varphi = -34^{\circ}53'$ (aprox.)

Item.	ESTRELLA	Mag.	Ascensión recta	Declinación	Z	parejas
C. T.	<i>P</i> Velorum m	4.06	10 ^h 34 ^m 22 ^s	-47° 51' 55"	+12°59'	1
S. F.	<i>r</i> Velorum	4.37	10 36 32	-55 14 11	+20 21	
B. J.	33 Sextantis	6.40	10 37 51	- 1 22 30	-33 31	
B. J.	Θ Argus	3.03	10 40 29	-64 01 52	-29 09	
A. E.	η Argus	Var.	10 42 21.5	-59 19 11	+24 26	
B. J.	μ Argus	2.86	10 43 46	-49 03 12	+14 10	
C. T.	<i>v</i> Hydrae	3.32	10 46 11	-15 49 46	-19 03	2
S. F.	<i>U</i> Carinae	3.90	10 50 40	-58 29 05	+23 36	
C. T.	3755 B. A. C.	4.70	10 53 28	-36 45 52	+ 1 53	
S. F.	α Crateris	4.20	10 56 22	-17 55 42	-16 57	
B. J.	<i>i</i> Velorum	4.56	10 56 57	-41 51 13	+ 6 58	3
S. F.	X_1 Hydrae	5.06	11 01 58	-26 55 06.5	- 7 58	3
N. A.	β Crateris	4.52	11 08 14	-22 26 47	-12 26	1
S. F.	γ Crateris	3.82	11 15 51	-14 24 08	-20 29	
B. J.	π Centauri	4.26	11 17 49	-54 06 38	+19 14	2
S. F.	γ Crateris	4.14	11 21 24	-17 18 08	-17 35	
L. B.	3018 (L 4748)	6.00	11 23 31	-52 46 46	+17 54	4
S. F.	ξ Hydrae	3.72	11 29 34	-31 28 24	- 3 25	
S. F.	C^2 Centauri	5.42	11 32 32	-47 15 24	+12 02	
B. J.	λ Centauri	3.34	11 32 34	-62 38 08	+27 45	
A. E.	<i>v</i> Leonis	4.47	11 33 23	- 0 26 21	-34 27	
S. F.	<i>O</i> Hydrae	4.88	11 36 45	-34 21 25	- 0 32	
C. T.	ζ Crateris	4.90	11 41 14	-17 57 52	-16 55	4
S. F.	λ Muscae	3.80	11 42 19	-66 20 38	+31 28	
S. F.	65 G. Centauri	4.22	11 43 08	-60 47 32	+25 54	
N. A.	<i>B</i> Centauri	4.71	11 47 40	-44 47 12	+ 9 54	

Programa para cálculo de Latitud "Sterneck".

Cerro de Montevideo

$\varphi = -34^{\circ} 53'$ (aprox.)

Mayo 4 de 1930

Pareja	Efem.	Estrella	Mag.	Asc. recta	Declinación	Dist. Zenital	Posición	Lectura en el círculo verti-cal.
A	C T	P Velorum m	4,06	10 ^h 34 ^m 22 ^s	47° 51' 55"	+ 12° 59'	S/E	122° 01'
B	N A	v Hydrae	3,32	10 46 11	15 59 46	- 19 03	N/W	115 56
C	B J	i Velorum	4,56	10 56 57	41 51 13	+ 6 58	S/W	141 58
C	S F	r' Hydrae	5,06	11 01 58.5	26 55 06	- 7 58	N/E	142 58
A	N A	β Crateris	4,52	11 08 14	22 26 47	- 12 26	N/W	122 33
B	B J	π Centauri	4,26	11 17 50	54 06 39	+ 19 13	S/E	115 47
D	L B	L 4748	6,00	11 23 31	52 46 30	+ 17 53	S/W	152 53
D	C T	ζ Crateris	4,90	11 41 14	17 57 52	- 16 55	S/E	151 55

Círculo 135°

Explicación de la planilla:

- Columna 1.^a: cuatro letras A. B. C. D. para reconocer a las parejas.
- » 2.^a: Iniciales de las efemérides o catálogo de donde se sacó la estrella.
 - » 3.^a: Nombre de la estrella.
 - » 4.^a: Magnitud.
 - » 5.^a: Ascensión recta a fin de estar prevenidos con el cronómetro de Tiempo Sidéreo.
 - » 6.^a: Declinación.
 - » 7.^a: Distancia zenital.
 - » 8.^a: Cara a la que debe mirar el anteojo y posición del C. V.: así: S W quiere decir anteojo cara al Sur y círculo vertical al Oeste.
 - » 9.^a: Lectura en el círculo vertical para hacer el calaje del anteojo.

La disposición que se ha adoptado responde a los siguientes objetivos: de las ocho estrellas cuatro se observan cara al Sur y de éstas, dos, círculos al Este, y dos, círculo al Oeste y sus compañeras respectivas cara al Norte, y en círculos opuestos; adoptamos este criterio para determinar el error de Zenit. Para eliminar el error de graduación del círculo vertical se confeccionarán cuatro programas seguidos, los que nos da en una noche un máximo de seis horas de trabajo y se observará con círculo en 0°, 45°, 90° y 135°.

Con la planilla-programa a la vista dispondremos:

- 1.º Libreta de apuntes, lápiz y goma.
- 2.º Teodolito en estación, objetivo y ocular perfectamente limpios; dotación de pilas y microlámparas en orden, a fin de tener la seguridad de una buena iluminación del retículo y microscopios.
- 3.º El teodolito en el meridiano: para ello ya debimos colocar una mira-meridiana (asegurarse de su luminosidad): la aproximación al meridiano puede ser de 1'.
- 4.º El cronómetro de Tiempo Sidéreo con estado conocido.
- 5.º Barómetro y termómetro cercanos al instrumento.

Cálculos

En la planilla de cálculos tenemos:

- Línea 1.^a Nombre de la estrella.
- » 2.^a Magnitud y posiciones del anteojo y círculo vertical.
 - » 3.^a Ascensión recta de la estrella.
 - » 4.^a top del cronómetro T. S. en el pasaje al centro.
 - » 5.^a Diferencia que se observa como control.
 - » 6.^a Calaje.
 - » 7.^a y 8.^a Lecturas en el nivel antes y después del pasaje meridiano de la estrella.

Con las lecturas de nivel se hacen las correcciones por inclinación: con el teodolito que utilizamos el nivel está graduado de 0 a 30; cero a la derecha del observador, las correcciones por inclinación son a restar cuando las lecturas caen a la derecha del centro del nivel y a sumar cuando caen a la izquierda. En nuestra planilla seguimos el siguiente orden: en las líneas 9 y 10 (primera casilla) se verá que hemos sumado en cruz las lecturas del nivel y éstas sumadas nos dan el valor de cuatro veces el número que indica el centro de burbuja, valores que escribimos en la 9.^a línea (2.^a casilla); en la 10.^a línea (2.^a casilla) está el valor de la diferencia de los extremos de burbuja (que nos indica la longitud): finalmente calculamos la corrección así : tomemos las lecturas de nivel de la estrella P. Velorum: fijémonos que el valor 56 p. es menor en 4 p. al cuádruple 60 del centro del nivel que es 15; al valor 4 p. lo multiplicamos por 0'41 que es la cuarta parte del valor de una graduación del nivel (previamente calculado) y que lo empleamos como factor constante; el producto $4 \times 0'41 = 1'64$ es la corrección por inclinación que restamos a lo lectura leída en el círculo vertical por haber caído el centro de burbuja a la derecha del centro del nivel, es decir en un valor menor que 15 que indica dicho centro.

- Línea 11: Se escribirán las lecturas del círculo vertical.
- » 12: Promedio de lectura del círculo vertical.
 - » 13: Corrección por nivel.
 - » 14: Lectura del círculo vertical corregida por inclinación.

- » 15: Distancia zenital corregida por inclinación.
- » 16: Corrección de la distancia zenital por refracción, (en el ejemplo se utiliza las de la *Connaissance des Temps*; recomendándose así mismo la que trae *Bowie*.
- » 17: Distancia zenital aparente.
- » 18: Declinación de la estrella.
- » 19: Latitud.

Con los resultados obtenidos en la planilla anterior deduciremos el cálculo final: observemos que los valores de las latitudes con círculo vertical al Este guardan con los valores dados con círculo vertical al Oeste una diferencia casi contante porque están afectadas de error de Zenit: para determinar ese error y eliminarlo se suman las latitudes con el círculo al Este por una parte y las obtenidas con círculo Oeste por otra, se promedian, se restan los promedios y su mitad es el error Zenit, se aplica como indica la marcha de los cálculos y se obtienen ocho latitudes que aún están afectadas de error de excentricidad y torsión del anteojo, para eliminar éstos se agrupan las ocho latitudes así: se forman dos grupos, en cada grupo irán cuatro latitudes: dos observadas círculo Este pero una cara al Sur y otra cara al Norte y sus compañeras de pareja en círculo Oeste, haremos un promedio con este primer grupo.

De igual manera haremos con las latitudes restantes. Con las dos latitudes así obtenidas haremos un promedio final que será el resultado de la latitud buscada por medio de este programa *Sterneck*.

Para obtener una latitud que esté libre de error de graduación del círculo vertical haremos la observación de cuatro programas, haciendo los calajes en 0° , 45° , 90° y 135° estando el anteojo apuntando al zenit.

El promedio de estas últimas cuatro latitudes es el valor final buscado.

A continuación van insertas las planillas de cálculo.

CALCULO DE LATITUD (STERNECK)

Mayo 4 de 1930

Circulo 135°

Centro de Abastecedor

ESTRELLA	P VELOCUM	V ALORAE	L VALORUM	α, MORAEE	β CENTRIS	π CENTRUM	L. 4748	Σ CENTRIS
MAY. SUBC.	L. 06 S/E	M/W	S/W	M/E	M/W	S/E	S/W	M/E
MAR. RECT.	10° 34' 25"	10° 26' 10.5"	10° 36' 57.0"	11° 01' 39.0"	11° 08' 13.5"	11° 17' 49.0"	11° 23' 31.0"	11° 24' 14.0"
Yc	10 35 17	10 47 05.0	10 57 52.0	11 02 52.5	11 09 08.5	11 18 43.5	11 24 28.5	11 22 09.0
ΔT	55	56.3	55.0	56.5	55.0	56.5	55.5	55.0
CHAVE	122° 01'	115° 56'	141° 58'	142° 58'	122° 33'	115° 47'	152° 53'	151° 55'
NIVEL	04.0	04.1	03.6	03.0	04.9	03.0	03.9	04.0
	04.0	04.1	03.6	06.0	04.6	05.0	06.0	03.9
	28.0	28.1	28.2	31.0	29.4	30.0	31.9	27.9
	28.0	28.1	31.2	31.0	29.4	30.0	31.9	27.0
LECT.	32.0	34.0	42.2	00.0	32.0	32.0	57.2	08.2
VERT.	33.0	36.0	38.0	00.0	29.0	34.0	58.0	08.0
CIRC.	122° 09' 34.0	116° 04' 34.0	142° 05' 34.0	143° 06' 00.0	122° 41' 32.0	115° 54' 54.0	153° 00' 56.0	152° 03' 07.0
VERT.	34.0	34.0	30.0	00.0	30.0	34.0	56.6	08.0
L. C. V.	122° 09' 33.25	116° 04' 34.50	142° 05' 36.30	143° 06' 00.00	122° 41' 30.80	115° 54' 53.50	153° 00' 56.55	152° 03' 07.80
C. NIVEL	- 1' 64	- 1' 56	+ 0' 98	+ 0' 82	- 0' 43	00' 00	+ 1' 56	- 1' 76
LECT. CORREG.	122° 09' 31' 61	116° 04' 32' 74	142° 05' 37' 28	143° 06' 00' 82	122° 41' 30' 31	115° 54' 53' 50	153° 00' 58' 51	152° 03' 06' 04
Z'	12° 30' 28' 99	18° 55' 27' 06	7° 05' 37' 28	8° 06' 00' 82	12° 18' 29' 69	19° 05' 06' 50	18° 00' 58' 51	17° 03' 06' 04
REF.	+ 12' 91	+ 19' 41	+ 7' 05	+ 8' 01	+ 12' 35	+ 19' 57	+ 18' 42	+ 17' 35
Z	18° 50' 49' 90	18° 55' 46' 47	7° 00' 44' 33	8° 06' 08' 89	12° 18' 42' 04	19° 05' 26' 07	18° 01' 16' 93	17° 03' 23' 39
S	47° 51' 58' 81	15° 29' 47' 26	41° 31' 16' 95	26° 35' 08' 89	22° 26' 48' 77	54° 06' 43' 89	52° 26' 45' 97	41° 57' 53' 53
LATITUD	35° 01' 11' 51	34° 25' 38' 73	34° 25' 32' 62	35° 01' 11' 71	34° 45' 30' 81	35° 01' 11' 82	34° 45' 24' 04	35° 01' 16' 42

B = 7.54^m T = + 14°

Financado: FES de Navio Benvenuto Bianchi

Resumen de latitud (Sterneck)

Circ. Vert 135°

$\varphi_E = 35^\circ 01' 17.''57$ S. E.	$\varphi_W = 34^\circ 45' 30.''81$ N. W.
17. 82 S. E.	33. 73 N. W.
17. 71 N. E.	32. 62 S. W.
16. 92 N. E.	29. 03 S. W.
$(\varphi_E)_m = 35^\circ 01' 17. 50$	$(\varphi_W)_m = 34^\circ 45' 31. 35$

E = 35° 01' 17."50
W = 34 45 31. 55
2 φ = 69 46 49. 05
$\varphi_o = 34 53 24. 52$
2 $\varepsilon = 15 45. 95$
$\varepsilon = 7 52. 97$

34° 53' 24."60 S. E.	34° 53' 23."78 N. W.
24. 85 S. E.	26. 70 N. W.
24. 74 N. E.	25. 59 S. W.
23. 95 N. E.	22. 00 S. W.

Resultado final

34° 53' 24."60 S. E.	34° 53' 24."74 N. E.
24. 85 S. E.	23. 95 N. E.
23. 78 N. W.	25. 59 S. W.
26. 70 N. W.	22. 00 S. W.
<hr/>	<hr/>
99."93	96."28

$$\varphi'_m = 34^\circ 53' 24.''98$$

$$\varphi''_m = 34^\circ 53' 24.''07$$

$\varphi'_m = 34^\circ 53' 24.''98$
$\varphi''_m = 34^\circ 53' 24.''07$
$\varphi_o = 34^\circ 53' 24.''52$

Capitán de Corbeta Bervano Bianchi

Jefe de la Sección B.

VALORES DE LA REFRACCION MEDIA -

(W. BOWIE)

BIOMETRO = 750 MILIMETROS

TEMPERATURA * 10°

h			R _m			Var por 1'			h			R _m			Var por 1'			h			R _m			Var por 1'			h			R _m			Var por 1'																				
o	i	"	o	i	"	"	"	"	o	i	"	o	i	"	"	"	"	o	i	"	o	i	"	o	i	"	"	"	"	o	i	"	o	i	"	"	"	"															
0	00	34	08.6	11.66	7	00	7	24.2	0.95	19	00	2	47.6	0.16	33	00	1	29.4	0.06	52	30	0	44.7	0.03	0	00	32	15.9	10.88	10	00	7	14.9	0.91	20	2	44.6	0.15	20	1	28.2	0.06	53	00	0	43.9	0.03						
		20	30	31.1	10.10			20	7	06.0	0.88			40	2	41.6	0.15			40	1	27.1	0.05			30	30	31.1	10.10			20	7	06.0	0.88			40	2	41.6	0.15	40	1	27.1	0.05	53	30	0	43.1	0.03			
		30	28	53.9	9.64			30	6	57.4	0.84			20	2	38.7	0.14			34	00	1	26.1	0.05			40	27	18.2	9.20			40	6	49.1	0.81	20	2	35.9	0.14	34	00	1	26.1	0.05	54	00	0	42.3	0.03			
		40	27	18.2	9.20			40	6	49.1	0.81			40	2	33.2	0.13			40	1	24.0	0.05			50	25	49.8	8.50			50	6	41.2	0.78	40	2	33.2	0.13	40	1	24.0	0.05	55	00	0	40.8	0.03					
		50	25	49.8	8.50			50	6	41.2	0.78			20	2	30.6	0.13			35	00	1	23.0	0.05			30	24	28.3	7.82			30	6	33.5	0.76	21	00	2	28.1	0.13	35	00	1	23.0	0.05	56	00	0	40.0	0.03		
1	00	24	28.3	7.82				10	6	26.0	0.73			20	2	28.1	0.13			20	1	25.0	0.05			10	23	13.5	7.17			20	6	18.9	0.70	21	00	2	25.6	0.12	40	2	25.6	0.12	40	1	23.0	0.05	57	00	0	37.8	0.025
		20	22	04.9	6.58			20	6	18.9	0.70			22	00	2	23.2	0.12			36	00	1	20.0	0.05			30	21	01.8	6.06			30	6	12.0	0.68	22	00	2	20.9	0.12	36	00	1	20.0	0.05	58	00	0	36.4	0.023	
		30	21	01.8	6.06			30	6	12.0	0.68			20	2	20.9	0.12			30	1	18.5	0.05			40	20	03.7	4.20			40	6	05.3	0.66	20	2	20.9	0.12	30	1	18.5	0.05	59	00	0	35.0	0.023					
		40	20	03.7	4.20			40	6	05.3	0.66			40	2	18.6	0.11			37	00	1	17.1	0.04			50	19	09.8	5.20			50	6	05.9	0.63	40	2	18.6	0.11	37	00	1	17.1	0.04	60	00	0	33.6	0.022			
		50	19	09.8	5.20			50	6	05.9	0.63			23	00	2	16.4	0.11			38	00	1	15.7	0.04			20	18	19.7	4.84			20	5	52.7	0.61	23	00	2	16.4	0.11	38	00	1	15.7	0.04	61	00	0	32.3	0.022	
2	00	18	19.7	4.84				20	5	40.8	0.58			20	2	14.2	0.11			30	1	14.4	0.04			10	17	33.1	4.50			40	5	29.7	0.54	20	2	14.2	0.11	30	1	14.4	0.04	62	00	0	39.3	0.025					
		20	16	49.7	4.18			40	5	29.7	0.54			40	2	12.1	0.10			30	1	13.1	0.04			20	16	49.7	4.18			40	5	29.7	0.54	40	2	12.1	0.10	30	1	13.1	0.04	63	00	0	29.7	0.022					
		30	16	09.5	3.88			10	00	5	19.2	0.51			24	00	2	10.1	0.10			39	00	1	11.8	0.04			40	15	32.1	3.62			20	2	08.1	0.10	24	00	2	10.1	0.10	39	00	1	11.8	0.04	64	00	0	28.4	0.021
		40	15	32.1	3.62			20	5	09.4	0.48			20	2	08.1	0.10			30	1	10.5	0.04			40	15	32.1	3.62			40	5	00.1	0.46	20	2	08.1	0.10	40	00	1	09.3	0.04	65	00	0	27.2	0.021				
		50	14	57.1	3.39			40	5	00.1	0.46			40	2	06.1	0.10			40	00	1	09.3	0.04			50	14	57.1	3.39			40	5	00.1	0.46	40	2	06.1	0.10	40	00	1	09.3	0.04	66	00	0	25.9	0.021			
3	00	14	24.3	3.18				11	00	4	51.2	0.43			25	00	2	04.2	0.09			41	00	1	08.1	0.04			30	14	24.3	3.18			20	4	42.8	0.40	25	00	2	04.2	0.09	41	00	1	08.1	0.04	67	00	0	24.7	0.020
		10	13	53.0	2.98			20	4	42.8	0.40			20	2	02.4	0.09			30	1	06.9	0.04			20	13	53.0	2.98			40	4	35.0	0.38	20	2	02.4	0.09	40	00	1	06.9	0.04	68	00	0	23.6	0.020				
		20	13	24.8	2.79			40	4	35.0	0.38			40	2	00.6	0.09			30	1	05.7	0.04			20	13	24.8	2.79			40	4	35.0	0.38	40	2	00.6	0.09	40	00	1	05.7	0.04	69	00	0	22.4	0.020				
		30	12	57.8	2.61			12	00	4	27.5	0.37			26	00	1	58.8	0.09			42	00	1	04.6	0.04			30	12	57.8	2.61			20	4	27.5	0.37	26	00	1	58.8	0.09	42	00	1	04.6	0.04	70	00	0	21.2	0.019
		40	12	32.5	2.46			20	4	20.1	0.35			20	1	57.1	0.09			30	1	03.5	0.04			20	12	32.5	2.46			40	4	20.1	0.35	20	1	57.1	0.09	40	00	1	03.5	0.04	71	00	0	20.1	0.019				
		50	12	08.7	2.33			40	4	13.5	0.33			40	1	55.4	0.08			43	00	1	02.4	0.04			40	12	08.7	2.33			40	4	13.5	0.33	40	1	55.4	0.08	43	00	1	02.4	0.04	72	00	0	18.9	0.019			
4	00	11	46.0	2.20				13	00	4	07.1	0.32			27	00	1	53.8	0.08			44	00	1	01.3	0.04			30	11	46.0	2.20			20	4	07.1	0.32	27	00	1	53.8	0.08	44	00	1	01.3	0.04	73	00	0	17.8	0.018
		10	11	24.6	2.09			20	4	00.9	0.30			20	1	52.2	0.08			30	1	00.2	0.03			20	11	24.6	2.09			40	4	00.9	0.30	20	1	52.2	0.08	44	00	1	00.2	0.03	74	00	0	16.7	0.018				
		20	11	04.2	1.98			40	3	55.1	0.28			40	1	50.6	0.08			30	1	05.2	0.03			20	11	04.2	1.98			40	3	55.1	0.28	40	1	50.6	0.08	40	00	1	05.2	0.03	75	00	0	15.6	0.018				
		30	10	44.9	1.88			14	00	3	49.5	0.27			28	00	1	49.1	0.08			45	00	0	58.2	0.03			30	10	44.9	1.88			20	3	49.5	0.27	28	00	1	49.1	0.08	45	00	0	58.2	0.03	76	00	0	14.5	0.018
		40	10	26.5	1.79			20	3	44.2	0.26			20	1	47.6	0.07			30	0	57.2	0.03			20	10	26.5	1.79			40	3	44.2	0.26	20	1	47.6	0.07	40	00	0	57.2	0.03	77	00	0	13.5	0.018				
		50	10	09.1	1.70			40	3	39.1	0.25			40	1	46.1	0.07			46	00	0	56.2	0.03			40	10	09.1	1.70			40	3	39.1	0.25	40	1	46.1	0.07	46	00	0	56.2	0.03	78	00	0	12.4	0.018			
5	00	9	52.6	1.61				15	00	3	34.1	0.24			29	00	1	44.6	0.07			47	00	0	55.2	0.03			30	9	52.6	1.61			20	3	34.1	0.24	29	00	1	44.6	0.07	47	00	0	55.2	0.03	79	00	0	11.3	0.018
		10	9	36.9	1.54			20	3	29.4	0.23			20	1	43.2	0.07			30																																	

CORRECCION A APLICAR A LA R_{TM} (W. BOWIE) POR LECTURA DE BARÓMETRO. $R = (R_{TM})(C_B)(C_T)$.

B	C_B								
<i>mm</i>									
508	0.670	569	0.749	630	0.829	691	0.909	752	0.989
511	0.673	572	0.752	632	0.832	693	0.912	754	0.992
513	0.676	574	0.755	635	0.835	696	0.916	757	0.996
516	0.679	576	0.759	637	0.838	699	0.920	759	0.999
518	0.682	579	0.762	640	0.842	701	0.923	762	1.003
521	0.685	582	0.766	643	0.846	704	0.926	765	1.007
523	0.688	584	0.770	645	0.849	706	0.929	767	1.010
526	0.692	587	0.773	648	0.853	709	0.933	770	1.013
528	0.696	589	0.776	650	0.856	711	0.936	772	1.016
531	0.699	592	0.779	653	0.859	714	0.939	775	1.020
533	0.703	594	0.783	655	0.862	716	0.942	777	1.023
536	0.706	597	0.786	658	0.866	719	0.946	780	1.026
538	0.709	599	0.789	660	0.869	721	0.949	782	1.029
541	0.712	602	0.792	663	0.872	724	0.953	785	1.033
544	0.716	605	0.796	665	0.875	726	0.956	787	1.036
546	0.719	607	0.799	668	0.879	729	0.959		
549	0.722	610	0.803	671	0.882	732	0.963		
551	0.725	612	0.806	673	0.885	734	0.966		
554	0.729	615	0.809	676	0.889	737	0.970		
556	0.732	617	0.813	678	0.892	739	0.973		
559	0.735	620	0.816	681	0.896	742	0.976		
561	0.739	622	0.820	683	0.899	744	0.979		
564	0.742	625	0.823	686	0.902	747	0.983		
566	0.746	627	0.826	688	0.905	749	0.986		

*CORRECCION A APLICAR A LA REFRACCION MEDIA (W. BOWIE)
 POR LECTURA DE TERMOMETRO: $R = (R_m)(C_B)(C_T)^{-1}$*

T	C_T	T	C_T	T	C_T	T	C_T	T	C_T
°		°		°		°		°	
-31.7	1.172	-13.3	1.089	5.0	1.018	23.3	0.955	41.7	0.900
-31.1	1.169	-12.8	1.087	5.6	1.016	23.9	0.953	42.2	0.899
-30.6	1.166	-12.2	1.085	6.1	1.014	24.4	0.952	42.8	0.897
-30.0	1.164	-11.7	1.082	6.7	1.012	25.0	0.950	43.3	0.895
-29.4	1.161	-11.1	1.080	7.2	1.010	25.6	0.948	43.9	0.894
-29.9	1.158	-10.6	1.078	7.8	1.008	26.1	0.946	44.4	0.892
-28.3	1.156	-10.0	1.076	8.3	1.006	26.7	0.945	45.0	0.891
-27.8	1.153	- 9.4	1.073	8.9	1.004	27.2	0.943	45.6	0.890
-27.2	1.151	- 8.9	1.071	9.4	1.002	27.8	0.941	46.1	0.888
-26.7	1.148	- 8.3	1.069	10.0	1.000	28.3	0.939	46.7	0.886
-26.1	1.145	- 7.8	1.067	10.6	0.998	28.9	0.938	47.2	0.885
-25.6	1.143	- 7.2	1.064	11.1	0.996	29.4	0.936	47.8	0.884
-25.0	1.140	- 6.7	1.062	11.7	0.994	30.0	0.934	48.3	0.882
-24.4	1.138	- 6.1	1.060	12.2	0.992	30.6	0.933	48.9	0.881
-23.9	1.135	- 5.6	1.058	12.8	0.990	31.1	0.931	49.4	0.880
-23.3	1.133	- 5.0	1.056	13.3	0.988	31.7	0.929	50.0	0.878
-22.8	1.130	- 4.4	1.054	13.9	0.986	32.2	0.928	50.6	0.877
-22.2	1.128	- 3.9	1.051	14.4	0.985	32.8	0.926	51.1	0.876
-27.7	1.125	- 3.3	1.049	15.0	0.983	33.3	0.924	51.7	0.874
-21.1	1.123	- 2.8	1.047	15.6	0.981	33.9	0.923	52.2	0.873
-20.6	1.120	- 2.2	1.045	16.1	0.979	34.4	0.921	52.8	0.871
-20.0	1.118	- 1.7	1.043	16.7	0.977	35.0	0.919	53.3	0.870
-19.4	1.115	- 1.1	1.041	17.2	0.975	35.6	0.917	53.9	0.868
-18.9	1.113	- 0.6	1.039	17.8	0.973	36.1	0.916	54.4	0.867
-18.3	1.111	0.0	1.036	18.3	0.972	36.7	0.914		
-17.8	1.108	+ 0.6	1.034	18.9	0.970	37.2	0.912		
-17.2	1.106	1.1	1.032	19.4	0.968	37.8	0.911		
-16.7	1.103	1.7	1.030	20.0	0.966	38.3	0.909		
-16.1	1.101	2.2	1.028	20.6	0.964	38.9	0.908		
-15.6	1.099	2.8	1.026	21.1	0.962	39.4	0.906		
-15.0	1.096	3.3	1.024	21.7	0.961	40.0	0.905		
-14.4	1.094	3.9	1.022	22.2	0.959	40.6	0.903		
-13.9	1.092	4.4	1.020	22.8	0.957	41.1	0.902		

Cálculo del Tiempo por el Método « Stechert »

Empleando teodolito universal registramos en la cinta de un cronógrafo conectado a un cronómetro de tiempo sidéreo los tops correspondientes a la bisección en el hilo medio, de dos estrellas de azimut diferentes, si el nivel zenital ha permanecido centrado la distancia zenital para las dos estrellas es la misma.

Llamemos ΔH a la corrección del cronómetro con respecto a la hora sidérea local, designemos, a los tops con la letra H y a la hora sidérea local H_S^L , entonces :

$$H_S^L = H + \Delta H$$

valor que sustituido en la ecuación

$$H_S = \alpha + t$$

nos da:

$$t = H + \Delta H - \alpha$$

el que introducido en la fórmula seno-coseno del triángulo de posición resulta:

para la primer estrella,

$$\cos Z = \sin \varphi \sin \delta_1 + \cos \varphi \cos \delta_1 \cos (H_1 + \Delta H - \alpha_1),$$

y para la segunda estrella,

$$\cos Z = \sin \varphi \sin \delta_2 + \cos \varphi \cos \delta_2 \cos (H_2 + \Delta H - \alpha_2),$$

de esas dos fórmulas deducimos:

$$\begin{aligned} \sin \varphi \sin \delta_1 + \cos \varphi \cos \delta_1 \cos (H_1 + \Delta H - \alpha_1) = \\ = \sin \varphi \sin \delta_2 + \cos \varphi \cos \delta_2 \cos (H_2 + \Delta H - \alpha_2). \end{aligned}$$

Analizando esta última fórmula observemos que si conocemos la latitud podremos calcular el valor de la corrección cronométrica ΔH y si conocemos ΔH podremos calcular la latitud.

En el procedimiento Stechert basado en la última fórmula se utilizan parejas de estrellas simétricas con respecto al meridiano.

Designemos con el sub-índice E a los elementos que corresponden a la estrella al oriente del meridiano y con el sub índice O a la que corresponde al occidente.

Entonces tendremos:

$$\operatorname{sen} h = \operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} \delta_e + \cos \varphi \cos \delta_e \cos (H_e + \Delta H - \alpha_e) \quad (1)$$

$$\operatorname{sen} h = \operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} \delta_o + \cos \varphi \cos \delta_o \cos (H_o + \Delta H - \alpha_o)$$

de donde:

$$\operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} \delta_e + \cos \varphi \cos \delta_e \cos (H_e + \Delta H - \alpha_e) = \quad (2)$$

$$\operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} \delta_o + \cos \varphi \cos \delta_o \cos (H_o + \Delta H - \alpha_o)$$

que da:

$$\operatorname{sen} \varphi (\operatorname{sen} \delta_e - \operatorname{sen} \delta_o) + \cos \varphi [\cos \delta_e \cos (H_e + \Delta H - \alpha_e) - \quad (3)$$

$$\cos \delta_o \cos (H_o + \Delta H - \alpha_o)] = 0$$

Si hacemos:

$$t = \frac{1}{2} (\alpha_e - \alpha_o) - \frac{1}{2} (H_e - H_o) \quad (4)$$

$$c = \frac{1}{2} (\alpha_e + \alpha_o) - \frac{1}{2} (H_e + H_o) - \Delta H \quad (5)$$

Se tendrá:

$$t + c = \alpha_e - (H_e + \Delta H)$$

$$t - c = (H_e + \Delta H) - \alpha_o$$

introduciendo éstos valores en la ecuación (3), tendremos:

$$\operatorname{sen} \varphi (\operatorname{sen} \delta_e - \operatorname{sen} \delta_o) + \cos \varphi [\cos \delta_e \cos (t + c) - \quad (6)$$

$$- \cos \delta_o \cos (t - c)] = 0$$

haciendo operaciones:

$$\begin{aligned} & \text{sen } \varphi (\text{sen } \delta_e - \text{sen } \delta_o) + \cos \varphi [\cos t \cos c (\cos \delta_e - \cos \delta_o) - \\ & - \text{sen } t \text{sen } c (\cos \delta_e + \cos \delta_o)] = 0 \end{aligned} \quad (7)$$

Transformando :

$$\begin{aligned} & 2 \text{sen } \varphi \text{sen } \frac{1}{2} (\delta_e - \delta_o) \cos \frac{1}{2} (\delta_e + \delta_o) + \cos \varphi [- 2 \cos t \cos c \\ & \text{sen } \frac{1}{2} (\delta_e + \delta_o) \text{sen } \frac{1}{2} (\delta_e - \delta_o) - 2 \text{sen } t \text{sen } c \cos \frac{1}{2} (\delta_e + \delta_o) \\ & \cos \frac{1}{2} (\delta_e - \delta_o)] = 0 \end{aligned} \quad (8)$$

Haciendo :

$$\delta = \frac{1}{2} (\delta_e + \delta_o)$$

$$e = \frac{1}{2} (\delta_e - \delta_o)$$

Tendremos :

$$\begin{aligned} & \text{sen } \varphi \text{sen } e \cos \delta - \cos \varphi (\cos t \cos c \text{sen } \delta \text{sen } e + \\ & + \text{sen } t \text{sen } c \cos \delta \cos e) = 0 \end{aligned} \quad (9)$$

Empleando estrellas cuyas declinaciones tongan una diferencia menor que $1^{\circ} 10'$, su semidiferencia será en consecuencia menor que $35'$ lo que hace factible se ponga :

$$\text{sen } e = e'' \text{sen } 1'' \qquad \cos e = 1$$

Por otra parte consideremos que el valor c es muy pequeño por cuanto horas sidéreas al oriente y occidente del meridiano que correspondan a las bisecciones serían :

$$H_s^e = H_e + \Delta H$$

$$H_s^o = H_o + \Delta H$$

Si esos valores los sustituimos en la ecuación (5) tendríamos :

$$c = \frac{1}{2} (\alpha_e + \alpha_o) - \frac{1}{2} (H_s^e + H_s^o)$$

Lo que nos hace ver que C sería menor que $1^\circ 30'$, entonces podríamos poner:

$$\text{sen } c = c'' \text{ sen } 1'' \qquad \text{cos } c = 1$$

Con los valores así presentados de $\text{sen } e$ $\text{cos } e$, $\text{sen } c$ y $\text{cos } c$ sustituidos en la ecuación (9) obtenemos:

$$e \text{ sen } \varphi \text{ cos } \delta - \text{cos } \varphi (e \text{ cos } t \text{ sen } \delta + c \text{ sen } t \text{ cos } \delta) = 0$$

La que se transforma en:

$$c \text{ cos } \varphi \text{ sen } t \text{ cos } \delta = e (\text{sen } \varphi \text{ cos } \delta - \text{cos } \varphi \text{ sen } \delta \text{ cos } t)$$

de donde:

$$C^s = \frac{e''}{15} \left[\frac{\text{tan } \varphi}{\text{sen } t} - \frac{\text{tan } \delta}{\text{tan } t} \right]$$

Este último valor lo sustituimos en (5) y tenemos:

$$\Delta H = \frac{1}{2} (\alpha_e + \alpha_o) - \frac{1}{2} (H_e + H_o) - \frac{e''}{15} \left[\frac{\text{tan } \varphi}{\text{sen } t} - \frac{\text{tan } \delta}{\text{tan } t} \right]$$

Encontramos finalmente el valor ΔH , que es la corrección local del cronómetro.

Elección de las parejas

Las estrellas se observan con una distancia zenital comprendida entre 20° y 70° .

Para distancias zenitales mayores que 70° la refracción es muy irregular y para las menores de 20° incómoda la observación, esta última indicación no corresponde para teodolitos con anteojo acodado.

Observando estrellas simétricas al meridiano los errores de latitud tienen una influencia nula en el resultado final, en las tablas de Stechert no se cumple esta condición, pero es muy pequeña la diferencia de simetría, luego la influencia será mínima.

Si observáramos parejas en el vertical primario, los errores en la distancia zenital influirían en el resultado final con un valor mínimo, influencia mínima que se conserva para estrellas alejadas hasta 40° de aquel vertical.

En consecuencia las tablas del Dr. Stechert traen estrellas cuya distancia zenital está comprendida entre 20° y 70°, la diferencia en declinación es menor que 1° 10', los azimuts no se apartan en más de 40' del vertical primario y para el calaje de las estrellas vienen cantidades auxiliares cuya justificación se deduce de las siguientes operaciones:

del triángulo de posición tenemos:

$$\text{sen } Z \cos A = \text{sen } \varphi \cos \delta \cos t - \cos \varphi \text{ sen } \delta$$

$$\text{sen } Z \text{ sen } A = \cos \delta \text{ sen } t$$

combinadas dan:

$$\cot A = \frac{\text{sen } \varphi \cos \delta \cos t - \cos \varphi \text{ sen } \delta}{\cos \delta \text{ sen } t}$$

por otra parte:

$$\cos Z = \text{sen } \varphi \text{ sen } \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t.$$

Si hacemos:

$$p \text{ sen } P = \cos \delta \cos t$$

$$p \cos P = \text{sen } \delta$$

$$q = \frac{P}{\cos \delta \text{ sen } t}$$

valores que sustituidos convenientemente dan:

$$\cos Z = p \text{ sen } (P + \varphi)$$

$$\cot A = q \cos (P + \varphi).$$

Entonces tendríamos: 1.º la hora sidérea de la observación, que poco más o menos es igual a $\frac{1}{2} (\alpha_e + \alpha_o)$. 2.º azimut y distan-

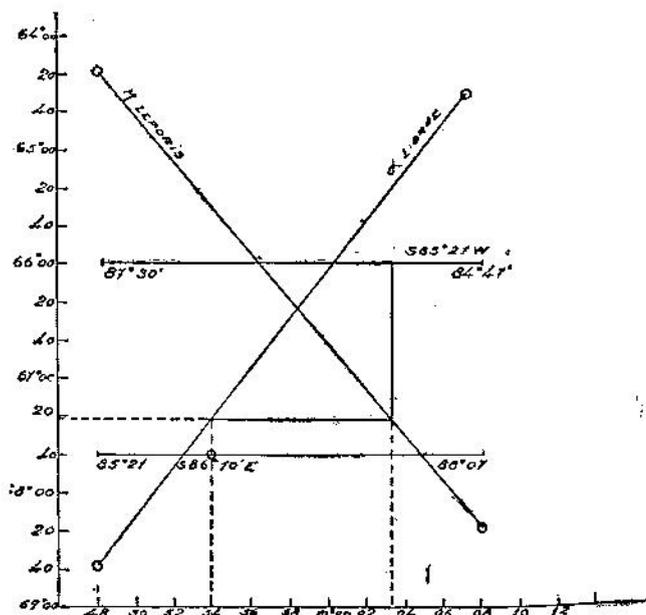
cia zenital para la estrella al este y para la estrella al oeste del meridiano valiéndonos de las cantidades auxiliares p, q, P . Estos valores auxiliares vienen dados en las tablas del Dr. Stechert para dos instantes: uno igual a $\frac{1}{2} (\alpha_e + \alpha_o) - 10^m$ y otro para $\frac{1}{2} (\alpha_e + \alpha_o) + 10^m$. En ese intervalo de 20^m si hacemos una simple interpolación gráfica, tendremos de minuto en minuto los valores azimut y distancia zenital de cada estrella.

Ejemplo práctico

En el Cerro de Montevideo, el 21 de Mayo de 1930, siendo próximamente las 22^h (hora legal), momento que corresponde a las $9^h 50^m$ (hora sidérea local) deseamos observar. Elegimos la pareja N.º 71 y construimos con los datos sacados de la tabla la siguiente planilla.

HORA SIDEREA	ESTRELLA AL ESTE				
	P $P + \varphi$	P $\text{sen}(P + \varphi)$	Q $\text{cos}(P + \varphi)$	$\text{cos } Z$ Z	$\text{cot } A$ A
0948	136° 37'	9.570	9.602	9.561	8.910 _n
	101° 44'	9.991	9.308	68° 38'	S 85° 21' E
1008	128° 51'	9.634	9.678	9.633	8.518 _n
	93° 58'	9.999	8.840	64° 32'	S 88° 07' E
HORA SIDEREA	ESTRELLA AL OESTE				
	P $P + \varphi$	P $\text{sen}(P + \varphi)$	Q $\text{cos}(P + \varphi)$	$\text{cos } Z$ Z	$\text{cot } A$ A
0948	130° 03'	9.640	9.686 _n	9.638	8.640
	95° 10'	9.998	8.954 _n	64° 13'	S 87° 30' W
1008	137° 50'	9.579	9.612 _n	9.568	8.962
	102° 57'	9.989	9.350 _n	68° 16'	S 84° 47' W

Para tener los datos para el calaje se construye el siguiente grafico: en un par de ejes ortogonales se llevan: en el eje de las X con una escala de 1 cm. = 2 minutos los tiempos siderales y en el eje de las Y, con escala de 1 cm. = 20' las distancias zenitales.



Estrella al este

$$H_s = 9^h 54^m$$

$$A = 67^{\circ}21'$$

$$Z = S 86^{\circ}10' E$$

estrella al oeste

$$10^h 04^m$$

$$67^{\circ}21'$$

$$S 85^{\circ}21' W$$

Construido el diagrama de la pareja observemos que hemos realizado gráficamente la trayectoria de las dos estrellas, una paralela al eje de la x, corta a las dos trayectorias en puntos de igual distancia zenital, en nuestro caso 67°21'; proyectando las intersecciones obtenemos los valores 9 h. 54 mm. y 10 h. 04 m. horas siderales en que las estrellas respectivamente alcanzarán igual distancia zenital.

El azimut de cada estrella se obtiene escribiendo ordenadamente en rectas representativas paralelas, como se ve en el diagrama, al eje de las x, los azimuts calculados en la planilla luego por una simple proporción encontramos los valores: S 86°10' E para la estrella al este del meridiano y S 85°21' W para la estrella al oeste del mismo.

Precauciones en la observación

El teodolito debe estar rígurosamente nivelado. Asimismo los hilos del retículo que representan repóres de altura deberán estar horizontales.

En esas condiciones se coloca la distancia zenital y azimut de la primera estrella. Para el azimut si no se conoce el de una mira puede obtenerse por una observación de σ de Octantis.

Preparado el instrumento se espera la entrada de la estrella y en cuanto ésta entra al campo del antejo se da un vistazo al nivel del círculo vertical, centrándolo en caso necesario con el tornillo de aproximación correspondiente, el nivel y el círculo estarán en unión rí-gida, alteramos así en algo la distancia zenital pero ésto no tiene importancia por cuanto ese valor no entra en los cálculos.

Enseguida se maniobrará de tal manera con el tornillo de aproximación azimutal para que la estrella al cortar el hilo del medio horizontal lo haga lo más próximo posible al hilo vertical central: Los tiempos de bisección en cada hilo del retículo se tomarán con un cronógrafo convenientemente vigilado por un ayudante.

Una vez observada la primer estrella se pondrá el azimut de la segunda, el nivel si no está centrado se llevará a su posición con los tornillos calantes del teodolito a fin de no alterar la distancia zenital.

La segunda estrella deberá observarse maniobrando convenientemente en posiciones conjugadas con respecto a la primera, — ésto se obtiene con la práctica.

A continuación presentamos una planilla de cálculo, que oxime de mayores explicaciones.

Asimismo podrá verse como después de calculada la corrección cronométrica se calcula la longitud, comparando la corrección predicha con el estado absoluto del cronómetro deducido por tops tomados por señales horarias radiotelegráficas.

Corrección teniendo en cuenta lecturas de nivel

Con el teodolito « Universal » que posee el Servicio Hidrográfico se pueden tomar los tiempos correspondientes a 11 alturas y como al círculo vertical está vinculada la copia de niveles Horrebow-Talcott podemos en trabajos de rigurosa precisión tener en cuenta las posibles desviaciones de burbujas que ese par presente.

El trabajo se comenzará anotando los extremos de burbuja poco antes de empezar a registrar los tiempos de bisección de la primera estrella por los hilos del retículo, hecho ésto, enseguida se vuelven a hacer lecturas de niveles. Con la segunda estrella se hace lo mismo.

Llamemos: $n_1 s_1$ las lecturas de los extremos de burbuja del nivel A ; sea C_1 su centro de burbuja; designemos con la letra a_1 el valor de una graduación de ese nivel; a los elementos del nivel B los designaremos $n_2 s_2 c_2 a_2$.

Las inclinaciones tendrán por expresión:

$$\left. \begin{array}{l} \text{nivel } A \quad I_1 = \frac{1}{2} a_1 (n_1 + s_1 - 2 c_1) \\ \text{nivel } B \quad I_2 = \frac{1}{2} a_2 (n_2 + s_2 - 2 c_2) \end{array} \right\} \text{Para la 1.ª estrella}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{nivel } A \quad I'_1 = \frac{1}{2} a_1 (n'_1 + s'_1 - 2 c_1) \\ \text{nivel } B \quad I'_2 = \frac{1}{2} a_2 (n'_2 + s'_2 - 2 c_2) \end{array} \right\} \text{Para la 2.ª estrella}$$

Si anulamos las desviaciones $- I_1 - I_2$ de la primer estrella no tendremos porqué corregir los tops debiendo hacerlo para la segunda por las inclinaciones $I'_1 - I_1$ y $I'_2 - I_2$ como se comprenderá esas inclinaciones serán iguales puesto que los niveles pertenecen a una copia, pero para mayor seguridad asignamos a cada nivel un trabajo distinto, deduciendo en consecuencia que el valor de la desviación será:

$$I' = \frac{\frac{1}{a_1} (I'_1 - I_1) + \frac{1}{a_2} (I'_2 - I_2)}{\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2}} =$$

$$\frac{a_2(I_1 - I_2) - a_1(I_2 - I_1)}{a_1 + a_2} =$$

$$\frac{a_1 a_2}{a_1 + a_2} \left[(n'_1 - n_1) - (s'_1 - s_1) + (n'_2 - n_2) + (s'_2 - s_2) \right]$$

Si llamamos d a la distancia angular entre dos hilos y T' al tiempo que una estrella recorre esa distancia; si designamos por T al tiempo que una estrella recorre una distancia zenital I y admitimos que las variaciones en altura sean proporcionales a los tiempos, tendremos:

$$\frac{T}{I} = \frac{T'}{d}$$

de donde:

$$T = \frac{IT'}{d}$$

haciendo sustituciones:

$$T = \frac{T'}{d} - \frac{a_1 a_2}{a_1 + a_2} \left[(n'_1 - n_1) + (s'_1 - s_1) + (n'_2 - n_2) + (s'_2 - s_2) \right]$$

Encontramos pues el valor T' que es la corrección a aplicar a los tops de la segunda estrella.

Si quisiéramos corregir los tiempos de la primer estrella en lugar de la anterior, la fórmula sería:

$$T_2 = \frac{T'}{d} - \frac{a_1 a_2}{a_1 + a_2} \left[(n_1 - n'_1) + (s_1 - s'_1) + (n_2 - n'_2) + (s_2 - s'_2) \right]$$

LONGITUD

Stechert

Estrella al este α Librae
, > oeste μ Leporis

$$\Delta H = \frac{1}{2} (\alpha_E + \alpha_O) - \frac{1}{2} (H_E + H_O) - \frac{e''}{15} \left[\frac{\tan \varphi}{\text{sen } t} - \frac{\tan \delta}{\tan t} \right]$$

Cerro de Montevideo

$\varphi = -34^{\circ} 53' 23'' 64$

Mayo 21 de 1933

$\alpha_E = 14\ 47\ 01.91$	$H_E = 9\ 54\ 53.57$	$\delta_E = -15\ 45\ 20.32$
$\alpha_O = 5\ 09\ 46.27$	$H_O = 10\ 05\ 03.42$	$\delta_O = -16\ 17\ 11.19$
$\alpha_E + \alpha_O = 19\ 56\ 48.18$	$H_E + H_O = 19\ 59\ 56.99$	$\delta_E + \delta_O = 32\ 02\ 31.51$
$\alpha_E - \alpha_O = 9\ 37\ 15.64$	$H_E - H_O = 10\ 09.85$	$\delta_E - \delta_O = 31\ 50.87$
$\frac{1}{2}(\alpha_E + \alpha_O) = 9\ 58\ 24.09$	$\frac{1}{2}(H_E + H_O) = 9\ 59\ 58.50$	$\delta = \frac{1}{2}(\delta_E + \delta_O) = 16\ 01\ 15.76$
$\frac{1}{2}(\alpha_E - \alpha_O) = 4\ 48\ 37.82$	$\frac{1}{2}(H_E - H_O) = 5\ 04.93$	$e = \frac{1}{2}(\delta_E - \delta_O) = 15\ 55.44$
$\frac{1}{2}(\alpha_E - \alpha_O) = 4\ 48\ 37.82$	$\log. \tan. \delta = 9.4580981$	$\log. \tan. \varphi = 9.8434493$
$\frac{1}{2}(H_E - H_O) = 5\ 04.93$	$\log. \tan. t = 0.5263684$	$\log. \text{sen. } t = 9.9815752$
$t = 453\ 42.75$	$\log. B = 8.9316997$	$\log. A = 9.8619741$
$t = 73\ 25\ 41.25$	$A = 0.727569$	
$e'' = 955.''44$	$B = 0.085447$	
$e^s = 63.^s696$	$A - B = 0.642122$	
	$\log. (A - B) = 9.8076176$	$E = 3\ 44\ 10.25$
	$\log. e^s = 1.8041122$	$\Delta H = 11\ 59\ 06.49$
$\frac{1}{2}(\alpha_E + \alpha_O) = 9\ 58\ 24.09$	$\log. C^s = 1.6117298$	$\lambda = 3\ 45\ 03.76$
$\frac{1}{2}(H_E + H_O) = 9\ 59\ 58.50$	$C^s = 40.^s90$	$\lambda = 1\ 56^{\circ} 15' 56.''40$
$\Delta H + C = 11\ 58\ 25.59$		
$C = 40.90$		
$\Delta H = 11\ 59\ 06.49$		

Teniente de Navío *Bercano Bianchi*

N°	ESTRELLAS	DECLINACION	D.E. D.C.	$\frac{\alpha_1 - \alpha_0}{2}$	$\frac{\delta_1 - \delta_0}{2}$	$\frac{\alpha_1 + \alpha_0}{2}$	$\frac{\delta_1 + \delta_0}{2}$	TIEMPO SIDEREO	ESTRELLA AL ESTE			ESTRELLA AL OESTE			LIMITE LATITUD
									JD	A	S	P	R	S	
1	Y Eridani	3.2	2h 54m	0h 04m	-13° 18'	-28'	23h 54m	116° 10'	9.732	9.807	9.778	9.870n	-78° 4' 29"		
2	Y Capricorni	3.8	20 14	0 06	-9 48	+02	0 14	113 11	9.781	9.880	9.788	9.870n	-74 4' 43		
3	C Aquarii	3.8	20 29	0 12	-9 57	-07	0 16	104 29	9.831	9.891	9.788	9.865n	-73 4' 41		
4	E Eridani	3.7	20 44	0 21	-14 16	+02	0 02	107 00	9.776	9.872	9.821	9.845n	-51 4' 17		
5	E Aquarii	3.8	20 44	0 21	-14 16	+02	0 22	105 18	9.821	9.947	9.776	9.871n	-51 4' 17		
6	C Eridani	4.4	22 02	0 30	-6 21	-35	0 11	107 41	9.908	9.139	9.932	9.818n	-51 4' 17		
7	O Tauri	4.0	22 02	0 30	-6 21	-35	0 31	106 42	9.932	9.218	9.908	9.140n	-51 4' 17		
8	E Eridani	3.8	21 40	0 48	-14 00	+16	0 20	77 46	9.854	9.010	9.888	9.086n	-37 4' 51		
9	A Aquarii	2.6	21 40	0 48	-14 00	+16	0 40	78 41	9.888	9.084	9.855	9.011n	-68 4' 48		
10	Y Eridani	4.1	21 28	0 59	-29 45	+23	0 38	101 32	9.789	9.992	9.832	9.966n	-68 4' 48		
11	X Eridani	3.1	21 28	0 59	-29 45	+23	0 58	100 25	9.833	9.963	9.788	9.890n	-70 4' 31		
12	Y Eridani	3.2	22 53	1 01	-9 46	+04	0 08	109 33	9.851	9.003	9.884	9.077n	-70 4' 31		
13	X Eridani	3.6	22 53	1 01	-9 46	+04	0 11	124 17	9.940	9.247	9.937	9.325n	-50 4' 7		
14	X Eridani	3.2	22 53	1 01	-9 46	+04	0 11	122 50	9.956	9.324	9.941	9.251n	-50 4' 7		
15	X Eridani	3.2	22 53	1 01	-9 46	+04	0 04	116 39	9.575	9.608	9.576	9.602n	-59 4' 9		
16	X Eridani	3.2	22 53	1 01	-9 46	+04	0 24	112 06	9.651	9.700	9.576	9.609n	-59 4' 9		
17	X Eridani	3.2	22 53	1 01	-9 46	+04	0 06	100 11	9.710	9.776	9.576	9.609n	-61 4' 40		
18	X Eridani	3.2	22 53	1 01	-9 46	+04	0 25	98 55	9.787	9.857	9.576	9.609n	-61 4' 40		
19	X Eridani	3.1	21 28	0 59	-29 45	+23	0 25	102 59	9.665	9.718	9.711	9.778n	-60 4' 36		
20	X Eridani	3.1	21 28	0 59	-29 45	+23	0 40	101 10	9.730	9.804	9.730	9.804n	-60 4' 36		
21	X Eridani	3.1	21 28	0 59	-29 45	+23	0 22	124 15	9.737	9.814	9.565	9.718n	-85 4' 21		
22	X Eridani	3.1	21 28	0 59	-29 45	+23	0 42	124 15	9.737	9.814	9.565	9.718n	-85 4' 21		
23	X Eridani	3.1	21 28	0 59	-29 45	+23	0 27	120 27	9.783	9.862	9.732	9.807n	-85 4' 21		
24	X Eridani	3.1	21 28	0 59	-29 45	+23	0 33	78 39	9.743	9.824	9.732	9.807n	-85 4' 21		
25	X Eridani	3.1	21 28	0 59	-29 45	+23	0 53	92 65	9.795	9.902	9.732	9.807n	-85 4' 21		
26	X Eridani	3.1	21 28	0 59	-29 45	+23	0 37	92 25	9.714	9.782	9.743	9.822n	-85 4' 21		
27	X Eridani	3.1	21 28	0 59	-29 45	+23	0 47	92 08	9.771	9.855	9.714	9.782n	-85 4' 21		

No	ESPECIE	MANIPULO	OC 2 OC 0	OC 1+20 2	OC 2+30 2	OC 3+40 2	OC 4+50 2	OC 5+60 2	OC 6+70 2	OC 7+80 2	OC 8+90 2	ESPECIE AL ESTE			ESPECIE AL OESTE			LIMITE EN ARTICULO
												P	A	P	A	P	A	
15	γ Oriens n.	3.4	5h 21m	1h 49m	3h 31m	- 2°10'	- 19'	1h 39m	94°21'	9.765	9.841	98°53'	9.806	9.819n	-59	+53		
16	γ Aquarii	4.0	22 18	1 55	3 37	- 1 33	+ 17	1 59	92 63	9.606	9.919	93 14	9.768	9.840m	-67	+52		
17	γ Aquarii	4.0	22 18	1 58	4 22	- 17 29	- 25	2 06	92 08	9.738	9.816	93 22	9.791	9.896n	-82	+10		
18	γ Capricorni	3.8	21 38	2 51	3 30	- 0 56	- 20	2 08	130 43	9.673	9.728	124 02	9.720	9.790n	-57	+55		
19	γ Oriens	1.7	5 32	2 13	4 30	- 16 24	- 02	2 11	125 24	9.725	9.797	129 17	9.666	9.719n	-61	+ 4		
20	γ Capricorni	3.0	21 43	2 26	3 21	- 21 15	+ 22	2 23	130 55	9.607	9.922	91 01	9.757	9.822n	-90	+28		
21	γ Oriens	3.8	23 05	2 38	2 43	+ 6 19	- 03	2 36	122 13	9.825	9.869	120 31	9.861	0.033n	-39	+54		
22	γ Oriens	4.0	23 55	2 44	2 28	- 8 49	+ 31	2 48	81 26	9.865	0.032	81 55	9.837	0.108n	-50	+28		
23	γ Ceti	3.8	0 16	2 47	3 56	- 16 27	- 09	2 34	100 42	9.891	0.093	101 15	9.845	0.032n	-83	+23		
24	γ Aquarii	3.5	28 51	2 53	2 58	+ 6 53	+ 31	2 37	121 65	9.732	9.807	102 00	9.852	0.096n	-45	+66		
25	γ Oriens	4.0	23 55	3 05	2 25	- 18 11	+ 18	2 57	118 19	9.780	9.877	121 26	9.721	9.806n	-67	+12		
26	γ Ceti	3.8	0 40	3 16	1 55	- 8 29	+ 10	3 06	79 14	9.838	9.978	81 28	9.873	0.051n	-37	+18		
27	γ Capricorni	3.0	21 43	3 30	2 50	- 18 12	+ 17	3 26	80 06	9.674	0.053	80 43	9.837	0.076n	-68	+21		
28	γ Ceti	4.0	0 40	3 45	3 50	+ 5 55	- 27	3 20	111 12	9.905	0.131	113 11	9.906	0.133n	-40	+62		

N°	ESTRELLA O ESTE	MAGNITUD	α °	δ E-50 1/2	δ E-50 1/2	δ E-50 1/2	δ E-50 1/2	Tiempo Socorro	ESTRELLA AL ESTE			ESTRELLA AL OESTE			LIMITE S LATITUD	
									P	A	S	P	A	S		
29	X Oriónis	2.2	5h 44m	3h 45m	1h 58m	-10° 14'	+32'	3h 36m	101 25'	9 930	0 212	102 04	9 952	0 302n	-40°	+17°
30	Z Ceti	3.9	1 48	3 55	3 00	-29 20	+28	3 56	100 52	9 951	0 300	102 40	9 931	0 2142	-50	+3
30	α Centauris	1.5	6 55	3 55	3 00	-29 20	+28	3 45	129 13	9 983	0 073	127 50	9 909	0 140n	-50	+3
31	α Centauris	4.4	0 55	4 08	3 13	-29 28	+20	4 05	126 47	9 906	0 134	130 17	9 886	0 060n	-50	+3
31	α Centauris	4.4	0 55	4 08	3 13	-29 28	+20	3 58	131 23	9 867	0 037	129 23	9 894	0 100n	-56	+7
32	γ Centauris	2.4	0 55	4 08	3 13	-29 28	+20	4 18	128 37	9 892	0 095	122 09	9 921	0 042n	-56	+7
32	γ Centauris	1.6	6 42	4 11	2 31	-16 30	-05	4 01	111 18	9 895	0 104	109 49	9 895	0 179n	-58	+17
32	γ Centauris	3.3	1 40	4 11	2 31	-16 30	-05	4 21	110 02	9 921	0 179	111 05	9 895	0 104n	-58	+17
33	ε Centauris	2.2	9 24	4 50	4 34	-8 48	+32	4 40	114 06	9 847	0 576	112 01	9 836	9 861n	-53	+5
33	ε Centauris	3.8	0 16	4 50	4 34	-8 48	+32	5 00	109 41	9 830	9 874	116 39	9 855	9 865n	-53	+5
33	ε Centauris	3.3	8 51	4 50	4 34	-8 48	+32	4 45	76 59	9 887	9 745	76 44	9 749	9 832n	-56	+62
34	δ Centauris	3.2	8 51	4 50	4 34	-8 48	+32	4 45	76 59	9 887	9 745	76 44	9 749	9 832n	-56	+62
34	δ Centauris	3.3	8 51	4 50	4 34	-8 48	+32	4 45	76 59	9 887	9 745	76 44	9 749	9 832n	-56	+62
34	δ Centauris	4.4	0 59	4 55	3 56	+6 51	-34	5 05	78 42	9 951	0 299	121 59	9 956	0 386n	-54	-10
35	ε Centauris	1.6	6 56	5 03	1 53	-29 06	+15	5 13	122 42	9 965	0 364	123 13	9 962	0 301n	-54	-10
35	ε Centauris	4.0	3 09	5 03	1 53	-29 06	+15	5 05	121 28	9 965	0 364	123 13	9 962	0 301n	-54	-10
36	ζ Centauris	2.4	7 21	5 15	2 05	-29 14	+06	5 05	123 55	9 941	0 282	122 45	9 957	0 351n	-58	-7
36	ζ Centauris	2.4	7 21	5 15	2 05	-29 14	+06	5 05	123 55	9 941	0 282	122 45	9 957	0 351n	-58	-7
36	ζ Centauris	4.0	3 09	5 15	2 05	-29 14	+06	5 05	123 55	9 941	0 282	122 45	9 957	0 351n	-58	-7
37	θ Centauris	4.0	3 09	5 15	2 05	-29 14	+06	5 05	123 55	9 941	0 282	122 45	9 957	0 351n	-58	-7
37	θ Centauris	4.0	3 09	5 15	2 05	-29 14	+06	5 05	123 55	9 941	0 282	122 45	9 957	0 351n	-58	-7
37	θ Centauris	1.7/3.6	9 24	5 15	2 05	-29 14	+06	5 05	123 55	9 941	0 282	122 45	9 957	0 351n	-58	-7
37	θ Centauris	4.0	3 09	5 15	2 05	-29 14	+06	5 05	123 55	9 941	0 282	122 45	9 957	0 351n	-58	-7
38	α Centauris	2.2	9 24	5 15	2 05	-29 14	+06	5 05	123 55	9 941	0 282	122 45	9 957	0 351n	-58	-7
38	α Centauris	2.2	9 24	5 15	2 05	-29 14	+06	5 05	123 55	9 941	0 282	122 45	9 957	0 351n	-58	-7
38	α Centauris	3.1	1 20	5 22	4 02	-8 27	+11	5 32	105 19	9 736	9 818	106 00	9 737	9 814n	-54	+31
38	α Centauris	3.1	1 20	5 22	4 02	-8 27	+11	5 32	105 19	9 736	9 818	106 00	9 737	9 814n	-54	+31
38	α Centauris	3.8	8 12	5 22	4 02	-8 27	+11	5 32	105 19	9 736	9 818	106 00	9 737	9 814n	-54	+31
39	β Centauris	3.8	8 12	5 22	4 02	-8 27	+11	5 32	105 19	9 736	9 818	106 00	9 737	9 814n	-54	+31
39	β Centauris	4.4	2 41	5 25	2 45	+9 35	-08	5 15	76 58	9 863	0 027	77 34	9 895	0 103n	-54	+69
39	β Centauris	4.4	2 41	5 25	2 45	+9 35	-08	5 15	76 58	9 863	0 027	77 34	9 895	0 103n	-54	+69
39	β Centauris	4.4	2 41	5 25	2 45	+9 35	-08	5 15	76 58	9 863	0 027	77 34	9 895	0 103n	-54	+69
40	γ Centauris	2.9	8 04	5 32	2 33	-24 01	-02	5 22	120 28	9 905	0 130	118 42	9 928	0 201n	-55	+6
40	γ Centauris	2.9	8 04	5 32	2 33	-24 01	-02	5 22	120 28	9 905	0 130	118 42	9 928	0 201n	-55	+6
40	γ Centauris	2.9	8 04	5 32	2 33	-24 01	-02	5 22	120 28	9 905	0 130	118 42	9 928	0 201n	-55	+6
40	γ Centauris	2.9	8 04	5 32	2 33	-24 01	-02	5 22	120 28	9 905	0 130	118 42	9 928	0 201n	-55	+6
41	δ Centauris	3.5	7 45	5 44	2 01	-24 04	-34	5 34	118 46	9 928	0 201	120 23	9 905	0 130n	-55	+6
41	δ Centauris	3.5	7 45	5 44	2 01	-24 04	-34	5 34	118 46	9 928	0 201	120 23	9 905	0 130n	-55	+6
41	δ Centauris	3.5	7 45	5 44	2 01	-24 04	-34	5 34	118 46	9 928	0 201	120 23	9 905	0 130n	-55	+6
41	δ Centauris	3.5	7 45	5 44	2 01	-24 04	-34	5 34	118 46	9 928	0 201	120 23	9 905	0 130n	-55	+6
42	ε Centauris	4.3	3 43	5 44	2 01	-24 04	-34	5 34	117 24	9 957	0 329	117 53	9 938	0 242n	-53	-1
42	ε Centauris	4.3	3 43	5 44	2 01	-24 04	-34	5 34	117 24	9 957	0 329	117 53	9 938	0 242n	-53	-1
42	ε Centauris	4.3	3 43	5 44	2 01	-24 04	-34	5 34	117 24	9 957	0 329	117 53	9 938	0 242n	-53	-1
42	ε Centauris	4.3	3 43	5 44	2 01	-24 04	-34	5 34	117 24	9 957	0 329	117 53	9 938	0 242n	-53	-1
43	ζ Centauris	2.2	9 24	5 44	2 01	-24 04	-34	5 34	117 24	9 957	0 329	117 53	9 938	0 242n	-53	-1
43	ζ Centauris	2.2	9 24	5 44	2 01	-24 04	-34	5 34	117 24	9 957	0 329	117 53	9 938	0 242n	-53	-1
43	ζ Centauris	2.2	9 24	5 44	2 01	-24 04	-34	5 34	117 24	9 957	0 329	117 53	9 938	0 242n	-53	-1
43	ζ Centauris	2.2	9 24	5 44	2 01	-24 04	-34	5 34	117 24	9 957	0 329	117 53	9 938	0 242n	-53	-1
44	η Centauris	4.0	2 53	5 54	2 10	-23 45	-18	6 04	118 35	9 930	0 211	116 42	9 948	0 283n	-57	+1
44	η Centauris	4.0	2 53	5 54	2 10	-23 45	-18	6 04	118 35	9 930	0 211	116 42	9 948	0 283n	-57	+1
44	η Centauris	4.0	2 53	5 54	2 10	-23 45	-18	6 04	118 35	9 930	0 211	116 42	9 948	0 283n	-57	+1
44	η Centauris	4.0	2 53	5 54	2 10	-23 45	-18	6 04	118 35	9 930	0 211	116 42	9 948	0 283n	-57	+1
45	θ Centauris	3.8	9 37	6 30	3 07	+9 52	+25	6 20	74 26	9 824	9 951	76 57	9 850	0 032n	-44	+73
45	θ Centauris	3.8	9 37	6 30	3 07	+9 52	+25	6 20	74 26	9 824	9 951	76 57	9 850	0 032n	-44	+73
45	θ Centauris	3.8	9 37	6 30	3 07	+9 52	+25	6 20	74 26	9 824	9 951	76 57	9 850	0 032n	-44	+73
45	θ Centauris	3.8	9 37	6 30	3 07	+9 52	+25	6 20	74 26	9 824	9 951	76 57	9 850	0 032n	-44	+73
46	ι Centauris	4.0	3 22	6 32	1 50	+3 31	-6	6 42	93 59	9 957	0 332	93 57	9 958	0 232n	-50	+21
46	ι Centauris	4.0	3 22	6 32	1 50	+3 31	-6	6 42	93 59	9 957	0 332	93 57	9 958	0 232n	-50	+21
46	ι Centauris	4.0	3 22	6 32	1 50	+3 31	-6	6 42	93 59	9 957	0 332	93 57	9 958	0 232n	-50	+21
46	ι Centauris	4.0	3 22	6 32	1 50	+3 31	-6	6 42	93 59	9 957	0 332	93 57	9 958	0 232n	-50	+21

No	ESTRELLAS "O"	MAGNITUD.	α °	δ °	α ± 50 2	δ ± 50 2	α ± 50 2	δ ± 50 2	Tiempo Siervo	ESTRELLA AL ESTE			ESTRELLA AL OESTE			LIMITES EN LONGITUD
										P	R	S	P	R	S	
47	α Leonis	1.3	10h 04m	12° 31'	- 07'	5h 13m	70° 15'	9.803	9.916	9.844	9.989h	9.844	9.989h	-40 ± 78		
48	α Leonis	1.3	10 27	+12 19	+ 05	3 04	72 04	9.843	9.886	9.804	9.917h	9.804	9.917h	-38 ± 73		
49	α Hydree	3.4/4.2	3 56	- 8 17	+ 01	2 06	73 08	9.834	9.870	9.869	9.869m	9.869	9.869m	-40 ± 22		
50	α Orionis	2.2	5 11	-14 02	- 16	7 34	99 27	9.920	9.876	9.942	9.860m	9.942	9.860m	-79 ± 32		
51	α Orionis	3.8	11 15	-23 26	+ 32	3 40	112 46	9.943	9.846	9.803	9.916h	9.803	9.916h	-90 - 8		
52	α Orionis	2.2	3 54	-15 21	- 3	7 44	146 44	9.805	9.918	9.757	9.843h	9.757	9.843h	-60 ± 20		
53	α Orionis	4.2	2 59	+16 07	- 12	7 46	139 34	9.668	9.721	9.718	9.788h	9.718	9.788h	-35 ± 84		
54	α Orionis	4.1	10 09	-22 26	+ 5	5 19	110 06	9.888	9.814	9.850	9.932h	9.850	9.932h	-79 ± 19		
55	α Orionis	3.4	11 10	-15 17	- 25	8 05	64 58	9.812	9.930	9.813	9.832h	9.813	9.832h	-90 ± 24		
56	α Orionis	1.1	4 22	-22 42	- 12	8 14	121 39	9.849	9.860	9.889	9.889m	9.889	9.889m	-47 ± 9		
57	α Orionis	4.3	11 08	-17 28	+ 25	8 34	109 02	9.820	9.874	9.892	9.919	9.892	9.919	-90 ± 20		
58	α Orionis	3.3	5 02	- 0 43	+ 33	8 44	122 40	9.910	9.928	9.846	9.892	9.892	9.892	-86 ± 34		
59	α Orionis	3.2	10 43	- 0 41	- 18	8 44	107 41	9.930	9.991	9.902	9.993h	9.902	9.993h	-58 ± 57		
60	α Orionis	3.2	10 46	- 1 06	+ 09	8 44	107 41	9.950	9.895	9.961	9.895m	9.961	9.895m	-56 ± 53		
61	α Orionis	1.8	10 42	- 22 42	- 12	8 46	128 57	9.782	9.896	9.831	9.831m	9.831	9.831m	-56 ± 53		
62	α Orionis	3.3	5 02	-17 28	+ 25	8 50	116 23	9.827	9.968	9.826	9.955h	9.826	9.955h			
63	α Orionis	3.2	12 12	- 0 43	+ 33	9 00	114 32	9.812	9.930	9.790	9.893h	9.790	9.893h			
64	α Orionis	4.7	5 29	- 0 41	- 18	9 02	90 16	9.849	9.998	9.802	9.914h	9.802	9.914h			
65	α Orionis	1.7	10 16	- 0 41	- 18	9 04	90 16	9.780	9.878	9.745	9.826h	9.745	9.826h			
66	α Orionis	3.2	11 37	- 1 06	+ 09	9 02	91 43	9.826	9.955	9.797	9.805h	9.797	9.805h			
67	α Orionis	3.2	11 28	- 1 06	+ 09	9 12	91 42	9.797	9.906	9.826	9.870h	9.826	9.870h			
68	α Orionis	3.2	11 28	- 1 06	+ 09	9 12	91 42	9.761	9.854	9.814	9.935h	9.814	9.935h			
69	α Orionis	1.7	10 31	- 1 06	+ 09	9 15	91 31	9.802	9.914	9.861	9.903h	9.861	9.903h			

Nº	ESTRELLA AL E. E. " " " O.	MAG- NITUD	α Z α O	$\frac{\alpha E - \alpha O}{2}$	$\frac{\delta E - \delta O}{2}$	$\frac{\delta E + \delta O}{2}$	$\frac{\delta E - \delta O}{-2}$	TIEMPO en 56m SIGERCO	ESTRELLA AL ESTE			ESTRELLA AL OESTE			LIMITE EN LATITUD
									P	A	P	P	A	P	
63	♂ Cervi	2.8	12h 20m	9h 06m	3h 24m	- 22° 41'	- 13'	125° 27'	9.827	9.956	122° 02'	9.828	0.177	-90 +24	
	♂ Leporis	3.7	5 41	9 08	4 06	- 22 36	- 06	122 36	9.859	0.019	124 54	9.825	9.954	-90 +13	
64	♂ Hydras	2.3	13 15	9 08	4 06	- 22 36	- 06	122 36	9.747	9.828	128 50	9.795	9.866	-90 +13	
	♂ Leporis	3.3	15 02	9 16	2 56	- 17 29	+26	112 02	9.786	0.016	133 25	9.745	9.826	-71 +24	
65	♂ Cervi	2.8	12 12	9 16	2 56	- 17 29	+26	112 02	9.887	0.086	113.21	9.890	0.090	-71 +24	
	♂ Canis Maj	2.0	8 19	9 27	2 45	- 16 49	- 13	112 16	9.888	0.085	115.10	9.869	0.080	-65 +21	
66	♂ Cervi	2.8	12 12	9 27	2 45	- 16 49	- 13	112 16	9.875	0.085	110.55	9.903	0.125	-65 +21	
	♂ Canis Maj	-1.6	6 42	9 30	4 01	- 0 15	+07	90 18	9.904	0.127	112.25	9.874	0.083	-47 +47	
67	♂ Virginis	2.6	13 31	9 30	4 01	- 0 15	+07	90 18	9.659	9.710	90.41	9.725	9.799	-47 +47	
	♂ Oriens	2.5	3 28	9 32	3 48	- 10 12	- 30	110 28	9.735	9.799	106.27	9.659	9.710	-71 +25	
68	♂ Virginis	1.2	13 21	9 32	3 48	- 10 12	- 30	110 28	9.725	9.791	106.27	9.775	9.838	-71 +25	
	♂ Oriens	2.2	5 44	9 34	2 52	- 15 18	+17	108 04	9.777	9.873	108.41	9.721	9.792	-69 +26	
69	♂ Cervi	3.1	12 26	9 34	2 52	- 15 18	+17	112 16	9.852	0.055	141.24	9.894	0.102	-69 +26	
	♂ Canis Maj	-1.6	5 42	9 45	2 45	- 23 18	+24	110 41	9.893	0.057	113.02	9.863	0.089	-69 +10	
70	♂ Cervi	2.8	12 30	9 45	2 45	- 23 18	+24	120 20	9.897	0.052	119.23	9.913	0.185	-69 +10	
	♂ Canis Ma.	3.1	7 00	9 55	1 55	- 18 27	+19	118 27	9.872	0.151	121.19	9.868	0.087	-74 -13	
71	♂ Libras	2.9	14 47	9 58	4 49	- 15 59	+19	135 27	9.570	9.628	130.02	9.640	9.683	-74 -13	
	♂ Leporis	3.3	5 09	9 58	4 49	- 15 59	+19	128 51	9.656	9.678	137.50	9.579	9.612	-35 + 9	
72	♂ Virginis	2.9	14 39	10 06	4 34	- 5 37	+21	105 44	9.529	9.628	104.22	9.622	9.664	-57 + 2	
	♂ Oriens	2.9	5 22	10 06	4 34	- 5 37	+21	102 45	9.926	9.651	107.44	9.533	9.560	-57 + 2	
73	♂ Cervi	2.8	12 30	10 17	2 13	- 23 28	+34	117 30	9.945	0.196	117.26	9.947	0.277	-90 +16	
	♂ Hydras	2.8	8 04	10 17	2 13	- 23 28	+34	116 11	9.834	0.273	127.15	9.864	0.200	-90 +16	
74	♂ Canis Maj	2.0	14 02	10 34	3 28	- 26 15	0	120 23	9.864	0.050	130.23	9.834	9.970	-82 +21	
	♂ Libras	2.9	14 47	10 44	4 02	- 16 08	+28	121 45	9.710	9.775	119.25	9.765	9.854	-82 +21	
75	♂ Canis Maj	2.0	14 42	10 44	4 02	- 16 08	+28	117 07	9.751	9.848	123.22	9.715	9.784	-90 -28	
	♂ Scorpii	1.6	6 42	11 11	5 34	- 34 08	0	174 07	9.751	9.835	167.00	9.760	9.848	-90 -28	
76	♂ Scorpii	2.4	16 45	11 11	5 34	- 34 08	0	167 00	9.750	9.848	174.00	9.751	9.834	-90 -21	
	♂ Celamb	2.7	7 46	11 23	3 37	- 24 47	- 09	130 13	9.815	9.935	125.28	9.846	9.929	-90 -21	
77	♂ Scorpii	2.4	15 00	11 32	3 28	- 24 29	- 26	126 51	9.847	9.952	124.25	9.856	0.017	-90 +22	
	♂ Argas	3.6	7 46	11 32	3 28	- 24 29	- 26	128 56	9.859	9.962	127.27	9.826	9.955	-34 +56	
78	♂ Scorpii	2.4	15 00	11 41	4 06	+ 5 06	- 21	125 32	9.861	9.648	79.20	9.718	9.787	-90 + 8	
	♂ Canis min.	0.8	15 47	11 41	4 06	+ 5 06	- 21	80 51	9.715	9.785	77.43	9.650	9.699	-90 + 8	
79	♂ Scorpii	2.9	16 31	11 44	4 48	- 28 28	+25	152 22	9.721	9.750	164.04	9.727	9.805	-90 - 3	
80	♂ Canis Maj	1.6	5 31	11 56	4 55	- 29 35	+23	146 41	9.750	9.833	164.04	9.779	9.852	-90 - 3	
	♂ Scorpii	2.9	16 31	11 56	4 55	- 29 35	+23	148 50	9.740	9.818	144.07	9.779	9.852	-90 - 3	
81	♂ Canis Maj	2.4	7 21	12 05	4 55	- 29 35	+23	142 52	9.770	9.863	149.59	9.750	9.832	-90 - 3	

N°	ESTRELLA	DECLINACION	DECLINACION α	DECLINACION α	DECLINACION α	DECLINACION α	DECLINACION α	DECLINACION α	Tiempo Siderico	ESTRELLA AL ESTE			ESTRELLA AL OESTE			LIMITES SEM LATITUD
										P	A	S	P	A	S	
82	♄ Serpili	3.1	16h 17m	4h 16m	-25° 02'	-22'	11h 52m	139.44	9.750	9.833	9.880	139.39	9.781	9.880	-90 + 7	
83	♄ Argus	3.6	17 46	3 29	+ 6 44	-01	12 02	134.48	9.766	9.887	9.744	139.47	9.744	9.824h	-44 + 67	
84	♄ Serpenti	3.8	18 43	3 54	- 3 32	+04	12 06	78.29	9.816	9.868	9.816	79.57	9.816	9.935h	-57 + 42	
85	♄ Hydra	3.0	16 10	2 54	- 8 40	-23	12 28	97.41	9.687	9.746	9.749	96.26	9.767	9.868h	-65 + 37	
86	♄ Ophiuchi	4.0	8 22	12 18	- 37 00	-03	12 11	90.11	9.749	9.994	9.880	100.55	9.880	9.746h	-90 - 15	
87	♄ Argus	2.7	17 14	12 32	-24 46	-08	12 42	102.57	9.981	9.069	9.846	101.50	9.806	9.992h	-90 - 8	
88	♄ Ophiuchi	3.4	17 47	4 46	-24 28	-28	12 30	166.07	9.793	9.998	9.898	166.04	9.922	9.897h	-90 - 2	
89	♄ Hydra	2.9	14 47	12 46	-15 42	+02	12 56	149.07	9.691	9.751	9.751	141.60	9.754	9.796h	-46 + 9	
90	♄ Serpili	3.1	17 42	12 52	-25 03	-25	12 02	141.11	9.707	9.772	9.772	144.44	9.698	9.760h	-90 - 28	
91	♄ Argus	2.3	18 23	13 04	-25 03	-25	12 54	139.58	9.744	9.823	9.744	139.58	9.744	9.823h	-39 + 79	
92	♄ Ophiuchi	3.4	16 54	13 16	-22 21	-01	13 25	108.26	9.822	9.900	9.822	108.28	9.822	9.823h	-60 + 7	
93	♄ Serpili	2.5	15 56	13 32	-22 15	-07	13 46	163.00	9.888	9.985	9.888	163.00	9.888	9.985h	-46 + 75	
94	♄ Crateris	4.0	11 08	13 42	-15 40	+03	13 52	164.85	9.677	9.732	9.677	164.85	9.677	9.732h	-81 + 25	
95	♄ Ophiuchi	3.9	10 29	13 56	-22 15	-07	13 51	72.50	9.748	9.830	9.748	72.50	9.748	9.830h	-60 0	
96	♄ Hydra	2.3	10 36	14 01	-15 32	+11	14 11	74.44	9.913	0.185	9.913	74.44	9.913	0.185h	-88 + 35	
97	♄ Cervi	3.8	12 05	14 09	-37 02	-26	14 19	116.16	9.984	0.227	9.984	116.16	9.984	0.227h	-90 - 54	
98	♄ Argus	2.7	17 14	14 32	-25 02	-26	14 42	117.44	9.811	9.928	9.811	117.44	9.811	9.928h		

N ^o	ESTRELLA AL E.	MAGNITUD	α E	α O	$\frac{\alpha E - \alpha O}{2}$	$\frac{\alpha E - \delta O}{2}$	$\frac{\delta E - \delta O}{2}$	TIEMPO SIDEREO	ESTRELLA AL ESTE		ESTRELLA AL OESTE		LIMITE EN LATITUD	
									P	ρ	P	ρ		
99	γ Ophiuchi	2.6	17h 06m	14h 46m	15h 49'	+12'	14h 36m	109° 24'	9.909	0.140	108.48	9.933	0.220m	-53 -15
	δ Corvi	3.1	12 26	15 00	-15 41	+20	14 56	108 20	9.932	0.218	109.53	9.909	0.142n	
100	δ Serpentis	3.5	17 33	15 00	-15 41	+20	14 50	109 57	9.889	0.039	109.51	9.917	0.166n	-59 +19
	δ Corvi	3.1	12 26	15 00	-15 41	+20	15 10	108 43	9.916	0.164	110.48	9.890	0.092n	
101	μ Sagittarii	4.0	18 09	15 08	-21 36	+31	14 58	119 55	9.858	0.018	119.01	9.890	0.091n	-77 +17
	ϵ Corvi	3.2	12 06	15 24	+2 36	+20	15 24	117 45	9.709	0.065	121.14	9.851	0.024n	
102	β Aquilae	3.4	19 22	15 34	+2 36	+20	15 44	84 15	9.766	9.775	86.06	9.766	9.856n	-47 +57
	β Virginis	3.6	11 47	16 38	-10 14	+28	15 44	84 58	9.766	9.857	85.39	9.768	9.774n	
103	γ Ophiuchi	3.5	17 55	16 38	-10 14	+28	15 28	102 07	9.907	0.137	102.31	9.933	0.220m	-46 +22
	α Virginis	1.2	13 21	15 43	-2 28	-16	15 43	101 26	9.932	0.218	104.15	9.908	0.139n	
104	η Sagittarii	3.2	16 12	15 44	-35 32	-16	15 34	134 06	9.935	0.228	131.41	9.949	0.290n	-70 -13
	ζ Centauri	2.9	13 16	16 07	+3 25	-29	15 54	132 13	9.950	0.293	133.53	9.934	0.244n	
105	δ Aquilae	3.4	19 22	16 07	+3 25	-29	15 57	85 19	9.798	9.906	84.23	9.841	9.982n	-54 +63
	δ Virginis	3.7	12 52	16 12	-0 38	-28	16 17	85 45	9.841	9.982	85.48	9.798	9.907n	
106	β Aquilae	3.4	20 07	16 12	-0 38	-28	16 02	92 15	9.680	9.736	90.18	9.743	9.822n	-50 +46
	η Virginis	4.0	12 15	16 22	-15 32	+28	16 22	91 58	9.745	9.822	90.21	9.680	9.736n	
107	δ Capricorni	3.3	20 17	16 22	-15 32	+28	16 12	119 18	9.725	9.797	117.23	9.778	9.876n	-81 +24
	δ Corvi	3.1	12 26	16 37	-5 18	+17	16 32	118 54	9.774	9.869	120.54	9.730	9.804n	
108	λ Aquilae	3.4	19 02	16 37	-5 18	+17	16 47	96 26	9.893	0.098	96.42	9.921	0.178n	-44 +32
	ζ Virginis	4.0	14 12	16 44	-22 28	-19	16 34	143 39	9.682	9.739	136.11	9.718	9.786n	-30 - 3
109	ζ Capricorni	3.9	21 22	16 44	-22 28	-19	16 54	137 04	9.723	9.795	142.48	9.675	9.730n	
	ϵ Corvi	3.2	12 06	16 49	-0 37	-29	16 39	91 46	9.789	9.892	90.12	9.833	9.965n	-59 +56
110	ϵ Aquilae	3.4	20 07	16 49	-0 37	-29	16 59	91 36	9.833	9.969	90.13	9.789	9.892n	
	ζ Virginis	3.4	15 31	16 56	-22 51	+03	16 46	139 32	9.707	9.772	133.56	9.749	9.831n	-30 +03
111	ζ Capricorni	3.9	21 22	17 02	-10 16	+26	17 06	133 47	9.748	9.830	139.41	9.708	9.775n	
	β Corvi	2.8	12 30	17 02	-10 16	+26	16 52	106 09	9.742	9.821	107.20	9.742	9.901n	-72 +38
112	α Aquarii	3.8	20 44	17 02	-10 16	+26	17 12	108 59	9.792	9.899	109.30	9.745	9.825n	
	α Virginis	1.2	13 21	17 18	-22 45	-03	17 08	133 14	9.753	9.836	128.38	9.791	9.896n	-90 +13
113	ζ Capricorni	3.9	21 22	17 18	-22 45	-03	17 28	128 46	9.792	9.896	133.05	9.792	9.835n	
	γ Hydrae	3.3	13 15	17 32	-15 22	+18	17 22	110 26	9.872	0.047	109.47	9.902	0.122n	-54 +26
114	β Capricorni	3.3	20 17	17 32	-15 22	+18	17 42	109 03	9.901	0.120	111.13	9.873	0.049n	
	α Librae	2.9	14 47	17 36	-21 54	+16	17 26	167 00	9.678	9.611	156.54	9.613	9.653n	-30 -43
115	ϵ Corvi	3.2	12 06	17 46	-0 27	-19	17 46	155 50	9.608	9.645	167.56	9.687	9.622n	
	ζ Aquarii	3.8	23 05	17 46	-0 27	-19	17 36	91 35	9.660	9.641	90.17	9.680	9.737n	-40 +36
116	ζ Aquarii	3.2	22 02	17 46	-0 27	-19	17 56	91 35	9.660	9.737	90.17	9.680	9.737n	
	ζ Virginis	3.4	13 21	17 50	-5 46	-12	17 40	100 51	9.742	9.821	99.00	9.732	9.899n	-64 +44
117	ζ Aquarii	3.1	21 28	17 50	-5 46	-12	17 40	99 38	9.794	9.900	100.06	9.741	9.820n	
	ζ Virginis	4.0	14 12				18 00							

N°	ESTRELLA AL E. " " " "	D	α	δ	α E	δ E	α E - α G	δ E - δ G	S E + S G	S E - S G	TIEMPO SOLAR	ESTRELLA AL ESTE		ESTRELLA AL OESTE		LIMITES EN LATITUD
												P	P	P	P	
118	ε Aquarii	3.8	20h 44m	17h 58m	2h 45m	- 9° 26'	- 23'	103° 30'	9.564	0.030	17h 48m	101° 33'	9.895	0.103A	- 56 + 34	
119	β Librae	2.7	15 13	4 56	- 22 11	+ 33	102 32	9.896	0.105	18 08	108 27	9.893	0.0282	- 90 - 14		
120	γ Hydreae	3.3	13 15	18 10	- 10 16	- 26	140 59	9.632	9.678	18 20	150 53	9.686	9.742A	- 63 + 33		
121	α Capricorni	2.9	14 47	18 15	- 15 59	- 19	114 25	9.795	9.903	18 05	115 22	9.833	9.868A	- 82 + 21		
122	α Aquarii	3.6	22 47	18 49	+ 6 14	- 29	113 53	9.715	9.772	18 39	117 53	9.733	9.898A	- 50 + 68		
123	β Pegasi	2.6	28 06	13 55	+ 3 48	+ 30	80 57	9.805	9.854	18 43	121 42	9.711	9.778A	- 67 + 38		
124	α Aquarii	3.8	22 40	19 41	- 16 05	- 28	103 41	9.718	9.772	19 03	105 20	9.705	9.820A	- 52 + 14		
125	δ Cepheorum	2.7	15 13	19 24	+ 21	- 08	110 25	9.912	0.149	19 11	108 16	9.775	9.870A	- 90 + 25		
126	γ Cepheorum	3.6	17 06	19 30	- 22 01	+ 21	109 19	9.935	0.228	19 34	109 19	9.934	0.228A	- 55 + 9		
127	δ Cepheorum	3.5	16 56	19 44	+ 9 56	+ 25	122 22	9.803	9.915	19 20	123 18	9.841	0.148A	- 36 + 65		
128	γ Ceti	3.0	0 15	19 45	- 13 57	- 21	112 41	9.862	0.056	19 40	111 46	9.893	0.056A	- 69 + 26		
129	β Ceti	2.7	15 13	2 52	- 15 49	- 29	111 32	9.893	0.074	20 08	111 32	9.861	0.074A	- 62 + 21		
130	γ Ceti	3.5	17 33	2 29	- 19 01	+ 32	110 09	9.911	0.147	20 22	110 09	9.910	0.147A	- 87 + 9		
131	α Scorpii	2.2	0 40	2 26	- 30 16	+ 10	125 46	9.584	9.794	20 30	125 46	9.741	9.819A	- 65 - 5		
132	γ Sagittarii	1.3	22 53	2 27	- 29 59	- 07	124 59	9.923	0.187	20 17	124 59	9.693	9.764A	- 64 - 6		
133	α Sagittarii	3.1	18 01	2 24	- 10 31	- 03	126 03	9.942	0.256	20 27	126 03	9.924	0.189A	- 68 + 26		
134	β Sagittarii	4.9	10 16	20 49	- 21 56	+ 27	124 25	9.931	0.212	20 44	124 25	9.948	0.212A	- 57 - 9		
135	γ Cepheorum	3.5	1 05	20 55	- 24 27	+ 30	115 15	9.835	0.085	20 59	115 15	9.950	0.085A	- 90 - 18		
136	α Cepheorum	2.7	16 33	21 00	- 24 27	+ 30	111 21	9.637	9.682	21 06	111 21	9.701	9.765A	- 90 - 56		
137	β Cepheorum	2.7	16 33	21 00	- 24 27	+ 30	111 21	9.703	9.757	21 06	111 21	9.635	9.680A			
138	γ Cepheorum	1.3	22 53	21 00	- 24 27	+ 30	123 03	9.949	0.288	20 46	122 57	9.964	0.288A			
139	δ Cepheorum	2.7	16 33	21 00	- 24 27	+ 30	161 12	9.564	0.370	21 06	161 12	9.671	0.370A			
140	ε Cepheorum	4.2	1 56	21 00	- 24 27	+ 30	142 36	9.564	9.715	21 06	142 36	9.632	9.725A			
141	ζ Cepheorum	4.2	2 59	21 00	- 24 27	+ 30	174 36	9.311	9.650	21 00	174 36	9.607	9.676A			
142	η Cepheorum	3.4	15 00	21 10	- 24 27	+ 30	174 36	9.011	9.650	21 10	174 36	9.607	9.650A			

Nº	ESTRELLA	MAGNITUD	α	δ	$\frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2}$	$\frac{\delta_1 - \delta_2}{2}$	$\frac{\delta_1 - \delta_2}{\rho}$	$\frac{\delta_1 - \delta_2}{\rho^2}$	TIEMPO SIDEREO	ESTRELLA AL ESTE			ESTRELLA AL OESTE			LIMITES EN LATITUD
										ρ	ρ'	ρ''	ρ	ρ'	ρ''	
137	γ Ceti	3.8	0 16	21h 05m	3h 10m	- 9° 33'	+ 13'		20h 55m	104° 21'	9.815	9.836	108 42	9.855	0.01n	- 74 + 46
	ν Ophiuchi	3.6	17 55	21h 55m					21 15	103 05	9.854	9.810	105 01	9.816	9.837n	
138	δ Viridani	3.1	2 55	21 12	5 43	-40 46	+ 06		21 02	117 59	9.814	9.935	172 14	9.820	9.944n	- 90 - 26
	ν Lupi	3.0	15 20	21 12					21 22	172 10	9.818	9.941	178 00	9.816	9.938n	
139	γ Ceti	3.4	1 40	21 23	4 17	-16 01	- 24		21 13	126 50	9.673	9.728	125 24	9.667	9.794n	- 80 + 3
	ν Ophiuchi	2.6	17 08	21 05					21 33	121 58	9.727	9.800	131 58	9.679	9.720n	
140	ν Scutoris	4.4	0 55	21 28	3 27	-30 07	+ 19		21 38	131 16	9.861	0.059	135 09	9.854	0.09n	- 90 + 8
	γ Sagittarii	3.1	18 01	21 46					21 26	133 16	9.861	0.082	130 14	9.887	0.083n	- 90 + 06
141	α Scutoris	4.4	0 55	21 26	3 20	-29 50	+ 02		21 45	130 18	9.886	0.090	133 10	9.789	9.892n	- 69 + 38
	δ Sagittarii	2.8	18 16	21 58	3 43	- 9 12	+ 33		21 28	106 05	9.734	9.810	106 04	9.738	9.815n	
142	ν Ceti	3.9	1 48	21 52	3 56	-10 16	- 30		21 42	104 14	9.702	9.785	107 22	9.755	9.839n	- 70 + 32
143	ν Ophiuchi	3.5	17 35	22 02					22 02	109 05	9.757	9.855	109 54	9.697	9.759n	
	ν Ceti	3.2	1 56	22 02	3 54	-21 18	- 13		21 52	129 03	9.755	9.855	124 32	9.802	9.914n	- 90 + 19
144	γ Sagittarii	4.0	18 09	22 12					22 04	67 15	9.822	9.949	70 44	9.783	9.851n	- 39 + 60
	ν Piscium	3.7	1 27	22 14	3 13	+14 18	+35		22 14	69 11	9.859	0.018	68 55	9.819	9.944n	
145	ν Aquilae	3.0	19 02	22 24	4 29	- 9 31	+ 15		22 24	116 15	9.654	9.703	111 58	9.657	9.703n	- 60 + 10
	ν Viridani	4.0	2 55	22 24					22 24	110 54	9.654	9.703	116 26	9.681	9.615n	
146	ν Ophiuchi	3.6	17 53	22 30	1 46	- 9 34	+ 15		22 40	100 38	9.944	0.264	110 44	9.944	0.265n	- 55 + 13
	ν Ceti	3.8	0 16	22 30					22 20	100 11	9.962	0.358	101 12	9.944	0.265n	
147	ϵ Aquarii	3.8	20 44	22 30	3 25	-21 19	- 10		22 40	123 48	9.852	9.906	123 12	9.853	0.007n	- 90 + 27
	ν Ceti	4.2	1 56	22 30					22 30	120 58	9.764	9.853	142 46	9.796	9.904n	- 90 0
148	π Sagittarii	3.2	19 05	22 42	4 27	-29 26	+ 16		22 32	147 28	9.764	9.853	148 11	9.768	9.859n	- 43 + 20
	ν Viridani	3.6	18 16	22 42					22 52	142 11	9.792	0.168	141 20	9.829	0.162n	
149	δ Sagittarii	2.8	18 16	22 42	2 11	-10 15	- 25		22 44	102 58	9.916	0.246	101 58	9.916	0.246n	- 45 + 23
	ν Ceti	3.5	1 05	22 54	2 18	- 9 14	+ 35		22 52	100 47	9.939	0.129	101 34	9.930	0.129n	
150	ϵ Aquarii	3.8	20 44	23 02	3 48	+ 3 20	+ 24		22 52	100 10	9.906	0.210	102 15	9.906	0.210n	- 46 + 56
	ν Ceti	3.8	1 20	23 02					23 12	100 10	9.907	9.772	84 57	9.764	9.854n	
151	ϵ Aquarii	3.6	20 44	23 10	3 48	+ 3 20	+ 24		23 00	82 39	9.765	9.855	84 13	9.706	9.771n	- 52 + 27
	ν Ceti	3.6	2 56	23 10					23 00	83 34	9.865	0.061	102 01	9.866	0.073n	- 60 + 58
152	δ Aquilae	3.4	19 22	23 16	2 32	-10 18	- 29		23 06	104 04	9.914	0.158	102 00	9.842	9.865n	
	ν Aquarii	3.8	20 44	23 22	3 14	- 0 34	- 21		23 12	90 06	9.799	9.985	91 34	9.799	9.903n	- 38 + 68
153	ν Ceti	4.0	2 36	23 22	3 47	+ 8 40	+ 02		23 32	73 20	9.723	9.873	75 20	9.773	9.794n	
154	δ Aquilae	3.4	20 07	23 24	3 47	+ 8 40	+ 20		23 34	73 20	9.777	9.873	75 30	9.773	9.794n	- 47 + 8
155	α Aquilae	3.6	3 21	23 38	2 02	-16 44	+ 20		23 28	78 19	9.930	0.211	109 12	9.951	0.213n	
	ν Ceti	3.3	1 40	23 38					23 44	103 28	9.950	0.235	110 08	9.931	0.235n	- 70 + 43
156	γ Capricorni	3.8	21 36	23 48	3 05	- 9 32	+ 17		23 58	103 52	9.827	9.865	103 29	9.865	0.031n	
157	ν Viridani	4.0	2 53	23 48					23 58	102 41	9.865	0.031	104 41	9.828	9.859n	

Azimut de una línea por observación de σ de Octantis

Del triángulo de posición deducimos:

$$\cot A \operatorname{sen} t = \operatorname{sen} \varphi \cos t - \tan \delta \cos \varphi$$

transformada:

$$\tan A = - \frac{\operatorname{sen} t}{\cos \varphi \tan \delta - \operatorname{sen} \varphi \cos t}$$

En la cual A es el azimut de la estrella contado desde el sur en el sentido de las agujas de un reloj; el ángulo horario t se cuenta de 0 a 24^h desde la culminación, con signo positivo hacia el oeste.

Esa fórmula se puede transformar como sigue, a fin de reducir su cálculo:

$$\begin{aligned} \tan A &= - \frac{\operatorname{sen} t}{\cos \varphi \tan \delta - \operatorname{sen} \varphi \cos t} \\ &= - \frac{\cot \delta \sec \varphi \operatorname{sen} t}{1 - \cot \delta \tan \varphi \cos t} \\ &= - \cot \delta \sec \varphi \operatorname{sen} t \left(\frac{1}{1 - a} \right) \end{aligned}$$

siendo $a = \cot \delta \tan \varphi \cos t$, valor que damos en las tablas correspondientes.

Ahora bien si analizamos los errores que por influencias de la latitud y horario se transmiten a la determinación del azimut ~~...~~ cuya expresión es:

$$dA = - \frac{\cos Z \operatorname{sen} A}{\operatorname{sen} Z} d\varphi + \frac{\cos P \cos \delta}{\operatorname{sen} Z} dt$$

y si tenemos en cuenta que debemos trabajar en un pilar cuya latitud ha sido calculada cuidadosamente, entonces podremos suprimir su acción; el error a tener en cuenta será:

$$dA = \frac{\cos P \cos \delta}{\text{sen } Z} dt$$

Luego debemos trabajar con estrellas cuya declinación se aproxime a 90° , que el ángulo de posición sea recto (elongación), y la distancia zenital máxima (poca altura).

Satisfacen aproximadamente esas condiciones las estrellas circumpolares y mejor todavía en nuestro hemisferio y para la latitud de nuestro país las casi polares: 5235 Lacaille con $\delta = -89^\circ 25'$, mag 6.5 y la σ de Octantis con $\delta = -89^\circ 12'$, mag 5.48.

Observaciones de σ Octantis

Con el teodolito de nuestro servicio se puede observar muy bien la estrella σ Octantis. Una vez puesto el teodolito en estación y previamente calculado el valor de una división del nivel de caballete, nos cercioraremos de que el cronógrafo con su dotación de cintas funcione normalmente conectado con el cronómetro a tiempo sidéreo de contactos.

El retículo deberá estar bien iluminado.

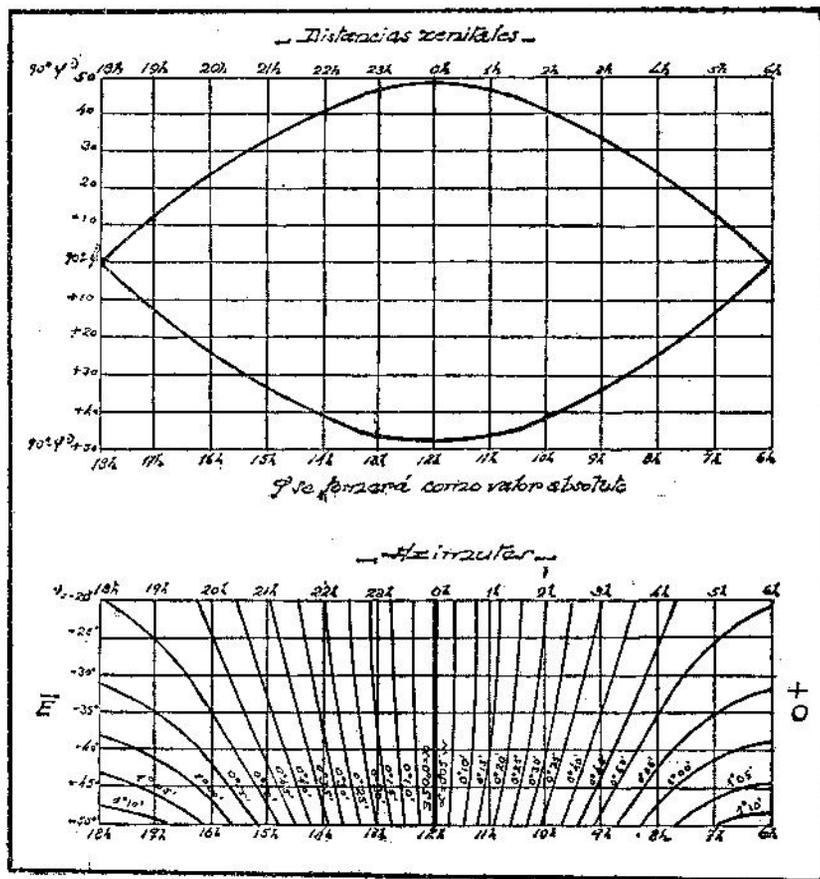
La mira que posee nuestro servicio es tipo Bamberg y funciona perfectamente, se verificará que el centro de la lente esté en el centro del pilar mira, accionando convenientemente los tornillos correspondientes.

Será conveniente orientar el instrumento calculando un azimut por altura y top de una estrella conocida.

Todo el instrumental listo y verificado cuidadosamente el nivel de caballete en su sitio se procederá al calaje de la estrella.

Para ello se hará uso de los elementos aproximados que provee el gráfico que ilustra la figura de enfrente:

Diagrama para el cálculo de *6 Observis* —



Entrando con el horario de la estrella = $H_s - \alpha$ encontramos una corrección que se aplica en valor absoluto a la colatitud determinando ese valor la distancia zenital.

Si el horario de la estrella es de 0^h o 12^h su distancia zenital será igual a la colatitud menos o mas la distancia polar y si dicho horario es igual a 12^h o 18^h entonces la distancia zenital tendrá un valor igual a la colatitud.

El azimut aproximado se encuentra entrando en el gráfico con la latitud y el horario, son correcciones que debemos hacer en el

limbo horizontal a la graduación que indique el meridiano, positivas cuando la estrella está al oeste y negativa cuando está al Este.

Hecho el calaje de la estrella estamos en condiciones de trabajar.

Se procederá a efectuar una serie de operaciones que respondan al siguiente plan.

- | | |
|---|--------------------------------------|
| a | 1.— Bisección de la mira |
| | 2.— Lectura del nivel de caballete. |
| | 3.— Inversión » » » » |
| | 4.— Lectura del círculo horizontal. |
| | 5.— Lectura del nivel de caballete. |
| b | 6.— Calaje de σ de Octantis. |
| | 7.— Bisección de la estrella y top. |
| | 8.— Lectura del nivel de caballete. |
| | 9.— Inversión del nivel. |
| | 10.— Lectura del círculo horizontal. |
| | 11.— Lectura del nivel de caballete. |
| c | 12.— Bisección de la mira. |
| | 13.— Lectura del nivel de caballete. |
| | 14.— Inversión » » » » |
| | 15.— Lectura del círculo horizontal. |
| | 16.— Lectura del nivel de caballete. |

Terminada la serie se invertirá el anteojo y se volverá a repetir. Ese trabajo se volverá a hacer en diferentes posiciones del círculo horizontal.

De manera pues que, recapitulando, destacaremos los buenos resultados de este método diciendo: 1.º Que no exige preparación previa de programa y que solo nos interesa que el cielo esté despejado en el sitio del polo elevado; 2.º para las observaciones cuando la estrella esté elongando no se necesita mayor precisión en la hora, en cambio si observamos en las culminaciones cuidaremos este detalle; 3.º Se elimina el error de colimación y se corrige el de excentricidad, 4.º haciendo observaciones de series en distintas posiciones del limbo horizontal, corregimos el error de graduación.

Planilla de cálculo

Haciendo las observaciones indicadas en la planilla N.º 1 tendremos listos los datos para el cálculo. En la planilla N.º 2, se indican 1.º cálculo de los horarios σ Octantis; 2.º azimuths de σ Octantis; 3.º: cálculo del azimut de la dirección considerada, cuya expresión es como sigue:

$$Az = A_* + \text{Lect. mira} + I \cot Z - \text{Lect. } \sigma \text{ Octantis} + i \cot z + 0''32.$$

Como vemos las lecturas de la mira y de la estrella están corregidas por la inclinación del eje horizontal acusada por el nivel de caballete, por cuanto durante la observación es imposible tener centrado a éste. La expresión de la corrección por inclinación suponiendo calculado el valor de una graduación del nivel es:

$$\text{corrección} = + i'' \cot z$$

que sumaremos algébricamente a las lecturas hechas en un limbo horizontal cuya graduación crezca en el sentido de las agujas de un reloj.

Recordemos que al trabajar con sigma Octantis esta estrella está casi en el meridiano debiendo apuntar el anteojo al sud, luego el nivel de caballete estará en la línea este - oeste aproximadamente. En esta forma es fácil determinar el signo de la corrección, dando el signo + a las lecturas de nivel cuyo cero mire al Este y el signo - a las lecturas de nivel cuyo cero mire al oeste. Ejemplo:

Anteojo apuntando al Sud.
Círculo vertical hacia el oeste.
Cero del nivel de caballete **hacia el oeste.**

Lecturas del nivel:

— 16.0 — 36.8

Inversión del nivel, entonces:

Cero del nivel hacia el Este.

Lecturas:

+ 42.3 + 21.5

Ordenando las lecturas tendremos :
el valor de la inclinación en partes de nivel y el signo de la corrección :

$$\begin{array}{r}
 + 42.0 \\
 + 21.5 \\
 \hline
 + 63.8
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 - 16.0 \\
 - 36.8 \\
 \hline
 - 52.8
 \end{array}
 \quad
 \Delta = + 11.0 \quad i = \frac{\Delta}{4} = + 2.75^p$$

En conclusión : en las distintas posiciones conjugadas que damos al teodolito y en las inversiones del nivel, fijarse hácia que punto mira el cero del nivel a fin de no equivocarse en el signo a dar a las lecturas.

El valor de la inclinación en partes de nivel multiplicada por el valor en segundos de arco de esta graduación y por la cotangente de sigma Octantis dará finalmente la corrección.

Como la mira generalmente está colocada en el horizonte el valor de la corrección por inclinación $I'' \cot Z$ a las lecturas del limbo horizontal de aquélla es igual a cero.

Estando el observador animado del movimiento de la tierra, se desplaza la posición real de la estrella ; tendremos que hacer entonces una corrección por aberración diurna :

$$\text{correc. aberr.} = 0.'' 32 \frac{\cos A \cos \varphi}{\cos h}$$

para la circumpolar sigma Octantis el factor $\frac{\cos A \cos \varphi}{\cos h}$ es casi igual a uno ; luego la corrección es de 0.'' 32 a sumar al azimut calculado si lo contamos en el sentido de las agujas de un reloj.

Adjuntamos la marcha de los cálculos con un ejemplo.

Cálculo del Azimut por observaciones de σ Octantis

Punta del Este (pilar) $\varphi = - 34^{\circ} 58' 12'' .198$
 $\lambda = + 3^h 39^m 49^s .9$

Planilla N.º 1

Calaje σ Octantis	$Z = 55^{\circ} 46'$	$Z = 55^{\circ} 44'$	Referencias
Bisección y top	$A = S 0^{\circ} 25' E$	$A = S 0^{\circ} 30' E$	Cielo despejado
Lectura nivel	$9^h 38^m 20^s .5$	$10^h 01^m 59^s .5$	Barómetro = 764.7^m
Inversión »	- 34.8 - 16.7	+ 09.8 + 28.0	Termómetro = $19^{\circ} .2$
	P		Humedad)
	23.0	20.3	relativa) 70.
Lectura limbo horiz.	$179^{\circ} 35'$	$179^{\circ} 35'$	Viento SE. suave
	22.7	20.2	cot $z = 0.683$
	22.9	20.3	1 parte nivel)
	22.7	20.1	de caballete) $1'' .24$.
	<u>91.3</u>	<u>80.9</u>	
Lectura nivel	+ 09.2 + 27.3	- 34.2 - 16.0	
Bisección de la mira			
Lectura nivel	+ 07.0 + 25.0	- 37.0 - 19.0	
Inv. »			
	P		
	14.8	14.6	
Lectura limbo horiz.	$131^{\circ} 26'$	$131^{\circ} 26'$	
	14.9	15.0	
	14.7	14.7	
	14.8	15.1	
	<u>59.2</u>	<u>59.4</u>	
Lectura nivel	- 18.0 - 36.2	+ 06.8 + 25.0	
Inversión Anteojo			
Bisección de la mira			
Lectura nivel	+ 14.0 + 32.3	- 29.0 - 11.0	
Inv. »			
	33.7	32.8	
Lectura limbo horiz.	$131^{\circ} 26'$	$131^{\circ} 26'$	
	32.7	33.7	
	33.3	32.8	
	33.3	33.8	
	<u>133.0</u>	<u>133.1</u>	
Lectura nivel	- 32.3 - 14.0	+ 15.0 + 33.0	
Calaje σ Octantis	$Z = 55^{\circ} 44'$	$Z = 55^{\circ} 40'$	
Bisección y top	$A = S 0^{\circ} 29' E$	$A = S 0^{\circ} 34' E$	
Lectura nivel	$9^h 56^m 32^s .5$	$10^h 22^m 20^s .0$	
Inv. »	- 32.0 - 13.9	+ 13.4 + 31.5	
	P		
	25.5	27.3	
Lectura limbo horiz.	$179^{\circ} 31'$	$179^{\circ} 25'$	
	24.3	29.0	
	25.5	27.2	
	24.2	29.1	
	<u>99.5</u>	<u>112.6</u>	
Lectura nivel	+ 15.0 + 33.0	- 29.0 - 11.0	

Planilla N.º 2

Cálculo de los horarios de σ Octantis

T_c	9 ^h 38 20.5	9 ^h 56 ^m 32 ^s .5	10 ^h 01 ^m 53 ^s .5	10 ^h 22 ^m 20 ^s .0
E	2 34 42.5	3 34 42.5	3 34 42.5	3 34 42.5
$T.S.G$	13 13 03.0	13 31 15.0	13 36 42.0	13 57 02.5
λ	3 39 49.9	3 39 49.9	3 39 49.5	3 39 49.9
$T.S.L.$	9 33 13.1	9 51 25.1	9 56 52.1	10 17 12.6
α	19 51 13.5	19 51 12.6	19 51 13.5	19 51 13.5
t	13 41 59.6	14 00 11.6	14 05 38.6	14 25 59.1

CÁLCULO DEL HORIZONTE PILLAR-MIRH

FEBRERO 14 DE 1933

CÍRCULO σ

PILLAR PUNTA DEL ESTE

T S. L.	L	$L_{\text{correc. } L}$											
9 33 13.1	13 41 59.6	9.6335379	9.9534923	9.9526746	9.9526746	9.9526746	9.9526746	9.9526746	9.9526746	9.9526746	9.9526746	9.9526746	9.9526746
9 51 25.1	14 00 11.6	9.6996040	9.9373289	7.9344392	7.9344392	7.9344392	7.9344392	7.9344392	7.9344392	7.9344392	7.9344392	7.9344392	7.9344392
9 56 52.1	14 05 38.6	9.7769802	9.9377893	7.9283026	7.9283026	7.9283026	7.9283026	7.9283026	7.9283026	7.9283026	7.9283026	7.9283026	7.9283026
10 17 12.6	14 25 59.1	9.7743432	9.9051998	7.9023320	7.9023320	7.9023320	7.9023320	7.9023320	7.9023320	7.9023320	7.9023320	7.9023320	7.9023320

$\alpha = 19^{\circ} 51' 13.53''$
 $\delta = -89^{\circ} 11' 50.64''$

A^*	$L_{\text{correc. } L}$												
-0° 25' 20" 288	0" 00	131° 26' 48" 030	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650
-0° 29' 32" 813	0" 00	131° 26' 48" 030	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650
-0° 30' 47" 557	0" 00	131° 26' 48" 030	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650
-0° 35' 09" 394	0" 00	131° 26' 48" 030	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650	179° 35' 45" 650

Capitán de Corbeta
 Bernardo Bianchi
 Jefe de la Sección B.

Resumen Azimut pilar - mira

Fecha	Azimuth	E	E ²
Febrero 14 de 1933	311° 25' 31." 498	0.8530	0.7276
» » » »	32. 929	0.5780	0.3341
» » » »	32. 167	0.1840	0.0338
» » » »	33. 598	1.2470	1.5550
» » » »	31. 276	1.0750	1.1556
» » » »	31. 293	1.0580	1.1194
» » » »	28. 791	3.5600	12.6736
» » » »	28. 776	3.5750	12.7806
» 20 » »	33. 931	1.5800	2.4964
» » » »	29. 627	2.7240	7.4202
» » » »	30. 064	2.2870	5.2304
» » » »	34. 366	2.0150	4.0602
» » » »	34. 359	2.0080	4.0321
» » » »	35. 644	3.2930	10.8438
» » » »	35. 290	2.9390	8.6377
» » » »	34. 006	1.6550	2.7390
$A_z = 311^\circ 25' 32." 351 \pm 0." 562$		$\Sigma E^2 = 75.8395$	

Error medio de un cálculo aislado

$$e = \pm \sqrt{\frac{\Sigma E^2}{n-1}} = \pm 2." 25$$

Error medio de la media aritmética

$$r = \pm \frac{e}{\sqrt{n}} = \pm \sqrt{\frac{\Sigma E^2}{n(n-1)}} = \pm 0." 562$$

Error probable de la media aritmética

$$r_0 = \pm 0.6745 \sqrt{\frac{\Sigma E^2}{n(n-1)}} = \pm 0." 379$$

Error máximo tolerable (Chauvenet)

$$a = 4." 85$$

$$\text{Log } \frac{1}{1-a}$$

Log a											PARTES PROPORCIONALES					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	111	108	105	102	99	
9.00	0.045758	5860	5980	6092	6204	6317	6429	6542	6656	6769						
8.99	0.044600	4769	4878	4987	5096	5205	5315	5425	5536	5647	1	11.1	10.8	10.5	10.2	9.9
88	3594	3697	3803	3909	4016	4122	4239	4337	4444	4552	2	22.2	21.6	21.0	20.4	19.8
97	2549	2652	2755	2858	2962	3066	3171	3275	3380	3485	3	33.3	32.4	31.5	30.6	29.7
96	1532	1633	1733	1834	1936	2037	2139	2241	2343	2446	4	44.4	43.2	42.0	40.8	39.6
95	0.040541	0639	0737	0836	0935	1034	1133	1232	1332	1432	5	55.5	54.0	52.5	51.0	49.5
94	0.039575	9670	9766	9862	9959	0055	0152	0249	0346	0443	6	66.6	64.8	63.0	61.2	59.4
93	8633	8726	8819	8913	9007	9101	9195	9290	9385	9480	7	77.7	75.6	73.5	71.4	69.3
92	7714	7805	7896	7987	8079	8171	8263	8355	8447	8540	8	88.8	86.4	84.0	81.6	79.2
91	6818	6907	6998	7085	7174	7263	7353	7443	7533	7624	9	99.9	97.2	94.5	91.8	89.1
8.90	0.035944	6331	6118	6204	6291	6379	6466	6554	6642	6730		96	93	90	87	84
89	5092	5177	5261	5346	5431	5516	5601	5687	5772	5858	1	9.6	9.3	9.0	8.7	8.4
88	4261	4343	4426	4508	4591	4674	4757	4841	4924	5008	2	19.2	18.6	18.0	17.4	16.8
87	3451	3531	3611	3692	3772	3853	3934	4016	4097	4179	3	28.8	27.9	27.0	26.1	25.2
86	2660	2738	2816	2895	2974	3053	3132	3211	3291	3371	4	38.4	37.2	36.0	34.8	33.6
85	0.031888	1965	2041	2118	2195	2272	2349	2426	2504	2582	5	48.0	46.5	45.0	43.5	42.0
84	1136	1210	1285	1360	1435	1510	1585	1660	1736	1812	6	57.6	55.8	54.0	52.2	50.4
83	0402	0474	0547	0620	0693	0766	0840	0914	0987	1061	7	67.2	65.1	63.0	60.9	58.8
82	0.029645	9756	9827	9898	9970	0041	0113	0185	0257	0329	8	76.8	74.4	72.0	69.6	67.2
81	8987	9056	9125	9194	9264	9334	9404	9474	9544	9615	9	86.4	83.7	81.0	78.3	75.6
8.80	0.028305	8372	8440	8508	8576	8644	8712	8780	8849	8918		81	78	75	72	69
79	7640	7705	7771	7838	7904	7970	8037	8103	8170	8237	1	8.1	7.8	7.5	7.2	6.9
78	6990	7055	7119	7183	7248	7313	7378	7443	7509	7574	2	16.2	15.6	15.0	14.4	13.8
77	6357	6420	6483	6546	6608	6672	6735	6799	6862	6926	3	24.3	23.4	22.5	21.6	20.7
76	5739	5800	5861	5922	5984	6046	6108	6170	6232	6294	4	32.4	31.2	30.0	28.8	27.6
75	0.025136	5195	5255	5315	5375	5435	5495	5556	5617	5678	5	40.5	39.0	37.5	36.0	34.5
74	4547	4605	4664	4722	4781	4840	4899	4958	5017	5076	6	48.6	46.8	45.0	43.2	41.4
73	3973	4029	4086	4143	4201	4258	4316	4373	4431	4489	7	56.7	54.6	52.5	50.4	48.3
72	3412	3467	3523	3579	3635	3691	3747	3803	3859	3916	8	64.8	62.4	60.0	57.6	55.2
71	2865	2919	2973	3027	3082	3137	3191	3246	3301	3357	9	72.9	70.2	67.5	64.8	62.1
8.70	0.022331	2383	2436	2489	2543	2596	2649	2703	2757	2811		66	63	60	57	55
69	1809	1861	1913	1964	2016	2068	2121	2173	2225	2278	1	6.6	6.3	6.0	5.7	5.5
68	1301	1351	1401	1452	1503	1553	1604	1655	1707	1758	2	13.2	12.6	12.0	11.4	11.0
67	0804	0853	0902	0952	1001	1051	1100	1150	1200	1250	3	19.8	18.9	18.0	17.1	16.5
66	0319	0367	0415	0463	0512	0560	0609	0657	0706	0755	4	26.4	25.2	24.0	22.8	22.0
65	0.019846	9893	9940	9987	0034	0081	0128	0176	0223	0271	5	33.0	31.5	30.0	28.5	27.5
64	9384	9430	9475	9521	9567	9613	9660	9706	9752	0799	6	39.6	37.8	36.0	34.2	33.0
63	8933	8978	9022	9067	9112	9157	9202	9247	9293	9338	7	46.2	44.1	42.0	39.9	38.5
62	8493	8536	8580	8624	8667	8711	8755	8800	8844	8888	8	52.8	50.4	48.0	45.6	44.0
61	8063	8105	8148	8191	8233	8276	8319	8363	8406	8449	9	59.4	56.7	54.0	51.3	49.5
8.60	0.017043	7685	7726	7768	7810	7852	7894	7936	7978	8020		53	51	49	47	45
59	7233	7274	7315	7355	7396	7437	7478	7519	7560	7602	1	5.3	5.1	4.9	4.7	4.5
58	6833	6873	6913	6952	6992	7032	7072	7112	7153	7193	2	10.6	10.2	9.8	9.4	9.0
57	6443	6482	6520	6559	6598	6637	6676	6715	6755	6794	3	15.9	15.3	14.7	14.1	13.5
56	6062	6099	6137	6175	6213	6251	6289	6328	6366	6404	4	21.2	20.4	19.6	18.8	18.0
55	0.015689	5726	5763	5800	5837	5874	5912	5949	5986	6024	5	26.5	25.5	24.5	23.5	22.5
54	5326	5362	5398	5434	5470	5507	5543	5579	5615	5653	6	31.8	30.6	29.4	28.2	27.0
53	4971	5006	5041	5077	5112	5147	5183	5218	5254	5290	7	37.1	35.7	34.3	32.9	31.5
52	4624	4659	4693	4727	4762	4797	4831	4866	4901	4936	8	42.4	40.8	39.2	37.6	36.0
51	4286	4319	4353	4387	4420	4454	4488	4522	4556	4590	9	47.7	45.9	44.1	42.3	40.5
8.50	0.013855	3938	4021	4054	4087	4120	4153	4186	4219	4253		43	41	39	37	35
											1	4.3	4.1	3.9	3.7	3.5
											2	8.6	8.2	7.8	7.4	7.0
											3	12.9	12.3	11.7	11.1	10.5
											4	17.2	16.4	15.6	14.8	14.0
											5	21.5	20.5	19.5	18.5	17.5
											6	25.8	24.6	23.4	22.2	21.0
											7	30.1	28.7	27.3	25.9	24.5
											8	34.4	32.8	31.2	29.6	28.0
											9	38.7	36.9	35.1	33.3	31.5

$$\text{Log} \frac{1}{1-a}$$

Log a											PARTES PROPORCIONALES						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	34	33	32	31	30		
8.50	0.013955	3988	4021	4054	4087	4120	4153	4186	4219	4252							
49		3633	3665	3697	3729	3761	3793	3825	3858	3890	3923	1	3.4	3.3	3.2	3.1	3.0
48		3318	3349	3380	3411	3443	3474	3506	3537	3569	3601	2	6.8	6.6	6.4	6.2	6.0
47		3010	3040	3071	3101	3132	3163	3194	3225	3256	3287	3	10.2	9.9	9.6	9.3	9.0
46		2709	2739	2769	2799	2829	2859	2889	2919	2949	2979	4	13.6	13.2	12.8	12.4	12.0
45	0.012416	2445	2474	2503	2532	2562	2591	2621	2650	2680		5	17.0	16.5	16.0	15.5	15.0
44		2129	2158	2186	2215	2243	2272	2300	2329	2358	2387	6	20.4	19.8	19.2	18.6	18.0
43		1849	1877	1905	1933	1961	1989	2017	2045	2073	2101	7	23.8	23.1	22.4	21.7	21.0
42		1578	1603	1630	1657	1685	1712	1739	1767	1794	1822	8	27.2	26.4	25.6	24.8	24.0
41		1309	1335	1362	1388	1415	1442	1468	1495	1522	1549	9	30.6	29.7	28.8	27.9	27.0
8.40	0.011048	1674	1700	1726	1752	1778	1804	1830	1856	1883			29	28	27	26	25
39		6794	6819	6844	6869	6895	6920	6946	6971	6997	1023	1	2.9	2.8	2.7	2.6	2.5
38		6545	6570	6594	6619	6644	6669	6694	6718	6743	6769	2	5.8	5.6	5.4	5.2	5.0
37		6302	6326	6350	6374	6399	6423	6447	6472	6496	6520	3	8.7	8.4	8.1	7.8	7.5
36		6065	6088	6112	6135	6159	6183	6207	6230	6254	6278	4	11.6	11.2	10.9	10.4	10.0
35	0.009833	5836	5859	5882	5905	5928	5951	5974	5997	6020	6044	5	14.5	14.0	13.5	13.0	12.5
34		5607	5629	5651	5673	5695	5717	5739	5761	5783	5805	6	17.4	16.8	16.2	15.6	15.0
33		5386	5407	5428	5449	5470	5491	5512	5533	5554	5575	7	20.3	19.6	18.9	18.2	17.5
32		5170	5191	5212	5233	5254	5275	5296	5317	5338	5359	8	23.2	22.4	21.6	20.8	20.0
31		4959	4979	4999	5019	5039	5059	5079	5099	5119	5139	9	26.1	25.2	24.3	23.4	22.5
8.30	0.008753	4753	4773	4793	4813	4833	4853	4873	4893	4913			24	23	22	21	20
29		4552	4572	4592	4612	4632	4652	4672	4692	4712	4732	1	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0
28		4355	4375	4395	4415	4435	4455	4475	4495	4515	4535	2	4.8	4.6	4.4	4.2	4.0
27		4163	4183	4203	4223	4243	4263	4283	4303	4323	4343	3	7.2	6.9	6.6	6.3	6.0
26		3976	3996	4016	4036	4056	4076	4096	4116	4136	4156	4	9.6	9.2	8.8	8.4	8.0
25	0.007792	3794	3814	3834	3854	3874	3894	3914	3934	3954	3974	5	12.0	11.5	11.0	10.5	10.0
24		3617	3637	3657	3677	3697	3717	3737	3757	3777	3797	6	14.4	13.8	13.2	12.6	12.0
23		3445	3465	3485	3505	3525	3545	3565	3585	3605	3625	7	16.8	16.1	15.4	14.7	14.0
22		3278	3298	3318	3338	3358	3378	3398	3418	3438	3458	8	19.2	18.4	17.6	16.8	16.0
21		3116	3136	3156	3176	3196	3216	3236	3256	3276	3296	9	21.6	20.7	19.8	18.9	18.0
8.20	0.006925	2959	2979	2999	3019	3039	3059	3079	3099	3119			19	18	17	16	15
19		2797	2817	2837	2857	2877	2897	2917	2937	2957	2977	1	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5
18		2640	2660	2680	2700	2720	2740	2760	2780	2800	2820	2	3.8	3.6	3.4	3.2	3.0
17		2488	2508	2528	2548	2568	2588	2608	2628	2648	2668	3	5.7	5.4	5.1	4.8	4.5
16		2341	2361	2381	2401	2421	2441	2461	2481	2501	2521	4	7.6	7.2	6.8	6.4	6.0
15	0.006178	2199	2219	2239	2259	2279	2299	2319	2339	2359	2379	5	9.5	9.0	8.5	8.0	7.5
14		2062	2082	2102	2122	2142	2162	2182	2202	2222	2242	6	11.4	10.8	10.2	9.6	9.0
13		1929	1949	1969	1989	2009	2029	2049	2069	2089	2109	7	13.3	12.6	11.9	11.3	10.6
12		1800	1820	1840	1860	1880	1900	1920	1940	1960	1980	8	15.2	14.4	13.6	12.8	12.0
11		1675	1695	1715	1735	1755	1775	1795	1815	1835	1855	9	17.1	16.2	15.3	14.4	13.5
8.10	0.005502	1554	1574	1594	1614	1634	1654	1674	1694	1714			14	13	12	11	10
09		1437	1457	1477	1497	1517	1537	1557	1577	1597	1617	1	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0
08		1324	1344	1364	1384	1404	1424	1444	1464	1484	1504	2	2.8	2.6	2.4	2.2	2.0
07		1215	1235	1255	1275	1295	1315	1335	1355	1375	1395	3	4.2	3.9	3.6	3.3	3.0
06		1110	1130	1150	1170	1190	1210	1230	1250	1270	1290	4	5.6	5.2	4.8	4.4	4.0
05		1009	1029	1049	1069	1089	1109	1129	1149	1169	1189	5	7.0	6.5	6.0	5.5	5.0
04		912	932	952	972	992	1012	1032	1052	1072	1092	6	8.4	7.8	7.2	6.6	6.0
03		819	839	859	879	899	919	939	959	979	999	7	9.8	9.1	8.4	7.7	7.0
02		730	750	770	790	810	830	850	870	890	910	8	11.2	10.4	9.6	8.8	8.0
01		645	665	685	705	725	745	765	785	805	825	9	12.6	11.7	10.8	9.9	9.0
8.00	0.004305	564	584	604	624	644	664	684	704	724							

$$\text{Log } \frac{1}{1-a}$$

Log a	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PARTES PROPORCIONALES		
8.00	0.004305	4375	4385	4395	4405	4416	4426	4436	4446	4457			
7.99	4235	4275	4285	4295	4205	4315	4325	4335	4345	4355			
96	4167	4177	4187	4196	4206	4216	4226	4235	4245	4255			
97	4072	4082	4091	4100	4110	4119	4129	4139	4148	4158			
98	3979	3988	3997	4007	4016	4025	4035	4044	4053	4063			
95	0.003888	3897	3906	3915	3924	3933	3942	3951	3961	3970			
94	3799	3808	3817	3826	3834	3843	3852	3861	3870	3879			
93	3712	3721	3729	3738	3747	3755	3764	3773	3782	3790			
92	3627	3636	3644	3653	3661	3670	3678	3687	3695	3704			
91	3545	3553	3561	3569	3577	3586	3594	3602	3611	3619			
7.90	0.003463	3472	3480	3488	3496	3504	3512	3520	3528	3536			
89	3384	3392	3400	3408	3416	3424	3432	3440	3448	3456			
88	3307	3315	3323	3330	3338	3345	3353	3361	3369	3377			
87	3231	3239	3246	3254	3261	3269	3277	3284	3292	3299			
86	3158	3165	3172	3180	3187	3194	3202	3209	3217	3224			
85	0.003086	3093	3100	3107	3114	3121	3129	3136	3143	3150			
84	3015	3022	3029	3036	3043	3050	3057	3064	3071	3078			
83	2946	2953	2960	2967	2974	2980	2987	2994	3001	3008			
82	2879	2885	2892	2899	2906	2912	2919	2926	2933	2939			
81	2813	2820	2826	2833	2839	2846	2852	2859	2866	2872			
7.80	0.002749	2755	2762	2768	2774	2781	2787	2794	2800	2807			
79	2683	2690	2696	2702	2708	2714	2720	2726	2732	2738			
78	2625	2631	2637	2643	2649	2655	2661	2667	2673	2679			
77	2565	2571	2577	2583	2589	2595	2601	2607	2613	2619			
76	2506	2512	2518	2524	2530	2535	2541	2547	2553	2559			
75	0.002349	2355	2360	2366	2372	2378	2383	2389	2395	2401			
74	2283	2289	2294	2300	2305	2311	2317	2322	2328	2333			
73	2239	2244	2249	2255	2260	2266	2271	2277	2282	2288			
72	2185	2190	2196	2201	2206	2211	2217	2222	2228	2233			
71	2133	2138	2143	2149	2154	2159	2164	2170	2175	2180			
7.70	0.002182	2187	2192	2197	2202	2207	2213	2218	2223	2228			
69	2132	2137	2142	2147	2152	2157	2162	2167	2172	2177			
68	2084	2088	2093	2098	2103	2108	2113	2118	2122	2127			
67	2036	2041	2046	2050	2055	2060	2065	2069	2074	2079			
66	1990	1994	1999	2003	2008	2013	2017	2022	2027	2031			
65	0.001944	1949	1953	1958	1962	1967	1971	1976	1980	1985			
64	1900	1904	1909	1913	1918	1922	1926	1931	1935	1940			
63	1857	1861	1865	1869	1874	1878	1882	1887	1891	1896			
62	1814	1818	1823	1827	1831	1835	1840	1844	1848	1852			
61	1773	1777	1781	1785	1789	1793	1798	1802	1806	1810			
7.60	0.001732	1736	1740	1744	1748	1753	1757	1761	1765	1769			
59	1693	1697	1701	1705	1709	1713	1716	1720	1724	1728			
58	1654	1658	1662	1666	1670	1673	1677	1681	1685	1689			
57	1617	1620	1624	1628	1632	1635	1639	1643	1647	1650			
56	1580	1583	1587	1591	1594	1598	1602	1605	1609	1613			
55	0.001544	1547	1551	1554	1558	1562	1565	1569	1572	1576			
54	1508	1512	1515	1519	1522	1526	1529	1533	1537	1540			
53	1474	1477	1481	1484	1488	1491	1495	1498	1502	1505			
52	1440	1444	1447	1450	1454	1457	1461	1464	1467	1471			
51	1408	1411	1414	1417	1421	1424	1427	1431	1434	1437			
7.50	0.001376	1379	1382	1385	1388	1391	1395	1398	1401	1404			

$$\text{Log } \frac{1}{1-c}$$

Log a	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Partes Proporciones
7.50	0.001276	1379	1382	1385	1388	1391	1395	1398	1401	1404	
49	1344	1347	1350	1353	1357	1360	1363	1366	1369	1372	
48	1314	1317	1320	1323	1326	1329	1332	1335	1338	1341	
47	1284	1287	1290	1292	1295	1298	1301	1304	1307	1311	
46	1254	1257	1260	1263	1266	1269	1272	1275	1278	1281	
45	0.001226	1229	1231	1234	1237	1240	1243	1246	1249	1251	
44	1198	1201	1203	1206	1209	1212	1214	1217	1220	1223	
43	1170	1173	1176	1179	1181	1184	1187	1190	1192	1195	
42	1144	1146	1149	1152	1154	1157	1160	1162	1165	1168	
41	1119	1120	1123	1126	1128	1131	1133	1136	1139	1141	
7.40	0.001092	1095	1097	1100	1102	1105	1107	1110	1113	1115	
39	1067	1070	1072	1075	1077	1080	1082	1085	1087	1090	
38	1043	1045	1048	1050	1053	1055	1058	1060	1062	1065	
37	1019	1022	1024	1026	1029	1031	1033	1036	1038	1041	
36	0.000996	998	1001	1003	1005	1008	1010	1012	1015	1017	
35	0.000973	978	978	980	982	985	987	989	991	994	
34	951	953	956	959	960	962	964	967	969	971	
33	929	932	934	936	938	940	942	945	947	949	
32	908	910	913	915	917	919	921	923	925	927	
31	888	890	892	894	896	898	900	902	904	906	
7.30	0.000867	869	871	873	875	877	879	882	884	886	
29	848	850	852	854	855	857	859	861	863	865	
28	828	830	832	834	836	838	840	842	844	845	
27	809	811	813	815	817	819	821	823	825	826	
26	791	793	795	796	798	800	802	804	806	808	
25	0.000773	775	777	778	780	782	784	786	787	789	
24	755	757	759	761	762	764	766	768	769	771	
23	738	740	742	743	745	747	748	750	752	754	
22	721	723	725	726	728	730	731	733	735	736	
21	705	707	708	710	711	713	715	716	718	720	
7.20	0.000689	690	692	694	695	697	698	700	702	703	
19	673	675	676	678	679	681	683	684	686	687	
18	658	659	661	662	664	665	667	669	670	672	
17	643	644	646	647	649	650	652	653	655	656	
16	628	630	631	633	634	635	637	638	640	641	
15	0.000614	615	617	618	620	621	622	624	625	627	
14	600	601	603	604	605	607	608	610	611	612	
13	586	588	589	590	592	593	594	596	597	599	
12	573	574	576	577	578	580	581	582	584	585	
11	560	561	562	564	565	566	568	569	570	572	
7.10	0.000547	548	550	551	552	553	555	556	557	559	
09	535	536	537	538	540	541	542	543	545	546	
08	522	524	525	526	527	529	530	531	532	533	
07	511	512	513	514	515	516	518	519	520	521	
06	499	500	501	502	504	505	506	507	508	509	
05	0.000488	489	490	491	492	493	494	495	497	498	
04	476	478	479	480	481	482	483	484	485	486	
03	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	
02	455	456	457	458	459	460	461	462	463	465	
01	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	
0.00	0.000435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	

	4	3
1	0.4	0.3
2	0.8	0.6
3	1.2	0.9
4	1.6	1.2
5	2.0	1.5
6	2.4	1.8
7	2.8	2.1
8	3.2	2.4
9	3.6	2.7

	2	1
1	0.2	0.1
2	0.4	0.2
3	0.6	0.3
4	0.8	0.4
5	1.0	0.5
6	1.2	0.6
7	1.4	0.7
8	1.6	0.8
9	1.8	0.9

4

$$\text{Log } \frac{1}{1-a}$$

Log a										PARTES PROPORCIONALES		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	9
7.00	0.000435	436	437	438	439	440	441	442	443	444		
6.9	345	353	361	370	378	387	396	405	415	425	1	1.0
8	274	280	287	294	301	308	315	322	330	337	2	2.0
7	218	223	228	233	239	244	250	256	262	268	3	3.0
6	173	177	181	185	190	194	199	203	208	213	4	4.0
5	0.000137	141	144	147	151	154	158	161	165	169	5	5.0
4	109	112	114	117	120	122	125	128	131	134	6	6.0
3	87	89	91	93	95	97	100	102	104	107	7	7.0
2	69	70	72	74	75	77	79	81	83	85	8	8.0
1	55	56	57	59	60	61	63	64	66	67	9	9.0
0.0	0.000043	44	45	47	48	49	50	51	52	53		
5.9	34	35	36	37	38	39	40	41	41	42	1	0.8
8	27	28	29	29	30	31	31	32	33	34	2	1.6
7	22	22	23	23	24	24	25	26	26	27	3	2.4
6	17	18	18	19	19	19	20	20	21	21	4	3.2
5	0.000014	14	14	15	15	15	16	16	17	17	5	4.0
4	11	11	11	12	12	12	13	13	13	13	6	4.8
3	9	9	9	9	10	10	10	10	10	11	7	5.6
2	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	6.4
1	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	9	7.2
5.0	0.000004	4	5	5	5	5	5	5	5	5		
4	0.000003	1	1	1	1	1	2	2	3	3		
4 n	1.000000	9999	9999	9999	9999	9999	9998	9998	9997	9997	1	0.6
5.0 n	0.999996	96	95	95	95	95	95	95	95	95	2	1.2
1 n	95	94	94	94	94	94	94	94	93	93	3	1.8
2 n	93	93	93	93	92	92	92	92	92	92	4	2.4
3 n	91	91	91	91	90	90	90	90	90	89	5	3.0
4 n	89	89	89	88	88	88	87	87	87	87	6	3.6
5 n	0.999989	86	86	85	85	85	84	84	83	83	7	4.2
6 n	83	82	82	81	81	81	80	80	79	79	8	4.8
7 n	78	78	77	77	76	76	75	74	74	73	9	5.4
8 n	73	72	71	71	70	69	68	67	67	66		
9 n	66	65	64	63	62	61	60	59	58	58		
6.0 n	0.999957	56	55	53	52	51	50	49	48	47	1	0.4
1 n	45	44	43	41	40	39	37	36	34	33	2	0.8
2 n	31	30	28	26	25	23	21	19	17	15	3	1.2
3 n	13	11	09	07	05	03	01	898	898	893	4	1.6
4 n	0.999831	868	866	863	860	858	855	852	850	850	5	2.0
5 n	0.999666	850	856	853	849	846	842	839	835	831	6	2.4
6 n	827	823	819	815	810	806	802	797	792	787	7	2.8
7 n	782	777	772	767	761	756	750	744	738	732	8	3.2
8 n	726	720	713	706	700	693	685	678	671	663	9	3.6
9 n	653	647	639	631	622	613	604	595	585	576		
7.00 n	0.999566	565	564	563	562	561	560	559	558	557	1	0.2
											2	0.4
											3	0.6
											4	0.8
											5	1.0
											6	1.2
											7	1.4
											8	1.6
											9	1.8

$$\text{Log } \frac{1}{1-a}$$

Log a	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PARTES PROPORCIONALES	
7.00 n	0.999566	565	564	563	562	561	560	559	558	557		
01 n	556	555	554	553	552	551	550	549	548	547		
02 n	545	544	543	542	541	540	539	538	537	536		
03 n	535	534	533	532	531	530	528	527	526	525		
04 n	524	523	522	521	520	519	517	516	515	514		
05 n	0.999513	512	511	510	508	507	506	505	504	503		
06 n	502	501	499	498	497	496	495	494	492	491		
07 n	490	489	488	487	485	484	483	482	481	479		
08 n	478	477	476	475	473	472	471	470	469	467		
09 n	466	465	464	462	461	460	459	457	456	455		
7.10 n	0.999454	452	451	450	449	447	446	445	443	442		
11 n	441	440	438	437	436	434	433	432	430	429		
12 n	428	427	425	424	423	421	420	419	417	416		
13 n	415	413	412	410	409	408	406	405	404	402		
14 n	401	400	398	397	395	394	393	391	390	388		
15 n	0.999387	386	384	383	381	380	378	377	376	374		
16 n	373	371	370	368	367	365	364	363	361	360		
17 n	358	357	355	354	352	351	349	348	346	345		
18 n	343	342	340	339	337	336	334	333	331	329		
19 n	328	326	325	323	322	320	319	317	315	314		
7.20 n	0.999312	311	309	307	306	304	303	301	280	298		
21 n	296	295	293	291	290	288	286	285	283	282		
22 n	280	278	277	275	273	272	270	268	266	265		
23 n	263	261	259	258	256	255	253	251	249	247		
24 n	246	244	242	241	239	237	235	234	232	230		
25 n	0.999228	227	225	223	221	219	218	216	214	212		
26 n	210	209	207	205	203	201	199	198	196	194		
27 n	192	190	188	186	185	183	181	179	177	175		
28 n	173	171	169	168	166	164	162	160	158	156		
29 n	154	152	150	148	146	144	142	140	138	136		
7.30 n	0.999134	132	130	128	126	124	122	120	118	116		
31 n	114	112	110	108	106	104	102	100	998	996		
32 n	994	991	989	987	985	983	981	979	977	975		
33 n	972	970	968	966	964	962	960	957	955	953		
34 n	951	949	947	944	942	940	938	936	933	931		
35 n	0.999029	927	924	922	920	918	915	913	911	909		
36 n	906	904	902	899	897	895	892	890	888	885		
37 n	0.99893	881	878	876	874	871	869	867	864	862		
38 n	859	857	855	852	850	847	845	843	840	838		
39 n	835	833	830	828	825	823	820	818	815	813		
7.40 n	0.998810	808	805	803	800	808	805	803	800	808		
41 n	885	883	880	877	875	872	870	867	864	862		
42 n	859	857	854	851	849	846	843	841	838	835		
43 n	833	830	827	825	822	819	816	814	811	808		
44 n	805	803	800	797	794	792	789	786	783	781		
45 n	0.998778	875	872	870	866	864	861	858	855	852		
46 n	849	846	844	841	838	835	832	829	826	823		
47 n	820	817	814	811	808	805	802	800	806	803		
48 n	800	797	794	791	788	785	782	800	806	803		
49 n	800	805	804	801	808	804	801	808	803	800		
7.50 n	0.998629	802	802	809	806	803	800	807	803	800		

	1	2
1	0.1	0.2
2	0.2	0.4
3	0.3	0.6
4	0.4	0.8
5	0.5	1.0
6	0.6	1.2
7	0.7	1.4
8	0.8	1.6
9	0.9	1.8

	3	4
1	0.3	0.4
2	0.6	0.8
3	0.9	1.2
4	1.2	1.6
5	1.5	2.0
6	1.8	2.4
7	2.1	2.8
8	2.4	3.2
9	2.7	3.6

Log $\frac{1}{1-a}$

Log a	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>PARTES PROPORCIONALES</i>					
7.50 n	0.998629	8626	8622	8610	8616	8613	8610	8607	8603	8600						
51 n	8597	8594	8590	8587	8584	8581	8577	8574	8571	8568						
52 n	8564	8561	8558	8554	8551	8548	8544	8541	8538	8534						
53 n	8531	8528	8524	8521	8517	8514	8511	8507	8504	8500						
54 n	8497	8493	8490	8486	8483	8479	8476	8472	8469	8465						
55 n	0.998462	8458	8455	8451	8448	8444	8440	8437	8433	8430						
56 n	8426	8422	8419	8415	8411	8408	8404	8400	8397	8393						
57 n	8389	8386	8382	8378	8375	8371	8367	8363	8360	8356						
58 n	8352	8348	8344	8341	8337	8333	8329	8325	8321	8318						
59 n	8314	8310	8306	8302	8298	8294	8290	8286	8282	8278						
7.60 n	0.998374	8271	8267	8263	8259	8255	8251	8246	8242	8238						
61 n	8234	8230	8226	8222	8218	8214	8210	8206	8202	8197						
62 n	8193	8189	8185	8181	8177	8172	8168	8164	8160	8156						
63 n	8151	8147	8143	8139	8134	8130	8126	8121	8117	8113						
64 n	8108	8104	8100	8095	8091	8087	8082	8078	8073	8069						
65 n	0.998064	8060	8055	8051	8047	8042	8038	8033	8028	8024						
66 n	8019	8015	8010	8006	8001	7997	7992	7987	7983	7978						
67 n	7973	7969	7964	7959	7955	7950	7945	7941	7936	7931						
68 n	7926	7922	7917	7912	7907	7902	7898	7893	7888	7883						
69 n	7878	7873	7868	7863	7859	7854	7849	7844	7839	7834						
7.90 n	0.997820	7824	7819	7814	7809	7804	7799	7794	7789	7783						
71 n	7778	7773	7768	7763	7758	7753	7748	7742	7737	7732						
72 n	7727	7722	7716	7711	7706	7700	7695	7690	7685	7679						
73 n	7674	7669	7663	7658	7652	7647	7642	7636	7631	7625						
74 n	7620	7614	7609	7603	7598	7592	7587	7581	7576	7570						
75 n	0.997565	7559	7553	7548	7542	7536	7531	7525	7519	7514						
76 n	7508	7502	7497	7491	7485	7479	7473	7468	7462	7456						
77 n	7450	7444	7438	7433	7427	7421	7415	7409	7403	7397						
78 n	7391	7385	7379	7373	7367	7361	7355	7349	7343	7337						
79 n	7330	7324	7318	7312	7306	7300	7293	7287	7281	7275						
8.10 n	0.997268	7262	7256	7250	7244	7237	7231	7224	7218	7211						
81 n	7205	7199	7192	7186	7179	7173	7166	7160	7153	7147						
82 n	7140	7134	7127	7120	7114	7107	7100	7094	7087	7080						
83 n	7074	7067	7060	7053	7047	7040	7033	7026	7019	7013						
84 n	7006	6999	6992	6985	6978	6971	6964	6957	6950	6943						
85 n	0.996936	6929	6922	6915	6908	6901	6894	6887	6880	6872						
86 n	6865	6858	6851	6844	6836	6829	6822	6814	6807	6800						
87 n	6792	6785	6778	6770	6763	6755	6748	6740	6733	6725						
88 n	6718	6710	6703	6695	6688	6680	6672	6665	6657	6650						
89 n	6642	6634	6626	6619	6611	6603	6595	6587	6580	6572						
8.30 n	0.996564	6556	6548	6540	6532	6524	6516	6508	6500	6492						
91 n	6484	6476	6468	6460	6452	6444	6435	6427	6419	6411						
92 n	6403	6394	6386	6378	6369	6361	6353	6344	6336	6328						
93 n	6310	6301	6293	6284	6276	6267	6258	6250	6241	6232						
94 n	6224	6215	6207	6198	6190	6181	6172	6163	6154	6145						
95 n	0.996146	6138	6129	6120	6111	6102	6093	6084	6075	6066						
96 n	6057	6048	6039	6030	6021	6012	6003	5993	5984	5975						
97 n	5966	5956	5947	5938	5929	5919	5910	5900	5891	5882						
98 n	5872	5863	5853	5844	5834	5825	5815	5805	5796	5786						
99 n	5772	5762	5752	5742	5733	5723	5713	5703	5693	5684						
8.50 n	0.995709	5660	5650	5640	5630	5620	5610	5600	5590	5580						

	4	5
1	0.4	0.5
2	0.8	1.0
3	1.2	1.5
4	1.6	2.0
5	2.0	2.5
6	2.4	3.0
7	2.8	3.5
8	3.2	4.0
9	3.6	4.5

	6	7
1	0.6	0.7
2	1.2	1.4
3	1.8	2.1
4	2.4	2.8
5	3.0	3.5
6	3.6	4.2
7	4.2	4.9
8	4.8	5.6
9	5.4	6.3

	8	9
1	0.8	0.9
2	1.6	1.8
3	2.4	2.7
4	3.2	3.6
5	4.0	4.5
6	4.8	5.4
7	5.6	6.3
8	6.4	7.2
9	7.2	8.1

	10	11
1	1.0	1.1
2	2.0	2.2
3	3.0	3.3
4	4.0	4.4
5	5.0	5.5
6	6.0	6.6
7	7.0	7.7
8	8.0	8.8
9	9.0	9.9

$$\text{Log } \frac{1}{1-a}$$

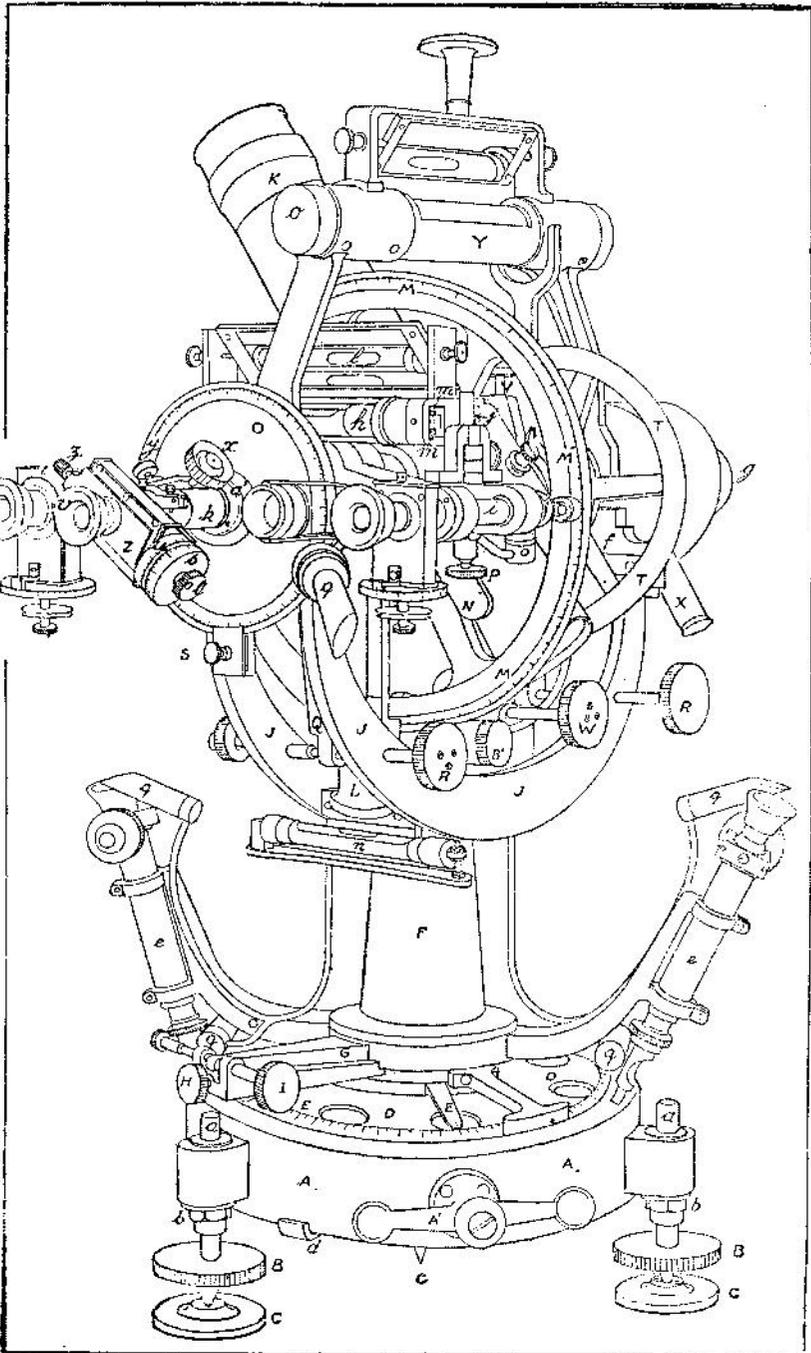
Log a											PARTES PRO PORCIONALES				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8.00 n	0.995670	5669	5639	5640	5639	5629	5619	5609	5699	5589					
01 n	5578	5468	5458	5448	5438	5428	5418	5408	5398	5388					
02 n	5476	5466	5456	5446	5436	5426	5416	5406	5396	5386					
03 n	5374	5364	5354	5344	5334	5324	5314	5304	5294	5284					
04 n	5294	5284	5274	5264	5254	5244	5234	5224	5214	5204					
05 n	9.995154	5143	5132	5131	5110	5098	5087	5076	5065	5053					
06 n	5042	5031	5019	5008	4996	4985	4973	4962	4950	4939					
07 n	4927	4916	4904	4892	4881	4869	4857	4845	4833	4822					
08 n	4810	4798	4786	4774	4762	4750	4738	4726	4714	4702					
09 n	4680	4677	4665	4653	4641	4629	4616	4604	4591	4579					
8.10 n	9.994567	4554	4542	4529	4517	4504	4492	4479	4466	4454					
11 n	4441	4428	4415	4403	4390	4377	4364	4351	4338	4325					
12 n	4312	4299	4286	4273	4260	4247	4234	4220	4207	4194					
13 n	4181	4167	4154	4141	4127	4114	4100	4087	4073	4060					
14 n	4042	4032	4019	4005	3991	3978	3964	3950	3936	3922					
15 n	9.993908	3894	3880	3865	3852	3838	3824	3810	3796	3782					
16 n	3767	3753	3739	3725	3710	3696	3681	3667	3652	3638					
17 n	3624	3609	3594	3579	3565	3550	3535	3521	3506	3491					
18 n	3478	3461	3446	3431	3416	3401	3386	3371	3356	3340					
19 n	3325	3309	3295	3279	3265	3248	3233	3218	3202	3186					
8.20 n	9.993171	3185	3140	3124	3103	3092	3077	3061	3045	3029					
21 n	3013	2997	2981	2965	2949	2933	2917	2900	2884	2868					
22 n	2852	2835	2819	2803	2786	2770	2753	2736	2720	2703					
23 n	2687	2670	2653	2636	2619	2603	2585	2569	2552	2535					
24 n	2518	2501	2483	2466	2449	2432	2414	2397	2380	2362					
25 n	9.992345	2327	2310	2292	2275	2257	2239	2222	2204	2186					
26 n	2168	2150	2132	2114	2095	2077	2059	2042	2024	2006					
27 n	1987	1969	1951	1932	1914	1895	1877	1858	1840	1821					
28 n	1803	1784	1765	1745	1727	1709	1690	1671	1652	1633					
29 n	1614	1594	1575	1555	1535	1517	1498	1478	1459	1440					
8.30 n	9.991420	1400	1381	1361	1341	1322	1302	1282	1263	1242					
31 n	1222	1202	1182	1162	1142	1122	1101	1081	1061	1040					
32 n	1020	999	979	958	938	917	896	875	854	834					
33 n	813	792	771	750	729	708	686	665	644	623					
34 n	601	580	559	537	515	493	472	450	428	406					
35 n	9.990885	0363	0341	0319	0297	0274	0252	0230	0208	0186					
36 n	0163	0141	0119	0096	0073	0051	0028	0005	9982	9960					
37 n	9.989937	9914	9891	9868	9845	9821	9798	9775	9752	9729					
38 n	9705	9682	9658	9634	9611	9587	9563	9540	9516	9492					
39 n	9468	9444	9420	9396	9372	9348	9323	9299	9275	9250					
8.40 n	9.989226	9201	9177	9152	9127	9103	9078	9053	9028	9003					
41 n	8978	8953	8928	8903	8877	8852	8827	8801	8776	8750					
42 n	8725	8699	8673	8647	8622	8596	8570	8544	8518	8492					
43 n	8465	8439	8413	8388	8360	8334	8307	8280	8254	8227					
44 n	8200	8173	8147	8120	8093	8066	8038	8011	7984	7957					
45 n	9.987029	7902	7874	7847	7819	7791	7764	7736	7708	7680					
46 n	7652	7624	7596	7568	7539	7511	7483	7454	7426	7397					
47 n	7369	7340	7311	7282	7253	7224	7195	7166	7137	7108					
48 n	7079	7049	7020	6990	6961	6931	6902	6872	6842	6812					
49 n	6782	6752	6722	6692	6662	6631	6601	6571	6540	6510					
8.50 n	9.986470	6448	6418	6387	6356	6325	6294	6263	6232	6200					

PARTES PRO PORCIONALES

	10	11	12	13	14
1	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4
2	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8
3	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2
4	4.0	4.4	4.8	5.2	5.6
5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
6	6.0	6.6	7.2	7.8	8.4
7	7.0	7.7	8.4	9.1	9.8
8	8.0	8.8	9.6	10.4	11.2
9	9.0	9.9	10.8	11.7	12.6
	15	16	17	18	19
1	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
2	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8
3	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7
4	6.0	6.4	6.8	7.2	7.6
5	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
6	9.0	9.6	10.2	10.8	11.4
7	10.5	11.2	12.0	12.6	13.3
8	12.0	12.8	13.6	14.4	15.2
9	13.5	14.4	15.3	16.2	17.1
	20	21	22	23	24
1	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4
2	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8
3	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2
4	8.0	8.4	8.8	9.2	9.6
5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0
6	12.0	12.6	13.2	13.8	14.4
7	14.0	14.7	15.4	16.1	16.8
8	16.0	16.8	17.6	18.4	19.2
9	18.0	18.9	19.8	20.7	21.6
	25	26	27	28	29
1	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9
2	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8
3	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7
4	10.0	10.4	10.8	11.2	11.6
5	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5
6	15.0	15.6	16.2	16.8	17.4
7	17.5	18.2	18.9	19.6	20.3
8	20.0	20.8	21.6	22.4	23.2
9	22.5	23.4	24.3	25.2	26.1
	30	31	32		
1	3.0	3.1	3.2		
2	6.0	6.2	6.4		
3	9.0	9.3	9.6		
4	12.0	12.4	12.8		
5	15.0	15.5	16.0		
6	18.0	18.6	19.2		
7	21.0	21.7	22.4		
8	24.0	24.8	25.6		
9	27.0	27.9	28.8		

$$\text{Log } \frac{1}{1-a}$$

Log a	PARTES PROPORCIONALES															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9						
8.50 n	9.968470	6448	6418	6387	6356	6325	6294	6263	6232	6200	32	34	36	38	40	
51 n	6169	6138	6106	6075	6043	6011	5980	5948	5916	5884	1	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0
52 n	5852	5820	5788	5756	5723	5691	5659	5626	5593	5561	2	6.4	6.8	7.2	7.6	8.0
53 n	5528	5495	5462	5429	5396	5363	5330	5297	5263	5230	3	9.6	10.2	10.8	11.4	12.0
54 n	5197	5163	5129	5096	5062	5028	4994	4960	4926	4892	4	12.8	13.6	14.4	15.2	16.0
55 n	9.984658	4823	4789	4755	4720	4685	4651	4616	4581	4546	5	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0
56 n	4511	4476	4441	4406	4370	4335	4300	4264	4228	4193	6	19.2	20.1	21.0	22.8	24.0
57 n	4157	4121	4085	4049	4013	3977	3941	3904	3868	3831	7	22.4	23.8	25.2	26.6	28.0
58 n	3795	3758	3721	3684	3648	3611	3573	3536	3499	3462	8	25.6	27.2	28.8	30.4	32.0
59 n	3424	3387	3349	3312	3274	3236	3198	3160	3122	3084	9	28.8	30.6	32.4	34.2	36.0
8.60 n	0.983046	3007	2969	2930	2892	2853	2814	2776	2737	2698	42	44	46	48	50	
61 n	2658	2619	2580	2541	2501	2462	2422	2382	2343	2303	1	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0
62 n	2263	2223	2183	2142	2102	2062	2021	1981	1940	1899	2	8.4	8.8	9.2	9.6	10.0
63 n	1858	1817	1776	1735	1694	1653	1611	1570	1528	1486	3	12.6	13.2	13.8	14.4	15.0
64 n	1444	1403	1361	1319	1276	1234	1192	1149	1107	1064	4	16.8	17.6	18.4	19.2	20.0
65 n	0.981022	0979	0936	0893	0850	0807	0763	0720	0677	0633	5	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0
66 n	0589	0546	0502	0458	0414	0370	0325	0281	0237	0192	6	25.2	26.4	27.6	28.8	30.0
67 n	0147	0103	0058	0013	0068	0023	0078	0032	0087	0041	7	29.4	30.8	32.2	33.6	35.0
68 n	0.979895	0650	0604	0558	0512	0466	0420	0373	0327	0280	8	33.6	35.2	36.8	38.4	40.0
69 n	9234	9187	9140	9093	9046	8999	8952	8904	8857	8809	9	37.8	39.6	41.4	43.2	45.0
8.70 n	0.978762	8714	8666	8618	8570	8522	8473	8425	8376	8328	52	54	56	58	60	
71 n	8279	8230	8181	8132	8083	8034	7985	7935	7885	7835	1	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0
72 n	7786	7736	7686	7636	7586	7535	7485	7434	7384	7333	2	10.4	10.8	11.2	11.6	12.0
73 n	7282	7231	7180	7128	7077	7026	6974	6922	6870	6818	3	15.6	16.2	16.8	17.4	18.0
74 n	6766	6714	6662	6610	6557	6505	6452	6399	6346	6293	4	20.8	21.6	22.4	23.2	24.0
75 n	0.976240	6187	6133	6080	6026	5972	5918	5864	5810	5756	5	26.0	27.0	28.0	29.0	30.0
76 n	5702	5647	5593	5538	5483	5428	5373	5318	5262	5207	6	31.2	32.4	33.6	34.8	36.0
77 n	5182	5126	5070	5014	4958	4902	4846	4790	4734	4678	7	36.4	37.8	39.2	40.6	42.0
78 n	4589	4532	4475	4418	4361	4304	4246	4188	4131	4073	8	41.6	43.2	44.8	46.4	48.0
79 n	4015	3957	3899	3840	3781	3723	3664	3605	3546	3487	9	46.8	48.6	50.4	52.2	54.0
8.80 n	0.973428	3363	3309	3240	3189	3129	3069	3009	2949	2885	62	64	66	68	70	
81 n	2828	2767	2706	2645	2584	2523	2461	2400	2338	2276	1	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0
82 n	2215	2153	2090	2028	1966	1903	1840	1777	1714	1651	2	12.4	12.8	13.2	13.6	14.0
83 n	1588	1525	1461	1398	1334	1270	1206	1141	1077	1013	3	18.6	19.2	19.8	20.4	21.0
84 n	0948	0883	0818	0753	0688	0623	0557	0492	0426	0360	4	24.8	25.6	26.4	27.2	28.0
85 n	0.970294	0228	0161	0095	0028	0062	0095	0028	0060	0093	5	31.0	32.0	33.0	34.0	35.0
86 n	0.969626	9638	9430	9222	9014	8806	8598	8390	8182	7974	6	37.2	38.4	39.6	40.8	42.0
87 n	8943	8874	8804	8735	8666	8596	8526	8456	8386	8316	7	43.4	44.8	46.2	47.6	49.0
88 n	8249	8175	8101	8027	7952	7877	7801	7726	7650	7574	8	49.6	51.2	52.8	54.4	56.0
89 n	7532	7400	7268	7135	7002	7170	7037	7024	6951	6878	9	55.8	57.6	59.4	61.2	63.0
8.90 n	0.966304	6731	6657	6583	6509	6435	6360	6285	6211	6136	72	74	76	78	80	
91 n	6061	5985	5910	5834	5759	5683	5607	5531	5454	5378	1	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0
92 n	5301	5224	5147	5070	4992	4915	4837	4759	4681	4603	2	14.4	14.8	15.2	15.6	16.0
93 n	4525	4446	4368	4289	4210	4130	4051	3972	3892	3812	3	21.6	22.2	22.8	23.4	24.0
94 n	3732	3652	3571	3491	3410	3329	3248	3167	3086	3004	4	28.8	29.6	30.4	31.2	32.0
95 n	0.962922	2840	2758	2676	2594	2511	2428	2345	2262	2179	5	36.0	37.0	38.0	39.0	40.0
96 n	2095	2012	1928	1844	1760	1675	1591	1506	1421	1336	6	43.2	44.4	45.6	46.8	48.0
97 n	1251	1165	1080	0994	0908	0822	0735	0649	0562	0475	7	50.4	51.8	53.2	54.6	56.0
98 n	0.960488	0301	0213	0126	0038	0050	0062	0073	0085	0096	8	57.6	59.2	60.8	62.4	64.0
99 n	0.959507	9418	9329	9239	9149	9059	8969	8879	8789	8698	9	64.8	66.6	68.4	70.2	72.0
9.00 n	8007	8516	8425	8334	8242	8150	8058	7966	7874	7781	82	84	86	88	90	
1	8.2	8.4	8.6	8.8	9.0						1	8.2	8.4	8.6	8.8	9.0
2	16.4	16.8	17.2	17.6	18.0						2	16.4	16.8	17.2	17.6	18.0
3	24.6	25.2	25.8	26.4	27.0						3	24.6	25.2	25.8	26.4	27.0
4	32.8	33.6	34.4	35.2	36.0						4	32.8	33.6	34.4	35.2	36.0
5	41.0	42.0	43.0	44.0	45.0						5	41.0	42.0	43.0	44.0	45.0
6	49.2	50.4	51.6	52.8	54.0						6	49.2	50.4	51.6	52.8	54.0
7	57.4	58.8	60.2	61.6	63.0						7	57.4	58.8	60.2	61.6	63.0
8	65.6	67.2	68.8	70.4	72.0						8	65.6	67.2	68.8	70.4	72.0
9	73.8	75.6	77.4	79.2	81.0						9	73.8	75.6	77.4	79.2	81.0



DESCRIPCION DEL TEODOLITO UNIVERSAL

Nuestro Servicio Hidrográfico ha mandado construir expresamente a la casa Kern de Aarau (Suiza) el instrumento universal que a continuación se describe:

En la figura de enfrente podemos ver la placa fundamental *A, A*, maciza y reforzada la cual descansa sobre tres tornillos calantes *B, B, B*, estos tres tornillos descansan a su vez sobre los tres tejos *C, C, C*, los tejos serán colocados haciéndolos firmes con cemento, yeso, etc., sobre el pilar de observación, uno de ellos es de superficie lisa, otro tiene una concavidad adaptable a la punta del tornillo calante y el tercero una ranura que se dirigirá hacia el centro de estación, estas disposiciones se adoptan para el libre juego de las dilataciones que las temperaturas imprimen al instrumento. Los tornillos calantes *B, B, B*, son de filete cubierto, filete que se enrosca en un cono que hace cuerpo con la tapa *a*, cono que puede ajustarse a fin de eliminar el juego lateral de los tornillos por intermedio de la tuerca exagonal *b*.

En la placa fundamental *A, A, A*, hace cuerpo el eje vertical de acero, cónico, en el que independientemente va enchufado el eje principal vertical, de alidada *F'*; ese eje se termina en su parte inferior por una punta *c* maniobrada por un diámetro de acero una de cuyas cabezas puede verse en *d* a fin de alargar la punta hasta hacerla coincidir con el centro de estación.

En la placa fundamental y pudiendo fácilmente girarse a mano está sistemado el círculo horizontal *D* de 25 cm. de diámetro, las divisiones están grabadas sobre plata, contadas en el sentido de las agujas de un reloj de 0° a 360° valor de un intervalo 5', estas divisiones están cubiertas; para orientarse en las lecturas, lleva un círculo graduado de grado en grado y un índice fijo *E* para poder fijar en una posición cualquiera al círculo horizontal.

La alidada azimutal está compuesta por el eje principal F , de acero, hueco, que va enchufado en el eje vertical del círculo horizontal, eje principal al que se hace firme el dispositivo G con el tornillo de presión H y el de aproximación I del limbo horizontal y los dos microscopios micrométricos, e, e , para las lecturas del círculo horizontal; el extremo superior del eje alidada lleva la horquilla $J J$ que sostiene al eje horizontal y sus dispositivos anexos.

Uno de los dos estribos, f , que sostiene a los muñones del eje horizontal es reglable.

El eje de alidada hueco, en su parte superior, lleva una arandela roscada que se hace visible accionando el mecanismo de inversión; se puede hacer girar esta arandela con una llave apropiada a fin de ajustar convenientemente el eje de alidada sobre el eje fijo vertical, este ajuste procede de acuerdo con la temperatura y es muy delicado.

El eje horizontal descansa por intermedio de sus muñones sobre los estribos de la horquilla, es hueco, formando su primera mitad parte del anteojo acodado k ; la otra mitad hueca también permite el paso de la luz que emite una microlámpara en g . Este eje secundario y los dispositivos que comprende están aliviados a fin de no cargar integralmente sobre los estribos, por roletes estribos a resorte, cuya carga se gradúa accionando tornillos situados en L .

En el eje horizontal gira a suave fricción el círculo vertical MMM , de 23 ctms. de diámetro, graduado sobre plata de 0° a 360° en sentido contrario a las agujas de un reloj; valor del intervalo de una división $5'$.

Este círculo se puede inmovilizar haciéndolo hacer cuerpo con el eje horizontal por intermedio de las palancas $N N$.

En el eje horizontal en la mital que contiene al ocular hay un círculo de repére O de 12 ctms. de diámetro graduado a izquierda y derecha de 0° a 180° , valor de una división $20'$, con nonius $19 = 20$, apreciándose fácilmente un minuto.

Se hace girar al círculo repere hasta que se lea 0 en el nonius cuando el anteojo apunta al zenit, para hacer este ajuste se gira el círculo y luego se fija con la arandela roscada a' .

La alidada vertical está constituida por un cuerpo donde están ~~sistemados~~ los dos microscopios, i, i , para las lecturas del círculo

vertical, tiene además una copla de niveles Horrebow Talcott, uno a cámara j , que es el que está más cerca del ocular, con sensibilidad de $1''6$ por 2 mm. el otro h con sensibilidad de $1''8$ por 2 mm.; ambos niveles graduados progresivamente de 0 a 30 (cero a la derecha del observador), tienen un espejo l que permite hacer con comodidad las lecturas que en el se reflejan, ambos niveles, en sus alojamientos pueden corregirse en azimut y altura actuando sobre sus tornillos respectivos m, m , esta corrección a fin de que actúen solidariamente; para producir movimientos en altura, a ambos a la vez, se accionará sobre el tornillo P : la alidada vertical queda inmovilizada por intermedio del brazo Q , al que se le puede imprimir movimientos lentos con el tornillo a contraste R , asimismo el cuerpo: « alidada, microscopios y niveles » puede formar un sola pieza con el eje horizontal apretando el tornillo S que acciona sobre el círculo de repére.

Los movimientos de rotación del eje horizontal se obtienen maniobrando la rueda T, T ; estos movimientos de rotación del eje secundario quedan fijados por el tornillo de presión V , cuyo tornillo de aproximación es el W .

En el eje horizontal del lado opuesto al ocular se encuentra un anteojo buscador X , de 20 mm. abertura de objetivo.

Solidario con el eje principal de alidada vemos en n un nivel horizontal de $8''5$ por 2 mm. de sensibilidad, para nivelaciones aproximadas.

El nivel de caballete Y es de cámara y esta graduada progresivamente de 0 a 50 con sensibilidad de $1''24$ por 2 mm., se corrige en altura y azimut actuando sobre los tornillos que se descubren destornillando la tapa o ; las lecturas de este nivel se leen cómodamente en el espejo que muestra la figura.

El sistema óptico está formado por el anteojo acodado K ; el objetivo tiene una abertura libre de 55 mm. y una distancia focal de 458 mm. y el ocular micrométrico Z , puede ser girado 90° ; tiene 3 oculares de 7 mm., 10 mm. y 12 mm., con aumento de 38,46 y 63 diámetros respectivamente.

El mecanismo de inversión de la parte superior del aparato, es accionado girando la manija A' previamente se debe descargar el resorte que pinza sobre el brazo de reglaje de la alidada vertical

Q aflojando asimismo el tornillo *R* y tener cuidado también de apretar fuertemente el tornillo *S* que pinza el círculo de repère, levantada la parte superior y girada 180° se vuelve dulcemente a descansar los muñones del círculo horizontal sobre los estribos de la horquilla, cuidando que el extremo del brazo *Q* tenga cabida entre la punta del tornillo *R* y la punta que acciona el resorte antagónico.

El micrómetro ocular *Z* consta de 11 hilos verticales y uno horizontal fijos, además de un hilo micrométrico vertical accionado por el tornillo *t* que tiene anexados un tambor *s* graduado de 0 a 100, podemos contar las vueltas completas de este tambor en el tambor *u* que está al lado del primero, los hilos se enfocan sacando o entrando el ocular *v*; el anteojo se arregla a la distancia actuando en el tornillo *r* que puede inmovilizarse apretando el *p*.

El micrómetro tiene tornillos para corrección de colimación.

El tornillo *z* sirve para transportar el ocular enfrente de los hilos fijos. El micrómetro puede ser girado 90° fijándose su posición por un tornillo y teniendo además topes que son reglados a fin de que el micrómetro ocular pueda estar en sus posiciones correctamente.

Iluminación Eléctrica: En el extremo *g* va sistemada una micro-lámpara que ilumina los hilos del retículo, la intensidad puede ser graduada actuando sobre la cabeza del tornillo *p* situado en el cubo del eje horizontal, este tornillo da posiciones a un pequeño diafragma.

Cada uno de los cuatro microscopios micrométricos tiene dos micro-lámparas *q*, una para leer las graduaciones del tambor y la otra para iluminar el campo de los mismos.

La corriente entra por dos tomas situadas en la placa de base y fluye por el eje vertical y pasa por contactos de fricción suave, eliminándose así conductores eléctricos que se opondrían a la libertad de movimientos del aparato.

Actuando en el tambor *B'* podemos iluminar sucesivamente: el retículo, los dos microscopios horizontales, los dos microscopios verticales o bien apagar todo.

Microscopios Micrométricos

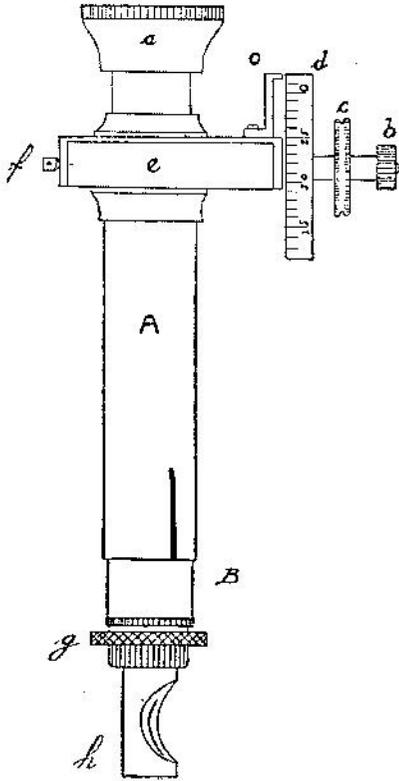


Figura A.

Como hemos dicho el círculo horizontal y el vertical están graduados de 0° a 360° siendo el valor del intervalo de una menor graduación de $5'$; para saber el valor de una fracción de ese intervalo, o lo que es lo mismo el valor de la distancia angular de la línea de fe con el trazo proximo menor grabado en el círculo, el teodolito universal se vale de los microscopios micrométricos.

Como vemos en la figura A el microscopio micrométrico está constituido por dos tubos A, B, el B porta objetivo enchufado en el A que lleva el ocular positivo y el micrómetro b, c, d, e, f; además en la parte inferior vemos al reflector g, h, que puede

girar sobre sí mismo con el objeto de enviar la luz natural o la que proviene de una microlámpara sobre las graduaciones del círculo.

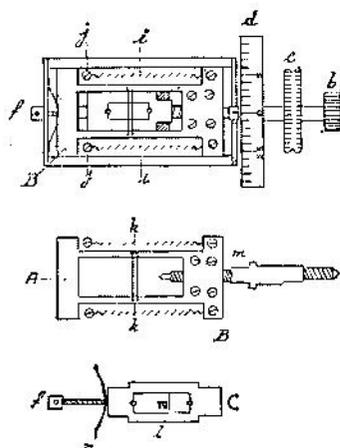


Figura B.

El micrómetro (fig. B) está formado por un telar *A B* que lleva dos hilos de seda (bicho de canasto) *k, k*, paralelos, este telar va sistemado en una cajita rectangular *e* en donde siempre es tirado de derecha a izquierda por los resortes *i* que van fijados a la caja por los tornillos *j*: el telar es accionado por el tornillo micrométrico *m* que se mueve maniobrando la arandela *c*.

El tambor graduado *d* entra libremente en el tornillo *m*, lo mismo que la arandela *c*, tornillo, tambor y arandela forman una sola pieza apretando la tuerca *b*. Los hilos paralelos *k, k*, pegados en el telar se mueven respecto a una plaquita de vidrio que va pegada en la pieza *C*, pieza que permanece fija en la caja del micrómetro, la plaquita lleva grabados seis trazos uno de ellos en un extremo, más largo; la pieza *C* es tenida en sitio por el muelle *n* y regulada su posición por el tornillo *f*.

La figura *C* presenta el campo del microscopio y como el doble hilo móvil y la plaquita de vidrio con sus trazos están puestos justamente en el plano donde se forman las imágenes de las graduaciones del círculo, resulta que cuando aplicamos el ojo al

ocular del microscopio veremos de una vez las imágenes de las graduaciones del círculo, del doble hilo móvil, y de los trazos de las plaquitas de vidrio.

Si el aumento del microscopio se gradúa de tal manera que el espacio entre las imágenes de dos divisiones consecutivas del limbo que en nuestro instrumento es de $5'$ corresponda exactamente a los cinco intervalos que están grabados en la plaquita entonces cada intervalo vale un minuto de arco.

Ahora bien el tambor del micrómetro gira contemporáneamente con el tornillo micrométrico el cual hace correr sobre la plaquita de vidrio el doble hilo móvil, a cada intervalo grabado en la plaquita corresponde un medio giro del tambor, de manera que los cinco intervalos son recorridos por el doble hilo móvil haciendo hacer al tambor dos vueltas y media.

El tambor está graduado de 0 a 30 en cada semicircunferencia, esta disposición se adopta a fin de que trabajando con dos microscopios en cada círculo la media de las lecturas se obtenga sumando las indicaciones de cada tambor.

Sobre la plaquita de vidrio se ven grabados 6 trazos de los cuales el más largo es el que representa la línea fé.

Lecturas de los micrómetros

Empezaremos por llevar el doble hilo móvil mediante oportunos giros del tornillo, maniobrando la arandela *c*, hasta que el trazo largo de la plaquita de vidrio quede exactamente entre los dos hilos como representan las líneas punteadas en la figura, se adopta un hilo doble en el micrómetro porque la experiencia ha enseñado que es más fácil situar un trazo entre dos hilos cercanos que hacer coincidir un hilo con un trazo, una vez puesto el doble hilo en correspondencia con el trazo de la plaquita que representa la línea de fé, aflojemos la tuerca *b*, y hagamos girar el tambor hasta que uno de los ceros del tambor enfrente al índice fijo *0*, de esta manera la línea de fé tiene una lectura cero en el tambor, cero que es como se comprenderá origen de lectura, especial para cada observador: despues se aprieta la tuerca *b* a fin de no variar la posición del tambor.

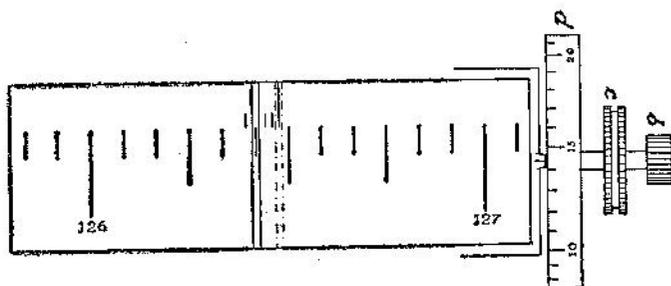


Figura C.

La lectura que debemos de hacer en el caso especial de la figura es de $126^{\circ} 25'$, más, el intervalo comprendido entre la línea de fé y el trazo proximo menor del círculo, es decir, el trazo que representa los $126^{\circ} 25'$. Estando el tambor en cero y el hilo doble móvil en la posición punteada, se empieza a hacer girar el tambor en el sentido contrario a las agujas de un reloj entonces las graduaciones del tambor crecen, mientras el hilo doble recorre en sentido decreciente las graduaciones del círculo; el giro se suspende hasta que el hilo doble esté en correspondencia con el trazo próximo menor; hemos hecho hacer el tambor tres medios giros (estos medios giros que corresponden a $1'$ de arco no hay que contarlos, por que cada intervalo de la plaquita de vidrio los muestra), hicimos además que el tambor enfrente al índice en la división 14,6 es decir 14 partes con 6 décimas (estimadas a ojo). Cada parte del tambor vale $2''$, luego $14,6$ por $2 = 29''2$, luego el intervalo entre las líneas de fé y el trazo proximo menor vale $3'29''2$ y la lectura completa será $126^{\circ}25' + 3'29''2 = 126^{\circ}28'29''2$. También podríamos haber calculado el intervalo entre la línea de fé y el trazo próximo mayor es decir el que representa $126^{\circ}30'$ y restar el valor de dicho intervalo a $126^{\circ}30'$.

Dijimos que el intervalo de $5'$ del círculo era recorrido con el hilo doble móvil del micrómetro mediante dos giros y medio del tambor y que este tambor estaba graduado de 0 a 30 en cada semi-circunferencia es decir en 60 partes, como cada giro completo del tambor corresponde a $2'$ una parte del tambor vale $2''$ y esta disposición se ha adoptado a fin de que el valor medio de una lectura expresada en segundo de arcos y décimos, se obtuviera haciendo una simple suma de las partes de tambor que indica cada

micrómetro: por ejemplo se ha leído en el microscopio 1 del círculo horizontal $126^{\circ}20'$ directamente, más $3' 14.6$ en el tambor; en el microscopio 2 se ha leído 14.67 en el tambor, sumando tendremos $14.6 + 14.7 = 29.3$, luego la lectura definitiva promedio será $126^{\circ} 23' 29.3$.

Por último hagamos notar que el círculo vertical está graduado de 0° a 360° en sentido contrario de las agujas de un reloj y que los microscopios tienen los tambores graduados de tal manera que éstas van creciendo cuando se hacen girar a los tambores en el sentido de las agujas de un reloj mientras que el doble hilo móvil hace su recorrido en el sentido decreciente de las graduaciones del limbo vertical.

Rectificación de los microscopios

1.º.— *Enfocar el doble hilo móvil y los trazos de la plaquita*: se extrae o entra el ocular hasta que se vean nitidamente el doble hilo móvil y los trazos de la plaquita; se debe girar convenientemente el reflector para que se ilumine bien el campo.

2.º.— *Enfocar los trazos que indican las graduaciones del círculo y al mismo tiempo hacer que el doble hilo móvil sea paralelo a dichos trazos*: se actúa de tal manera como para mover el microscopio entero, acercándolo o alejándolo del limbo graduado hasta que se vean claramente los trazos del círculo, una vez obtenida esta condición se gira el microscopio hasta que el doble hilo móvil sea paralelo a un trazo del círculo. Esta operación dadas las características del dispositivo que sistema a los microscopios en nuestro teodolito debe hacerse en el taller, por cuanto no tiene tornillos de aproximación que permitan un trabajo cómodo.

3.º.— *Poner el eje óptico de los microscopios normal al plano del limbo*: actuando sobre los casquillos que rodean a los microscopios del círculo vertical y en los tornillos de las abrazaderas de los microscopios horizontales se dan diferentes inclinaciones a éstos. Si los microscopios no son perpendiculares a los limbos respectivos, midiendo con el doble hilo móvil los intervalos del círculo: un intervalo en el extremo izquierdo del campo del microscopio y otro en el extremo derecho, nos encontraremos con valores desiguales, para eliminar la duda de una posible mala graduación del limbo se repiten las medidas en distintos sectores y en

contraremos divergencias en el mismo sentido. Este error se corrige haciendo mover a los microscopios, con los casquillos o abrazaderas como ya indicamos hasta obtener en las medidas de los intervalos del extremo derecho e izquierdo una aproximación de algunas partes del tambor.

4.º.— *Graduar convenientemente el aumento de los microscopios*: dos vueltas y media del tambor hacen recorrer al doble hilo móvil un intervalo menor del limbo, si hacemos esta operación y vemos que necesitamos algo más que dos vueltas y media, entonces la imagen de un intervalo es más grande, el aumento está acrecido, la inversa será si necesitamos menos de dos vueltas y media.

Para corregir este error recordar que el aumento crece alejando el tubo porta-objetivo del tubo porta-ocular; de manera pues que hay que proceder por tanteos y con sumo cuidado, por cuanto una vez variada la distancia objetivo-ocular quedan desenfocadas las graduaciones del círculo, teniéndose que hacer lo indicado en 2.º y en esa forma se trabaja hasta que se alcance un resultado que se puede considerar bueno si con las medidas del doble hilo móvil nos aproximamos con algunas partes del tambor.

5.º.— *Poner la línea de fe de los dos microscopios de un círculo a 180º de distancia.*

Se gira el tornillo micrométrico hasta que el doble hilo móvil esté en correspondencia con la línea de fe de ambos microscopios; se lleva los tambores a cero; luego se hace que uno de los microscopios tenga su doble hilo móvil bisecando uno de los trazos del limbo; si los dos microscopios estuvieran en los extremos de un diámetro, el otro tendría el trazo suplementario en mitad del doble hilo móvil: si no lo está podría ser debido a que los dos trazos no estuvieran a 180º por mala graduación lo que enseguida se comprueba repitiendo la operación en diversas partes del círculo; si hubiera error se corrige 1.º haciendo correr en el 2.º microscopio el doble hilo móvil hasta que biseque el trazo del limbo que corresponda; 2.º haciendo correr el tambor hasta que su cero se enfrente al índice, 3.º actuando en la cabeza del tornillo *f* que está en la extremidad de la caja rectangular que contiene al micrómetro, a fin de hacer correr a la plaquita de cristal hasta que

el trazo que indica la línea de fe quede bisecado por el doble hilo móvil.

Cero de los tambores. — Cuando se va a trabajar hay que asegurarse que el índice sistemado en los microscopios indiquen cero sobre los tambores cuando el doble hilo móvil biseca el trazo largo de la plaquita, evitando así errores de lectura, pero esto no es absolutamente necesario porque un ángulo depende de la diferencia de dos direcciones y las lecturas de cada una de estas estaría afectada de un error constante.

Hay que guardarse durante un trabajo de que el tambor no se corra para lo cual conviene apretar convenientemente la tuerca *b*.

Rectificaciones del Teodolito

Para medir ángulos verticales y horizontales con el teodolito hay que colocarlo en las siguientes condiciones.

- 1.) Hacer la nivelación instrumental, es decir:
 - a*) Poner el eje principal vertical.
 - b*) Poner el eje secundario horizontal.
- 2.) Rectificarlo, es decir:
 - c*) Hacer que la línea de mira sea perpendicular al eje secundario y al mismo tiempo poner vertical uno de los hilos del retículo.
 - d*) Disponer correctamente la alidada del círculo vertical.

Nivelación del Teodolito

Antes que nada debemos hacer una nivelación previa usando el nivel azimutal fijo, para ello pongamos este nivel paralelo a dos tornillos calantes del instrumento, centrando la burbuja, después giremos la alidada azimutal 90° y centremos la burbuja con el tercer tornillo. Enseguida iniciaremos la verdadera nivelación con el nivel de caballete.

1.º) Se coloca la alidada azimutal de tal manera que el nivel de caballete sea paralelo a dos tornillos de nivelación, enseguida se centra la burbuja, luego se hace una lectura del círculo horizontal con un microscopio.

Después se verifica si el nivel tiene error en azimut, haciendo hamacar el nivel cuidadosamente sobre los muñones, si hubiera error se corrige con los tornillos horizontales del nivel. Verificada esta última condición, centraremos nuevamente el nivel con los tornillos calantes.

2.º) Se invierte el nivel, si la burbuja no está centrada, se lleva al centro, mitad con los tornillos de rectificación (verticales) del nivel y mitad con los tornillos calantes del instrumento.

3.º) Hagamos girar el instrumento 180º sobre su eje principal si la burbuja no queda centrada la llevaremos al centro, mitad actuando sobre el cojinete reglable del instrumento y la otra mitad con los tornillos nivelantes del aparato.

4.º) Hagamos girar el instrumento 90º y si la burbuja no queda centrada, la llevaremos al centro actuando con el tercer tornillo calante del instrumento.

Verificadas estas operaciones se habrá puesto vertical al eje principal y horizontal al secundario.

Las operaciones para nivelar el universal que hemos descrito se verificarán con sumo cuidado, a veces es necesario mas de una hora para que la burbuja del nivel de caballete llegue a quedar centrada cualquiera sea la posición que en torno a su eje principal demos a la alidada azimutal. Sin embargo a veces sucede que a pesar del sumo cuidado que se ponga en este trabajo no se consigue la finalidad buscada, entonces debemos pensar que hay una insuficiente presión de la alidada azimutal sobre el eje vertical; haciendo funcionar la palanca de inversión levantaremos la parte superior del instrumento y actuaremos sobre la arandela graduada que soporta parcialmente el peso de la alidada cuidando de no exagerar este movimiento en sentido inverso, a fin de que no resulte que la alidada azimutal gravite demasiado sobre el eje vertical y entonces, la fricción sea excesiva causando desnivelaciones por el esfuerzo que habría que hacer al girar la alidada.

Asimismo cuidaremos de que el nivel de caballete apoye bien con los cortes de sus piernas sobre la superficie cilíndrica de los muñones para lo cual cuidadosamente se debe eliminar con una gamuza todos los trazos de aceite espesado con polvos o con granitos de arena, tanto en los muñones como en los cortes de las piernas del nivel.

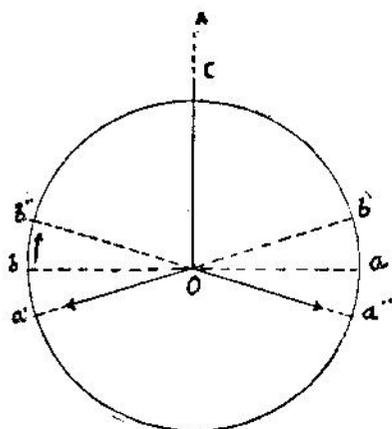
Asimismo se deberá tener en cuenta que hay que dejar reposar bien la burbuja y que no se procederá a intervenir en los tornillos rectificadores hasta que se tenga la seguridad de que esta adopte una posición definitiva.

Rectificación de la línea de mira

Es necesario corregir al teodolito del error de colimación horizontal por cuanto este error afecta de distintas maneras las lecturas azimutales según la altura de los objetos y en definitiva son erróneos los ángulos entre los verticales de los objetos apuntados. En cambio el error de colimación vertical se traslada íntegro en las lecturas zenitales cualquiera sea su valor y no tiene influencia en los ángulos zenitales que se deducen de diferencia de dos lecturas.

Para corregir el error de colimación horizontal haremos una puntería a un objeto lejano situado en el horizonte, llamemos a' y a'' las dos lecturas azimutales de un mismo índice en las dos posiciones del CV y llevemos a este índice de la lectura a'' a la lectura :

$$a = \frac{1}{2} (b' + a'') = \frac{1}{2} (a' \pm 180^\circ + a'')$$



es decir se correrá el índice una cantidad igual a la semi-suma de las lecturas teniendo sólo en cuenta los minutos y los segundos. De esa manera el eje secundario tomará la posición *ab* normal a la visual del objeto, la línea de mira se separará del objeto el valor de la componente horizontal del error de colimación, entonces se corregirá ésta componente actuando sobre los tornillos que corren horizontalmente el telar porta-retículo.

Poner vertical uno de los hilos del retículo

Estando el eje secundario horizontal se colima un punto sobre el hilo vertical se mueve el anteojo en altura haciendo que el punto colimado recorra el campo; si el punto resbala sobre el hilo éste estará vertical, si no se actuará en el telar haciendolo girar hasta que se verifique esta última condición. Esta operación será conveniente hacerla conjuntamente con la rectificación del error de colimación horizontal.

Rectificación de la alidada vertical

El círculo vertical *MMM* está graduado de 0 a 360° en el sentido contrario de las agujas de un reloj, en él se computan las alturas y distancias zenitales según sea la posición de su cero, admite movimiento de giro para darle al cero la posición deseada para eso hay que aflojar su pinza por intermedio de los brazos *N*, despues se fija accionando convenientemente estos brazos.

Las lecturas están referidas a una línea de fé formada por las indicaciones que proveen los dos microscopios micrométricos del círculo vertical, esta línea de fé asume posiciones cercanas a la horizontal actuando en tornillos apropiado.

Rectificar la alidada del círculo vertical consiste pues en dar a la línea de fé su posición justa a fin de que en el círculo vertical puedan leerse las alturas o distancias zenitales que los objetos apuntados tengan con respecto al horizonte o zenit.

Una pieza especial que está centrada sobre el eje horizontal soporta los dos microscopios micrométricos *ii* y la copla de niveles Horrebow-Talcott *hj*. Esta pieza tiene un brazo prolongado hacia abajo *Q*, el cual está aprisionado por el tornillo *R* en las horquillas *JJJ* de la parte superior del instrumento, este tornillo con muelle antagónico, da movimientos lentos en altura a la alidada vertical, dando en consecuencia posiciones con respecto a la horizontal a la línea de fé de los dos microscopios, permaneciéndo ésta línea, cuando el tornillo *R* aprisiona al brazo *Q*, invariable con respecto al instrumento.

El anteojo es solidario con el círculo vertical y cuando se le da movimientos en altura giran juntos: anteojo, círculo vertical y

círculo de repére O , éste movimiento se fija con el tornillo V que tiene su tornillo de aproximación W .

La alidada vertical puede formar un sólo block con el eje secundario, círculo vertical y de repére, apretando el tornillo S .

Ahora bien, supongamos que hemos nivelado bien el teodolito y que las burbujas de los niveles Horrebow-Talcott no estén centradas, entonces empezaremos por dar a las burbujas una igual posición tocando los tornillos $m m$; podemos centrar las burbujas o bien accionando el tornillo P que levanta o baja simultáneamente los dos niveles, o bien girando el tornillo R , que mueve toda la alidada; cuando se trabaje con el tornillo R puede estar apretado o flojo el tornillo S .

La rectificación de la alidada vertical se hará de la manera siguiente: se aflojará el tornillo V ; se afloja el tornillo S y con el tornillo R se centra las dos burbujas, que ya se habrán puesto en correspondencia con los tornillos, m, m . Centradas las burbujas se apunta con el anteojo un objeto bien definido, luego apretando el tornillo V , con el tornillo W se rectifica bien la puntería del objeto al centro del hilo horizontal del retículo, luego se afloja el tornillo V y si durante las operaciones se descentraron las burbujas se llevan a su sitio con el tornillo R : en esta operación debemos pues actuar en los tornillos respectivos hasta que el punto esté perfectamente colimado y las burbujas centradas, hecho esto se aprieta el tornillo S formando una sola pieza: alidada, círculo vertical y anteojo, luego se hacen lecturas en ambos microscopios y su promedio aún no es la altura del objeto. Enseguida se da la posición conjugada al instrumento y se vuelve a colimar el objeto y a centrar las burbujas, estas se corren actuando solamente con el tornillo R . Se hacen nuevamente lecturas en los microscopios y su promedio todavía no es la altura buscada. **En cambio el promedio de los dos promedios es la altura verdadera. Entonces haremos que la línea de fé de uno de los microscopios coincida con la lectura del promedio de los promedios de las lecturas hechas en este microscopio; el otro estará en el promedio que le corresponde, estas coincidencias debemos obtenerlas: aflojando el tornillo S , apretando el V y trabajando con el W , hecho esto tendremos las lecturas en la altura verdadera del objeto pero el anteojo no estará apuntando al objeto se rectificará bien la colimación pero aflojando el V y apretando bien el S trabajando con el R así se moverán juntos anteo-**

jo, círculo vertical y alidada con microscopios y niveles : la línea de fé se moverá junto con el anteojo hasta que se colime bien el objeto, pero siempre el índice indicará sobre el círculo la verdadera altura del objeto. Las burbujas de los niveles se habrán descentrado, las llevaremos al centro actuando entonces con el tornillo *P*, rectificador simultáneo de sus posiciones : entonces la línea de fé indicará la altura justa y los niveles estarán centrados que era lo que queríamos buscar.

Rectificada la alidada vertical, se aflojará el tornillo *S* estando el aparato listo para trabajar.

Para hacer inversiones de la parte superior del instrumento , para armar el teodolito y ponerlo en estación, o para hacer traslados, una vez efectuada la nivelación, se actuará en los tornillos *R R* a fin de que la alidada vertical quede lista : Solamente se hará una nueva rectificación cuando surjan dudas posibles, o eventuales movimientos en los tornillos rectificadores de los niveles *m m* y *P*.

Rectificación del círculo buscador

El círculo buscador *O* está graduado de 0 a 180° en cada semicircunferencia, valor de un intervalo = 20', el nonius solidario con el block vertical aprecia facilmente 1'; si hacemos que el *O* de este círculo coincida con el índice del nonius cuando el anteojo apunte al zenit, entonces en este círculo siempre tendremos las distancias zenitales leídas directamente, cualquiera sea la posición del anteojo y del *C. V.*

Nivelado el teodolito y rectificada la alidada vertical, aflojaremos la arandela roscada *a'* que aprisiona el círculo buscador y haciendo girar a este círculo haremos que la distancia zenital verdadera que habíamos obtenido en el trabajo anterior y estando el anteojo apuntado al objeto considerado, quede enfrentada al índice del nonius. Enseguida inmovilizaremos al círculo apretando la arandela *a'*.

Efectuado este trabajo, tendremos por una simple lectura en el buscador la distancia zenital de cualquier objeto en la medida de aproximación que este círculo nos indica, habiendo asimismo acuerdo entre las lecturas del buscador y los microscopios del *C. V.*

Observaciones azimutales y zenitales de astros

Recordemos que en nuestro instrumento el ocular puede ser gi-

rado 90°, de manera que sus once hilos fijos pueden ser horizontales o verticales pudiendo en consecuencia hacerse colimaciones, con esos hilos ya sea en alturas o azimut.

Para la colimación de estrellas polares cuyos movimientos son lentos se prefiere hacerlos con los tornillos de aproximación siempre en la intersección de los dos hilos centrales, dando el top a la voz, el que será apreciado por el ayudante en el cronómetro.

Para las estrellas de movimientos rápidos se procederá como sigue: para medir el azimut se empezará por poner verticales los once hilos, supongamos que la estrella entre al campo de derecha a izquierda; empezaremos, actuando con los tornillos correspondientes por llevar la estrella a la derecha de los hilos verticales enseguida se aprieta el tornillo de sujeción del círculo vertical y con el de aproximación se lleva la estrella al hilo horizontal; se mantiene en esta posición mediante oportunos movimientos del tornillo y cuando la estrella corte el hilo vertical, se baja la palanca del manipulador, quedando registrado en la cinta del cronógrafo el top cronométrico, enseguida se hacen lecturas de nivel y microscopios horizontales; también podíamos haber individualizado mediante oportunos tops, el corte de la estrella por los once hilos verticales.

Para determinar distancias zenitales, se empezará por poner horizontales los once hilos fijos del retículo. Supongamos que la estrella entre de arriba para abajo en el campo.

Con los tornillos se llevará la estrella arriba de los hilos horizontales, se fijará el tornillo de sujeción del círculo horizontal y con el de aproximación se llevará la estrella al hilo vertical, manteniéndola en esta posición cuando corte el hilo horizontal central se hará funcionar al manipulador; haciéndose despues lecturas al nivel y microscopios del círculo vertical; asimismo podíamos haber tomado los tops correspondientes a las bisecciones de la estrella en los once hilos.

En los pasajes y elongaciones cuando faltan pocos segundos para que la estrella biseque al hilo central respectivo, conviene a fin de evitar trepidaciones del aparato no tocar mas los tornillos de aproximación.

Capitán de Corbeta
Bernardo Bianchi
Jefe de la Sección B.

PARTE V

OCEANOGRAFIA

LA DINAMICA MARINA EN LA BAHIA DE MALDONADO

Estudios Oceanográficos en la Bahía de Maldonado

Un estudio de Oceanografía dinámica involucraría el conocimiento de las olas, mareas y corrientes. En cuanto a las dos primeras, cabe observar que su influencia guarda estrecha relación con la conformación de la costa pues los fenómenos deben ejercerse sobre una bahía cerrada y de poco fondo: el volumen de agua influenciada es pequeña. En cuanto a lo que se refiere al movimiento de las mareas, queda registrada por el mareógrafo que el Servicio Hidrográfico tiene instalado en Punta del Este y que permitirá la deducción de sus leyes de acción. Mayor importancia alcanza la existencia de las corrientes que, dada la escasa profundidad del lugar, son superficiales y por lo mismo sujetas a las variaciones de los vientos sostenidos.

Un estudio de corrientes en el lugar estudiado por nosotros debe ser, por consiguiente, un estudio de las condiciones meteorológicas del lugar. Los vientos de los cuadrantes Este, Oeste y Sur desplazan las aguas hacia la bahía por una sola corriente que ha de dividirse en dos al encontrar la Isla de Gorriti; estas dos corrientes se vuelven a encontrar en una zona cuyo fondo recogerá los materiales de distinta naturaleza arrastrados por los dos flujos. Si observamos la carta litológica adjunta, notamos la mezcla de fondos que se produce entre Gorriti y la costa al Norte de aquella; esta zona, pues, ha de ser la de **interferencia de las corrientes**, hipótesis que parece tener **una corroboración** en el estudio microscópico de **las muestras de plancton** del lugar, que acusan una **gran cantidad de restos** de algas y organismos animales mezclados a **granos de arena** y arcilla.

Es posible, también, que estas corrientes de direcciones mutables expliquen la creación de zonas de predominio de organismos ani-

males, si bien el aspecto más interesante que ofrece de inmediato es su acción mecánica sobre las costas y especialmente sobre la parte Noroeste de Gorriti. El trabajo de erosión es allí intenso hasta el punto de haber modificado la topografía del lugar, el cual opondrá ahora una mayor resistencia merced a una acción secundaria de la masa acuosa en movimiento.

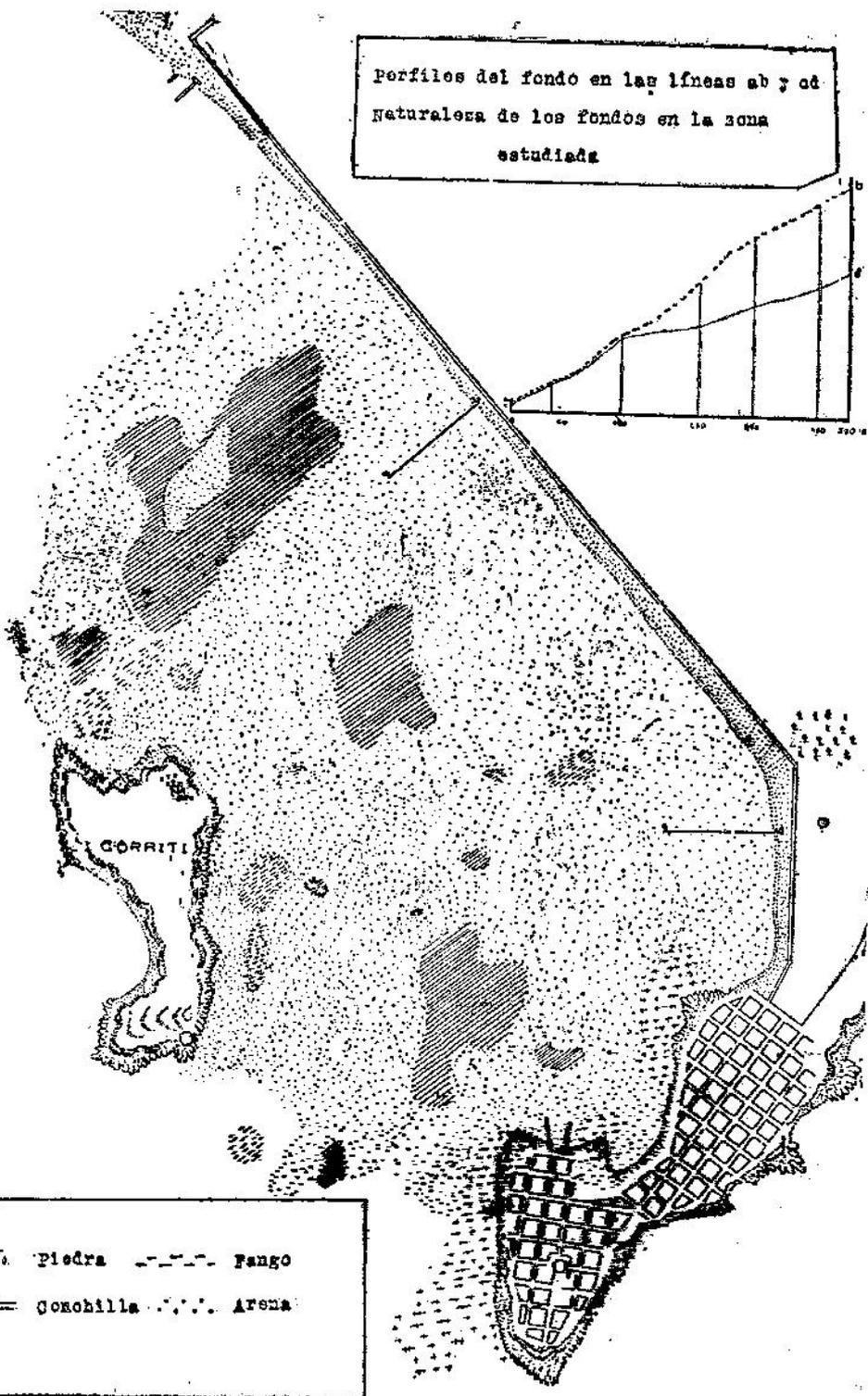
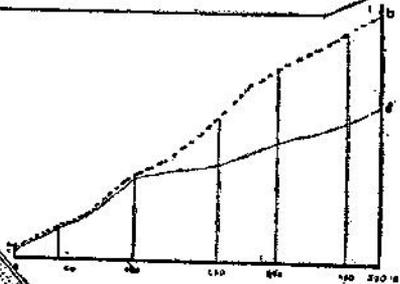
En efecto, el arrastre de algas es ingente y ayudado por las ventajas de la topografía de la costa, estas algas se van acumulando en la playa de la isla y mezclándose con la arena para formar como un colchón mullido y resistente por lo mismo que presenta una resistencia elástica a la acción erosiva.

El choque de la corriente, todavía indivisa, en la parte occidental de la isla, ha socavado su costa formando una ensenada; y la acción mecánica sobre los fondos de piedra próximos ha creado un importantes depósito de cantos rodados en el que el diámetro de sus granos permite su explotación para fines constructivos. Sería interesante poder determinar con precisión el valor de tales depósitos.

Siendo mucho mayor el volumen de agua que penetra por la Boca Grande que el que lo hace por la Boca Chica, es lógico suponer que la corriente que origina el desplazamiento del primero debe trasladar la línea de equilibrio hacia la parte oriental de la Bahía. Debe destacarse que precisamente es hacia esta parte que los fondos son menores y mayores los depósitos de valvas de moluscos y restos de todas clases. Por otra parte, si practicamos dos cortes teóricos normales a la costa tal como se indica en el croquis respectivo, veremos que en una igual longitud de 500 metros a contar desde la línea de resaca, el perfil del fondo de las inmediaciones de la Playa de las Delicias se mantiene siempre por encima del que corresponde a la occidental de la Bahía. La intensidad del trabajo de abración se manifiesta mayor en el primer punto; la arena removida es desplazada y se va depositando a medida que el flujo de agua pierde fuerza, dando lugar a los fondos menores de la zona más próxima a Punta del Este entre el muelle de esta localidad y el comienzo de la playa precitada.

El movimiento general de las aguas dentro de la Bahía de Maldonado creará un serio problema de urbanismo al desarrollo de las

Perfiles del fondo en las líneas ab y cd
naturales de los fondos en la zona
estudiada



***** Piedra - - - - - Fango
==== Gonchilla Arena

poblaciones de Maldonado y Punta del Este, cuando se trate de dotarías de red cloacal con desagüe en la Bahía de Maldonado.

Hemos dicho que la acción del oleaje es poco considerable dentro de la Bahía; no sucede lo mismo en las costas de Punta del Este donde el mar bate con violencia a poco que sople viento aún de bajas intensidades.

La costa que enfrenta a Isla de Lobos sufre constantemente el fuerte ataque de las olas y es precisamente en estos lugares donde se encuentran grandes cantidades de organismos que viven fijos a las rocas ofreciendo el magnífico espectáculo de la adaptación de la zona costanera de mayor actividad del oleaje.

La naturaleza de las rocas del punto, graníticas en su mayor parte, oponen serio obstáculo al trabajo de erosión; pero es interesante observar la potente defensa que ofrecen los animales y plantas que viven adheridos a ellas y forman, por decirlo así, un tapiz protector que atempera en gran parte la fuerza viva del agua.

Condiciones Físico-Químicas del agua

La relación de los valores que hemos determinado sobre el tenor salino de las muestras estudiadas, no tiene importancia en nuestro estudio — por ahora — dado que sólo hemos podido constatar la presencia de organismos eurihalinos. Por otra parte, su variación dentro de la zona estudiada y limitada a exiguas dimensiones en relación con el área de nuestras aguas, está profundamente influenciado por los desplazamientos de elemento líquido. Sólo el cómputo de muchas observaciones en distintas épocas y lugares del Río de la Plata encierra un verdadero interés.

Breves consideraciones sobre la biología de las costas— de Maldonado

El fuerte oleaje del Río de la Plata arroja hacia las costas de Maldonado una gran cantidad de organismos marinos — tanto animales como vegetales — que forman grandes depósitos en las playas. Estos depósitos difieren considerablemente en las especies que los integran y en la proporción de las mismas, según los lugares, respondiendo a dos influencias principales: La proximidad

del « habitat » de las especies predominantes, en primer término; el movimiento de las aguas que arrancando tales organismos de los lugares en que se encuentran los arrastran a considerables distancias muchas veces, en segundo. Por consiguiente, la existencia de estos acumulamientos de las playas ofrece dos aspectos interesantes: primero, por constituir un verdadero museo donde se encuentran ya sea los organismos completos o restos de los seres que viven en el mar, y segundo por representar un documento fiel en las constataciones de la dinámica marina.

Haremos un estudio sumario, sistemático, de todos los organismos y luego una relación de su distribución en los diversos lugares estudiados.

Organismos Vegetales

Ulva lactuca Linn.

Especie poco frecuente de la que hemos podido encontrar algunos ejemplares, aunquo de pequeñas dimensiones. Por otra parte, su forma laminar ensanchada no le permite resistirla violencia del oleaje, salvo raras excepciones, como hemos podido ver en algunas colecciones de algas recogidas en las playas.

Enteromorpha prolifera, O. F. Muller.

Entre la resaca suele encontrarse con cierta frecuencia, si bien esta especie no proviene del mar sino que es arrastrada por el oleaje desde las charcas próximas a las costas, donde se le encuentra abundantemente. Necesitando para su existencia de aguas casi dulces, su desarrollo se restringe considerablemente cuando por cualquier causa aumenta la salsedumbre de su medio. Se desprende de lo dicho que no puede ser considerada como especie marina y su presencia en las playas es simplemente accidental.

En las charcas casi permanentes y debidas probablemente a las lluvias que se encuentran al Este y al Sur de Punta del Este, la *E. prolifera* se halla en forma abundante.

Enteromorpha compressa L. Ahlm.

Esta especie, aún más escasa que la anterior en las playas del Este, vive entre las rocas, cerca del mar y en aguas de salinidad variable. Se encuentra en los mismos lugares que la anterior, en masas que si bien son más compactas, son menos extensas,

Enteromorpha linza.

Se encuentra generalmente adherida a las valvas de *Mitylus*. Es especie abundante; vive entre las rocas y en los lugares en que el mar se agita con más violencia. En las rompientes de la costa, entre la extremidad meridional de Punta del Este y Playa del Emir, se ven tupidos manojos cuyos filamentos alcanzan hasta un metro de longitud.

Gelidium corneum Huds.

Alga abundante entre las resacas; generalmente se encuentra entre valvas de moluscos. Su color oscila frecuentemente entre el violeta y el rojo; pero suelen verse ejemplares que ostentan otras tonalidades, entre otras, verdes y anaranjadas.

La trama de sus ramificaciones varía considerablemente de un ejemplar al otro, a tal punto, que en algunos casos aparentan especies diferentes.

Polysiphonia virgata Ag. Spreng.

Se encuentra en casi todas las playas de la región explorada y entre las rocas. No obstante ser una especie muy difundida, no es abundante.

Codium decorticatum Huds.

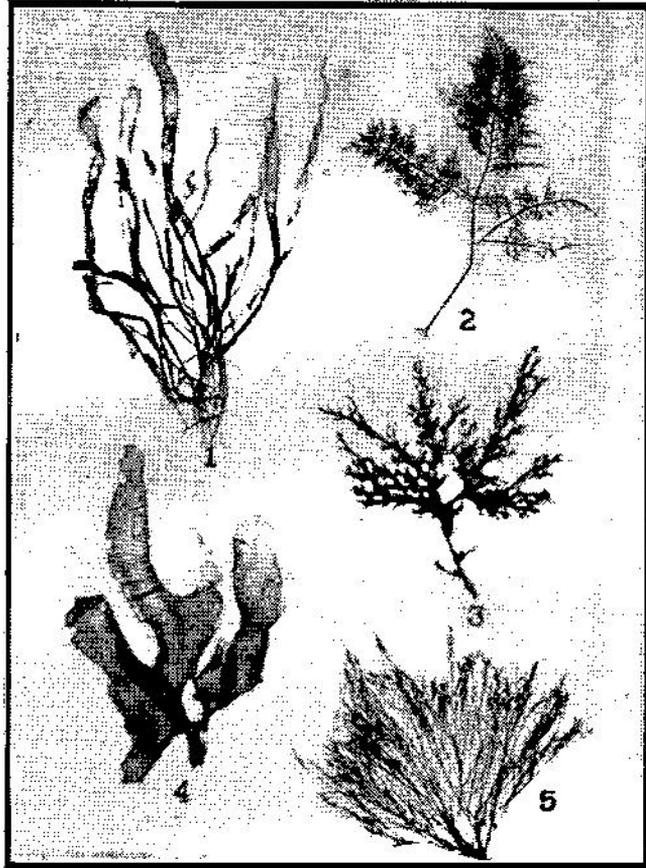
Los grandes acumulamientos de algas que arrastra el mar hacia la playa están formados, en su mayor parte, por ejemplares de esta especie. En algunos casos su proporción alcanza al noventa por ciento de las especies, considerada en peso.

Corallina granifera.

Entre las resacas se encuentra, abundantemente, fragmentos de estas algas que viven adheridas a los *Mitylus* diseminados entre las rocas. Los ejemplares arrojados a la costa y particularmente los que han estado sometidos varios días al sol, son completamente blancos y muy quebradizos evidenciando la gran proporción de sustancias calcáreas que componen sus ramas. Vivos, son de color violado presentando un aspecto análogo al de los corales en los que está inspirada su denominación científica.

Nitophyllum sinbratium Grer.

Especie de color violado, variable en su tamaño y cantidad de ramificaciones. Se encuentra en gran cantidad entre los organismos que arroja el mar.



- 1 *Enteromorpha compressa*
- 2 *Gelidium corneum*
- 3 *Nitophyllum fimbriatum*
- 4 *Enteromorpha linza*
- 5 *Polysiphonia virgata*

Organismos Animales

Esponjarios.

Las especies de esponjas que se encuentran en las playas de Maldonado son de pequeñas dimensiones y corresponden a las formas que viven en las inmediaciones. Es indudable que las mismas influencias que motivan el arrastre de las otras especies que viven en lugares alejados, actúan también sobre algunas esponjas cuya textura, insuficiente para resistir la erosión a que se encuentran sometidas en la trayectoria, les impide llegar a la costa; ésta sería la causa por la cual encontramos en la playa sólo aquellas especies cuya vida se desarrolla en las inmediaciones.

El material que hemos obtenido perteneciente a este tipo, será estudiado ulteriormente concretándonos a citar ahora, las formas predominantes que corresponden a los géneros indicados a continuación:

Halichondria.

Los ejemplares de esta esponja suelen encontrarse en buen estado debido a que su textura los defiende de la violencia de los arrastres del mar. Son de forma esférica u ovoide y de color grisáceo o amarillento; se tornan blancos por la desecación y la acción continuada de los rayos solares. La hemos encontrado en la playa grande de Gorriti, al Este de Punta Britos y en varios lugares de la Bahía de Maldonado.

Dactylochalina.

Los ejemplares de este género viven adheridos a las valvas de los moluscos y a los tubos apergaminados de algunos vermes, encontrándoseles con más frecuencia que los de la especie anterior.

La forma es digitada en algunos ejemplares; en otros, arborescente y su textura es muy delicada lo que hace suponer que su predominio sobre las otras especies sea mucho mayor del que observamos en las resacas, debido a la considerable merma que ha de verificarse en el arrastre.

Celenterados.

Muchas especies de Cnidarios viven en el Río de la Plata y casi todos ellos se encuentran con más o menos frecuencia en las costas de Maldonado. En nuestra excursión hemos encontrado en las playas varias especies de Scyphozoarios, algunos en gran abun-

dancia y particularmente en la zona comprendida entre Playa de las Delicias y Punta del Este. Las formas pequeñas como también algunas otras encontradas en la zona explorada, irán relacionadas en el estudio del plancton.

Pelagia aff cyanella.

Esta forma es sin duda la más abundante en las aguas que bañan las costas de Maldonado y como consecuencia es la que predomina en las resacas de las playas.

Los ejemplares observados son muy variables en tamaño, oscilando entre los cinco y treinta centímetros de diámetro. También su color ofrece distinta tonalidad de un ejemplar a otro, encontrándoseles de coloración azulada — generalmente — o rojiza. Casi siempre la umbrela es de aspecto vítreo, teñida de un suave color rosa. Los brazos bucales finamente manchados de color azul o violeta por su cara externa. Los tentáculos son de color rosa uniforme.

Charybdea Sps.

Menos abundante que la anterior suelen encontrarse las medusas de este género, en las localidades recién mencionadas.

No hemos podido proporcionarnos ejemplares completos de esta Cubomedusa; pero las características precisas del género nos permiten identificarla en la cantidad de los fragmentos encontrados en la playa.

Juntamente con las indicadas hemos hallado otras especies; pero el estado de deterioro de sus restos imposibilitaron su identificación.

Zoantharios.

Entre los Cnidarios encontrados hemos observado algunos de los comprendidos en esta división. Aunque con ciertas dudas por falta de material bueno, lo atribuimos al género *Antholoba*.

Además de las especies indicadas de Cnidarios en general, suelen agregarse muchas otras que en nuestra excursión no nos fué posible encontrar. La escasa variedad de formas de este tipo observada, se debe en gran parte a la época impropia para la búsqueda de tales especies.

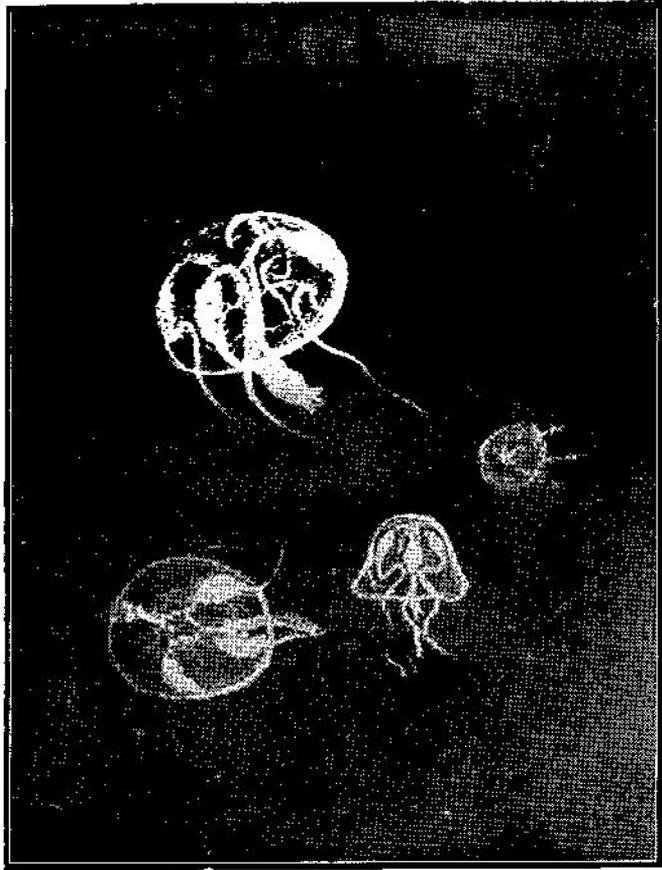
Gusanos.

Nereis arechavaletai.

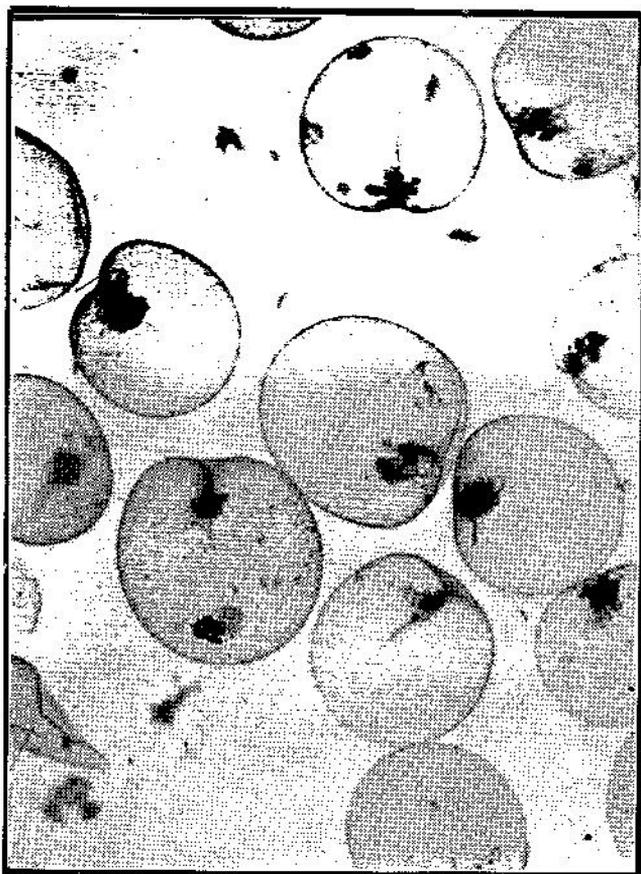
El « habitat » acostumbrado de esta especie se encuentra entre



Ejemplares de *Dactylochakina* procedentes de Isla de Gorriti y de Bahía de Maldonado, cuya distribución se indica en el texto.



Celentercos del genero *Liriope* que abundan en las capas superficiales de toda la zona estudiada.



Noctiluca miliaris.

las rocas, particularmente en los lugares donde abundan los Balanus; de allí es arrastrado por el oleaje hacia las playas en las que se les encuentra muchas veces vivos entre las resacas mojadas por las olas.

Es una de las especies más extendida en la zona costanera y se le halla entre las rocas de todas nuestras costas.

Sabella Sps.

Entre los materiales que las crecientes o mareas dejan sobre las playas y entre las rocas, pueden verse a menudo tubos apergaminaados de vermes, probablemente del género Sabella. Es de notar que en los fondos de la Bahía de Maldonado explorados en nuestro trabajo, no hemos encontrado estos organismos. En otras oportunidades hemos visto ejemplares análogos, extraídos con redes de arrastre en profundidades de cien metros, rumbo E-SE. de la Isla de Lobos. Es probable que la presencia de estas especies en las costas se deba al arrastre ocasionados por las corrientes del lugar.

Serpula marconensis.

Algunas veces sobre las rocas y con más frecuencia sobre los restos de moluscos acumulados en las playas, se encuentran pequeños tubos calcáreos pertenecientes indudablemente a esta especie. La costa de Maldonado no es lugar apropiado para su libre desarrollo, debido al incosante y frecuentemente rudo trabajo del oleaje; en cambio, en algunos lugares de la costa de Montevideo y en particular donde las aguas son bastante tranquilas, se encuentran enormes cantidades de estos pequeños gusanos.

Equinodermos

Asterina stellifera.

Especie habitante de la zona nerítica de nuestras costas del Este, encontrándose frecuentemente en los alrededores de Isla de Lobos, de donde hemos obtenido varios ejemplares, y de la costa de Rocha.

Es frecuente encontrarlos en las playas de Maldonado, arrastradas por el mar desde aquellos lugares.

Encope Sps.

En algunos restos de los lugares estudiados hemos podido reconocer este género. No conocemos ninguna referencia sobre el « ha-

bitat » de estas especies en las costas de Maldonado ; pero en cambio sabemos de varios lugares del Río de la Plata donde viven y desde donde indudablemente proceden las halladas por nosotros.

Briozoarios

Membranipora tehuelcha.

Las valvas de los moluscos suelen estar parasitadas por este briozoario cuyo desarrollo continúa, muchas veces, después de la muerte del molusco, llegando a recubrir totalmente su despojo calcáreo.

En los lugares revisados se encuentran infinidad de moluscos invadidos por esta forma. Algunas veces, aunque raramente, suelen encontrarse sobre las algas, de las cuales hemos visto un ejemplar literalmente envuelto por el animal.

Entre los briozoarios que se encuentran en nuestras aguas, es sin duda el más abundante.

Crustáceos

Balanus niveus.

Este Cirripedio es abundante sobre los *Mytilus* y *Ostreas* y su larva libre, se encuentra entre los organismos del plancton con más o menos abundancia, según los lugares. Las indicaciones referentes a estas formas larvarias dentro de la zona estudiada, serán tratadas con el estudio del plancton en el lugar correspondiente.

Lepas anatifera.

La presencia de individuos de esta especie en nuestras costas es ocasional, encontrándoseles generalmente adheridos a los materiales arrastrados desde otros lugares.

Ligyda exótica.

Este isópodo ampliamente diseminado en todas las costas, es sumamente abundante en la Bahía de Maldonado, ya sea entre las rocas o entre la resaca acumulada en las playas.

Talictrus.

A lo largo de toda la Bahía se ven estos pequeños crustáceos agitarse y saltar con sus movimientos característicos sobre las arenas, en el momento en que las olas se retiran,

Pagurus criniticornis.

Pequeño paguro que vive en los fondos de conchillas y cantos rodados. La contextura de los tegumentos del abdomen de este crustáceo, lo obliga a defenderse utilizando como vivienda los despojos de los caracoles; es con ellos que son arrastrados hacia las playas donde se les encuentra con frecuencia ya sea dentro de las Ballias o de las Olivas. Los ejemplares vivos que pudimos encontrar proceden de los fondos de conchilla situados al Sur-Este de Isla Gorriti y sobre todo del Este de Isla de Lobos donde se los obtiene con bastante abundancia.

Braquiuros.

Varias especies pertenecientes a esta división pueden reconocerse en los restos de las playas; entre ellos señalaremos, siguiendo el orden de su abundancia, los siguientes:

- Cyrtograpsus angulatus.
- Helice granulata.
- Platyxanthus crenulatus.
- Libinia spinosa.
- Lupa hastata.

Moluscos

Sería sumamente extensa, aún la sola enumeración, de las especies que se encuentran en las playas o diseminadas entre las rocas de las costas; por lo tanto, nos concretaremos a indicar algunos rasgos característicos de su distribución, incluyendo solamente las especies que por distinto concepto ofrezcan mayor interés.

Acmea subrugosa.

Entre las rocas, puatales de muelles, etc. de toda la zona estudiada, vive abundantemente esta especie, a la cual debemos añadir, aún cuando se encuentra en menor proporción, la *Siphonaria lessoni*.

Los restos calcáreos de estos moluscos se ven en todas las playas de la región.

Estas especies constituyen un buen alimento; sin embargo, llama la atención el general desinterés que manifiesta la gente por ellas, con excepción de los extranjeros y en particular los originarios de las costas del Mediterráneo, donde se encuentran especies

afines, quienes la aprovechan como alimento, prefiriéndolas a los mejillones.

Fisurela patagónica.

Especie parecida, a grandes rasgos, a los anteriores, pero de tamaño mucho mayor, cuyos restos son bastante abundantes. No hemos podido constatar los lugares en que viven; pero probablemente se encuentren en las mismas rocas que las especies recién citadas, aunque en los lugares siempre cubiertos por las aguas.

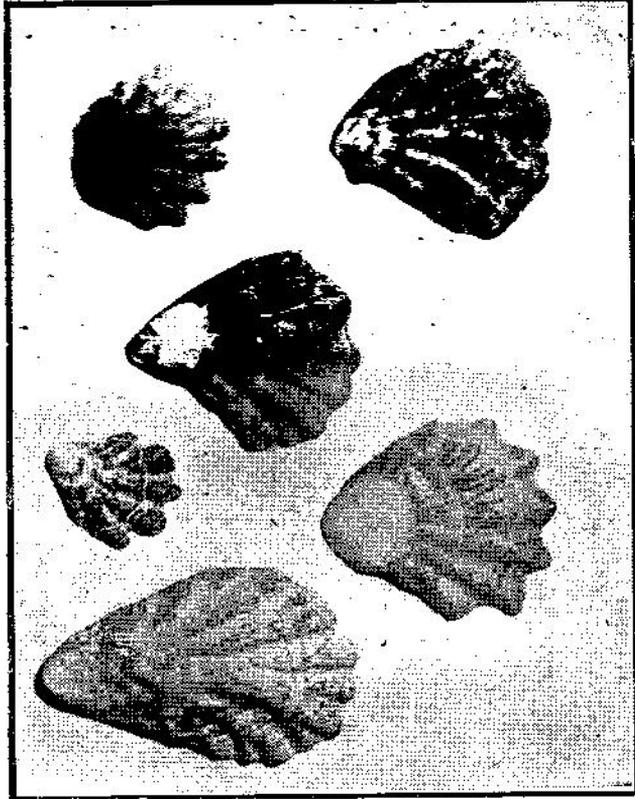
Mytilus.

En Maldonado se encuentran varias especies de estos bivalvos y algunas variedades; entre ellos predominan, en la zona estudiada, el *M. rodriguezi* y el *M. edulis* var: *platensis*. Su abundancia respectiva difiere sensiblemente en los diversos lugares; así, por ejemplo: en la parte oriental de Punta del Este, en las pequeñas zonas de arenas que limitan las rocas, se encuentran valvas de *Mytilus* en la proporción de 1/3 con relación a las de los otros moluscos. A su vez, entre ellos, predomina el *M. edulis* sobre el *M. rodriguezi*. En algunos sitios, apenas se encuentran ejemplares de este último.

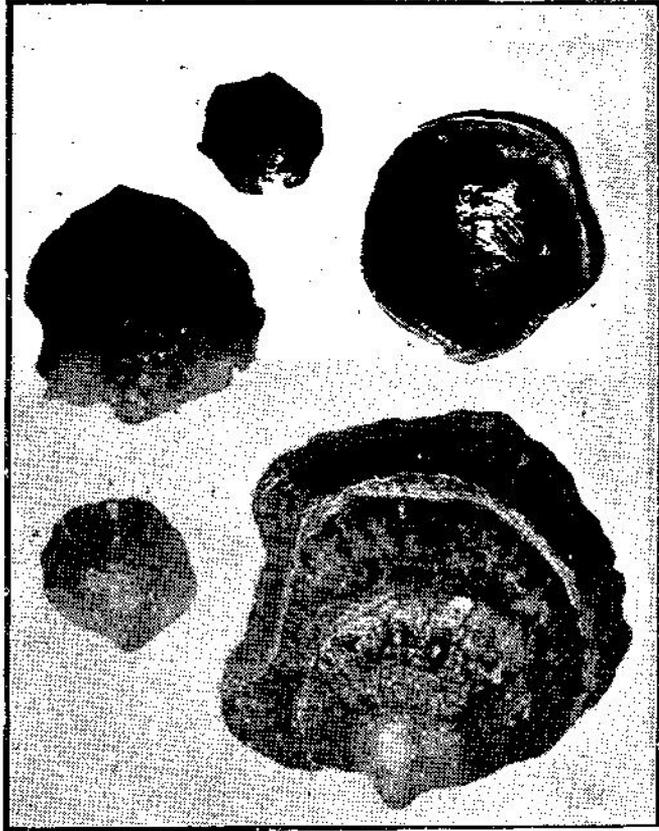
En la parte Oeste y Norte, es decir: en la zona enfrentada a Isla de Gorriti, la proporción de estos bivalvos en las resacas, es muy diferente, predominando el *M. rodriguezi* sobre el *M. edulis*. En esta misma zona se nota gran abundancia de *Ostrea puelchana* cuyo « habitat » podrá establecerse con precisión cuando se completen los estudios de plancton y se conozcan mejor los caracteres biológicos de los fondos.

Siguiendo la costa hacia Playa de las Delicias, se empieza a notar una marcada diversidad de especies. Tan pronto como se sobrepasan las zonas rocosas que se suceden en esta costa, se manifiestan muchos restos de moluscos entre los que abundan valvas de las dos especies de la familia *Petricolidae* que viven en nuestras aguas. En las últimas rocas de esta zona se encuentran fragmentos de piedra perforadas por estas especies, como también, aunque con menor abundancia, pueden verse algunos *Pholadidos* cuyas perforaciones son de un diámetro mucho mayor que el de aquellas.

Más adelante, los restos de moluscos continúan abundantes pero sin marcada predominio de especies fuera de las rocas que, desde



Plicatula ramosa



Ostrea puelchana.

luego, quedan excluidas de parangón con las otras. En estos lugares suelen encontrarse valvas — algunas intactas — de *Plicatula gibbosa*; especie particularmente interesante por la relación que guarda con otras especies industrializables y desde el punto de vista biológico en sí. En rastreos efectuados al Este de Isla de Lobos, en el canal que la separa del islote próximo, hemos constatado la presencia de ejemplares vivos, en fondos de conchilla y piedra y con los factores ecológicos que le son propios. Antes de terminar la relación de los moluscos que se encuentran en la zona de nuestros trabajos, mencionaremos la *Bullia cochlidium* de la cual encontramos ejemplares vivos sobre fondos de roca situados a 800 metros al Suroeste de la faroleta de Isla Gorriti. Esta especie no nos fue posible hallarla viva en otros lugares de los revisados; pero en cambio poseemos pequeños ejemplares de otra especie del mismo género, la *B. deformis*, de las proximidades del sitio recién indicado.

Juntamente con las especies citadas fueron encontradas otras de cierta importancia; pero debido a la irregularidad de los hallazgos no podemos establecer ninguna conclusión interesante respecto a su conocimiento.

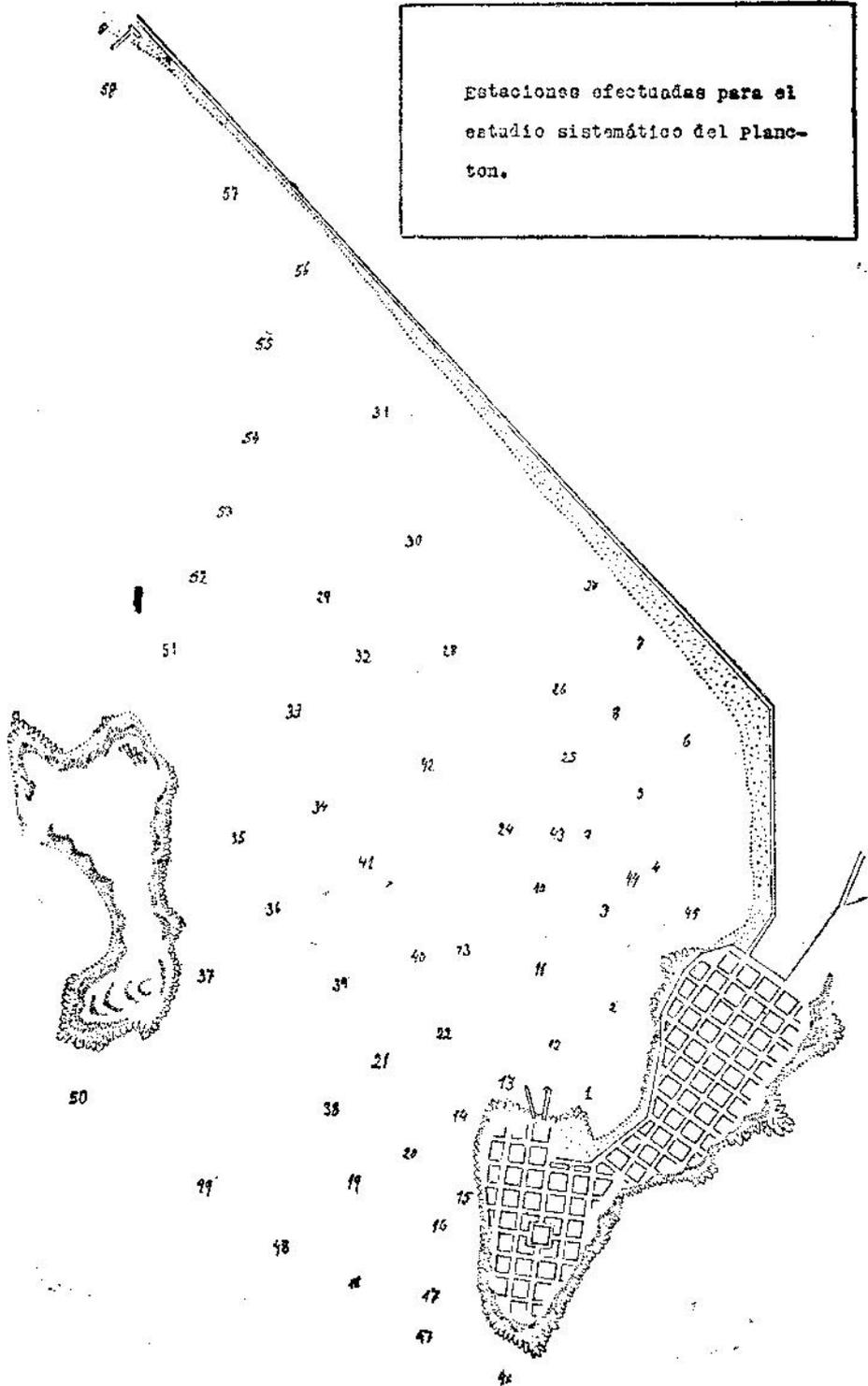
Plancton

El estudio del plancton de la zona indicada, ha sido llevado a cabo parcialmente, ya que sólo fué posible completarlo en el sector de la Bahía comprendido entre Playa de las Delicias, Isla Gorriti y Punta del Este. A este estudio debemos agregar algunas referencias de muestras procedentes de los alrededores de Isla de Lobos y José Ignacio, debidas a la oportunidad de operar en zonas cercanas e incluidas por el interés que ofrecen aquellos lugares, relacionados con la Bahía de Maldonado por el movimiento de las aguas. Las indicaciones correspondientes irán agregadas al final.

La numeración que seguimos en las indicaciones de las estaciones, corresponde al orden en que han sido efectuadas y no responden a otra finalidad más que a la comodidad de maniobras. La disposición metódica desde los diversos puntos de vista queda comprendida respectivamente en las cartas, croquis y cuadros adjuntos.

Para llevar a cabo el estudio de plancton comenzaremos por la enumeración de los organismos encontrados, haciendo oportunamen-

Estaciones efectuadas para el estudio sistemático del plancton.





Muestra de plancton de las extraídas en la primera etapa en las proximidades del Bajo del Monarca. Se nota el predominio de Chaetoceras.



En ésta foto se ve un detalle, mas aumentado con una agrupación de *Stephanopyxis turris*.

te algunas referencias; luego indicaremos algunos rasgos generales del conjunto. Nuevos estudios que se efectúen en esta parte de la Oceanografía serán llevados a cabo en la misma forma y cuando podamos reunir cierta cantidad de conocimientos que nos permitan establecer las leyes que rigen su fluctuación, habremos llevado el estudio del plancton al verdadero valor a que está llamado a representar como importante accesorio en todo lo que se relaciona con el mar, ya que en él repercuten sensiblemente todas las alternativas oceánicas en forma sólo comparable a lo que es la sangre en la economía animal.

En las páginas siguientes desarrollaremos el estudio del plancton sin atenernos al estricto rigor taxonómico moderno, ya que nuestro punto de vista se fija en la Oceanografía.

Protistos.

Thalassiotrix nitzschoides.

Esta forma es bastante frecuente en varias muestras, sin ser muy abundante, salvo una excepción que señalaremos más adelante.

En las muestras procedentes de las estaciones 5-9-19-21-22-32 y 36, es donde alcanza el máximo. Sus caracteres difieren algo de los asignados a la forma típica, acercándose a las indicadas por Frenguelli para los ejemplares que este investigador ha estudiado.

La dispersión geográfica del tipo, es extensísima, siendo además considerada en ciertas localidades, como elemento perenne del plancton pelágico. De acuerdo con los lugares en que ha sido encontrado—dentro de la zona estudiada—podemos suponer que este organismo es arrastrado hacia el norte por las corrientes, pasando por la Boca Chica a la Bahía y distribuyéndose en la forma indicada en el plano.

Thalassiosira.

Hemos podido constatar la presencia de algunas especies de este género. Dada la abundancia en que suele encontrarse en otras localidades, es probable que esta forma tenga un período de máxima abundancia y que precisamente la época en que hemos hecho estas investigaciones, sea la menos favorable.

Stephanopyxis turris.

Sólo en las muestras procedentes del Bajo del Monarca se encuentran ejemplares de esta especie que parece ser muy poco fre-

cuente. Es indudable que tratándose de formas sujetas a fluctuaciones estacionales, se encuentren, al igual que otras, en determinadas épocas del año.

Rizoselonia.

Este género merece citarse debido a la presencia de algunos ejemplares, probablemente de la forma *R. alata*; pero su exigua proporción en el plancton no da méritos para una particular atención.

Skeletonema.

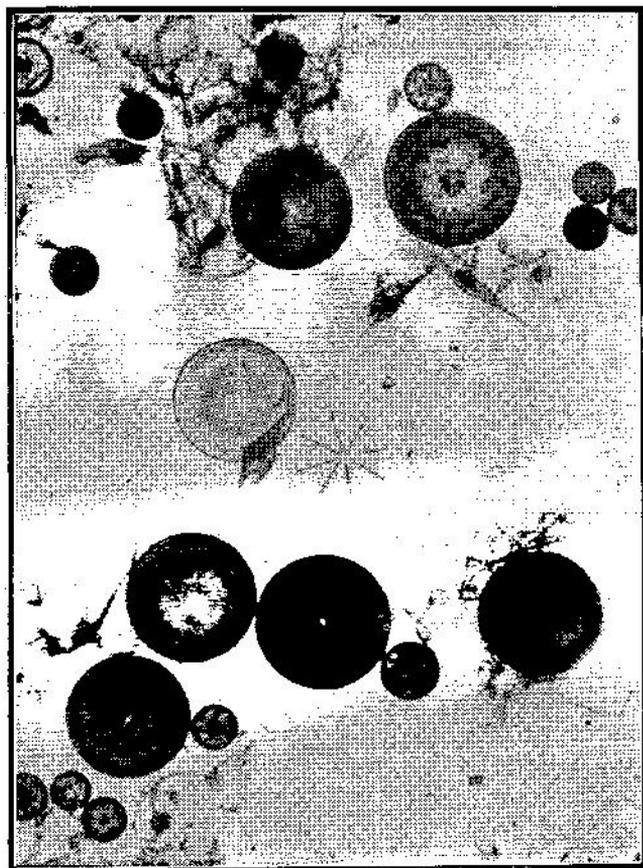
Raramente se encuentra algún ejemplar de esta forma. Es un organismo típico del plancton nerítico, muy difundido en casi todos los mares y según las observaciones hechas en el Océano Atlántico Norte, llega a su máximo de abundancia durante el verano, para desaparecer durante el invierno. Si esta misma fluctuación estacional se verifica en nuestras aguas, quedaría explicada la escasez de tales formas en nuestras muestras y la presencia, en cambio, en varias tomadas en la primera etapa de nuestra investigación, cuando todavía no se habían hecho sentir los cambios de clima propios de la estación fría.

La especie que hemos observado concuerda con los caracteres indicados para el *S. costatum*. En la lista correspondiente a la muestra estudiada se encuentra indicada la abundancia relativa de la especie.

Coscinodiscus.

En casi todas las estaciones se encuentran abundantemente los ejemplares que correspondo a este género. La abundancia relativa en los distintos lugares ofrece ciertas variaciones particulares, como se puede ver en el croquis correspondiente. En los lugares próximos al último núcleo de rocas, hacia el norte de Punta del Este, es donde se encuentra mayor concentración. Hacia el centro de la zona se nota un enrarecimiento y siguiendo en dirección oeste, más o menos hacia la parte media, vuelven a presentarse estos organismos con gran abundancia.

Entre las especies encontradas citaremos, en primer término, el *C. gigas*, var: *diorana*, de la cual vemos espléndidos ejemplares que alcanzan hasta 0. mm 29 de diámetro en las muestras procedentes de las estaciones 30 y 31. El *C. asteromphalus* es de menor tamaño que el anterior, pero es sin duda la forma más abundante en todas las muestras; se encuentra también abundantemente el *C. jonckiaanus*.



Detalle de la muestra procedente de la estación 22
en el que se ven los *Ceratium*, los *Coscinodiscus*
y una agrupación de *Thalassiostrix nitzschoides*
cuyo conjunto semeja una *Asteriolella*.

Entre las formas de menor tamaño hemos podido identificar las siguientes: *C. radiatus* var: *media*, como predominante; el *C. concinnus* y *C. excentricus* suelen encontrarse aunque con menor frecuencia.

Chaetoceras.

Las chaetoceras son escasas en casi todas las muestras, con excepción de las tomadas hacia mediados del mes de Abril en el Bajo del Monarca; en esta localidad se encuentran con abundancia extraordinaria. Entre ellas identificamos y citamos en el orden predominante, las siguientes:

Chaetoceras descipiens.

- *curvisetus.*
- » *Schuttii.*
- » *compressus.*

La escasez de especies de este género en las muestras sistemáticas de la zona estudiada y la abundancia extraordinaria de ellas en las muestras tomadas anteriormente no corresponde, dada la época en que fueron extraídas con las opiniones de los diversos autores que han estudiado estas especies, lo cual nos induce a creer que esta variación sea debida en gran parte al movimiento de las aguas en el lugar estudiado, opinión que se rectificará con ulteriores investigaciones.

Bacteriastrum.

Suelen encontrarse escasamente en varios lugares, pero una sola muestra, contiene una proporción digna de tomarse en cuenta, como se verá en el lugar correspondiente.

Biddulphia.

Esta forma planctónica es particularmente interesante desde varios puntos de vista, ya sea por su estrecha relación con organismos superiores que interesan a la industria, como por la relación directa que tienen con la dinámica del océano. Por otra parte, varios investigadores están de acuerdo en que su fluctuación se encuentra netamente contrabalanceada por otros organismos planctónicos; es decir, su abundancia corresponde a la escasez de otras especies.

La especie más frecuentemente observada en nuestras aguas, es la *B. chinensis*. Se trata de una forma nerítica sumamente difun-

dida en los mares tropicales. Ha sido encontrada en varios lugares que nos permiten establecer tres zonas: dos de ellas próximas a la costa de Punta del Este y la tercera cerca de la Isla Gorriti, según queda indicado en el mapa.

Ceratium.

En el plancton estudiado se encuentran grandes cantidades de Dinoflagelados, en particular del género *Ceratium* de los cuales se destacan por su abundancia, los siguientes:

- Ceratium furca.*
- » *tripops.*
- » *fuscus.*
- » *aff. massiliense.*

De todas las especies, la primera es la más común en número de individuos, llegando a predominar sobre los otros organismos ya sea el Fitoplancton o del Zooplancton. A ella le sigue el *C. tripops* que si bien se presenta en mayor cantidad de muestras, nunca llega a predominar sobre otros organismos.

La última especie indicada la atribuimos con ciertas dudas al *C. massiliense*. Cuando se disponga de una documentación más completa se podrá establecer con precisión, la posición sistemática de la especie observada, como también de muchas otras que hemos encontrado y cuyo estudio completará el presente.

La distribución de estas especies no se manifiesta con preferencia de lugares bien circunscriptos, sino que es algo vaga y con cierto aumento hacia la parte de la costa que forma la ensenada al Oeste de Punta del Este.

Peridinium.

Entre las especies del género *Peridinium* se encuentra el *P. divergens*, el *P. depressum* y variás otras formas.

La abundancia de estos elementos alcanza en varias muestras a proporciones considerables y su distribución incluye, a grandes rasgos, la de los *Ceratium*. En cuanto a su abundancia relativa, oscilan independientemente de éstos, alcanzando el máximun en muestras en las que no predominan aquéllos.

Distyocha.

En varias muestras se encuentran algunos Dinoflagelados probablemente pertenecientes al género *Distyocha*. La presencia de estos

elementos es bastante irregular, según nuestras investigaciones, lo cual nos impide señalar sus zonas de concentración.

Noctilucas.

En las capas superficiales abundan extraordinariamente, distribuyéndose con mayor densidad hacia las ensenadas de Punta del Este. Estos organismos se encuentran diseminados en amplias zonas, sobre todo en los mares tropicales. Su gran abundancia como también su condición de elemento superficial del plancton, ha de asumir cierta importancia en su relación con otros organismos.

Tintinideos.

Suelen encontrarse con bastante frecuencia en las muestras estudiadas, algunos elementos correspondientes al género *Tintinnopsis* y de ellos, probablemente, a la especie *platensis*. Los organismos de este género están indicados en varias localidades del Atlántico Norte para la época de verano y principios del Otoño, en tanto que algunos autores abribuyen principalmente su fluctuación, al arrastre de las aguas frías. Nosotros lo hemos encontrado en varios lugares de la Bahía y dada la situación de los diversos puntos, podemos presumir que su presencia en la zona estudiada es debida al arrastre de las aguas de Sur a Norte que pasan a la Bahía de Maldonado entre Gorriti y Punta del Este. Las estaciones efectuadas en la zona de la Boca Chica, nos proporcionaron muestras de mayor densidad de estas especies que las efectuadas en las proximidades de la Boca Grande, hecho que viene a robustecer la opinión más arriba expresada.

Anélidos.

Los gusanos están representados en el microplancton, por ciertas formas larvarias semejantes a *Sabellarias*. La concentración de estas formas se verifica en las proximidades de las costas, llegando a faltar totalmente en las partes alejadas. De acuerdo con nuestra revisión, se encuentran en la ensenada que forma Punta del Este en su parte occidental y en la costa este de Isla de Gorriti.

Formas larvarias.

Todas las muestras estudiadas contienen con mayor o menor abundancia, formas larvarias de distintos animales y en particular de crustáceos. En cuanto a larvas de moluscos, nada hemos podido encontrar de interés, salvo algunos organismos sumamente escasos y de dudosa identificación.

Enumeraremos los tipos más importantes ya sea por su abundancia como por el interés que presentan en la biología de seres superiores.

Nauplius de balanus.

Con relación al plancton de otros lugares del Río de la Plata, las formas larvarias de *Balanus* no son muy abundantes; sin embargo, teniendo en cuenta que en las costas rocosas de Punta del Este y de la Isla de Gorrití no abundan los adultos de esta especie, la cantidad de larvas que se encuentran en las aguas de la Bahía es considerable y sin duda han de formar la parte principal de la alimentación de otros animales mayores que allí viven, lo que explicaría la escasez de adultos con relación a las larvas.

Copéodos.

Lo dicho anteriormente respecto a la abundancia del plancton de la costa de Maldonado con relación al del Río de la Plata en general; podemos repetirlo para los Copéodos y sus formas larvarias cuya abundancia es menor en aquel punto que en otros lugares del estuario. Afirmación que hacemos, claro está, con los datos recogidos en esta campaña y que acaso modificarán nuevas observaciones verificadas en distintas estaciones anuales. Bien puede ser que la diferencia señalada sea debida a factores periódicos.

Los Copéodos observados pertenecen en su gran mayoría al género *Calanus*. Su distribución presenta cierta analogía con la de las larvas de Anélidos, teniendo su mayor concentración hacia la costa de Punta del Este y a lo largo de la Playa de las Delicias.

Celenterados.

Anteriormente, y refiriéndonos a las especies que el mar arroja a la playa, hemos mencionado ciertas formas de Celenterados y en particular de Medusas. Estas mismas especies forman parte integrante del plancton, encontrándose diseminadas en las aguas de la Bahía juntamente con algunas formas pequeñas del género *Liriope*, entre las que hemos podido reconocer el *L. indica* y el *L. hemisphaericus*. Este último es poco frecuente. Hemos constatado la presencia de un Ctenéphoro del género *Beroe* del cual obtuvimos algunos ejemplares de adultos.

Antes de terminar las observaciones referentes al plancton, mencionaremos las características de algunas muestras por presentar formas de interés y además por contener una proporción aprecia-



Detalle de la muestra tomada en la estación N.º 19
en el que se ven algunas peridineas del
genero *Peridinium*.

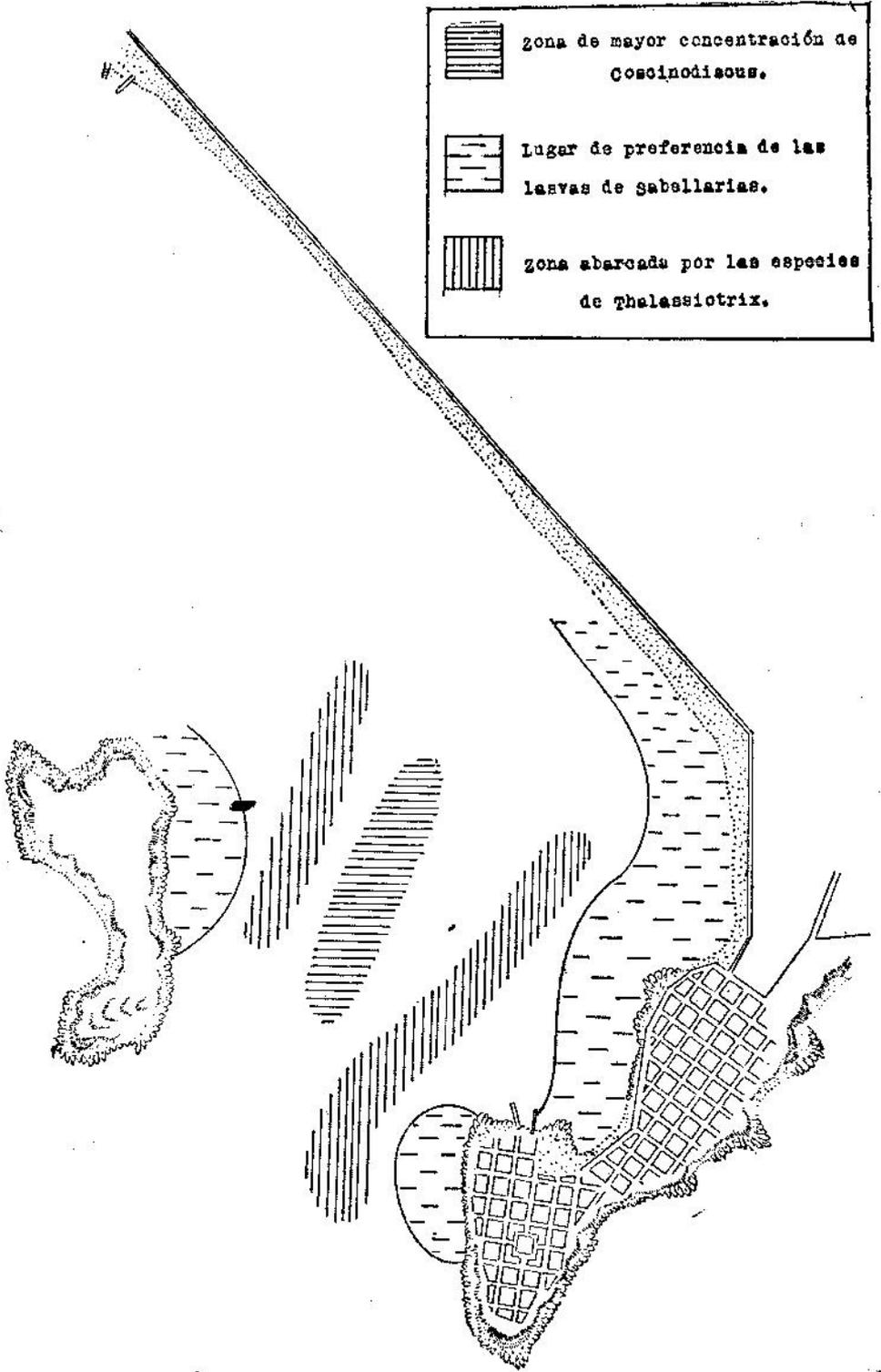
ble de ciertos elementos cuya importancia destacaremos en mayor valor a medida que nos sea posible cotejarlas con muestras de las mismas localidades extraídas en otras épocas, lo que nos permitirá establecer la fluctuación temporaria del plancton, con las consiguientes deducciones.

En la estación situada a 54° 58' 40" y 34° 56' 30", se encuentran grandes cantidades de organismos, en particular diatomáceas y algunas larvas de anélidos, cuya exigua proporción en el conjunto no merece tamarlas en cuenta. Esta estación no es anotada entre las estaciones sistemáticas de nuestro estudio por pertenecer a observaciones preliminares realizadas con anterioridad (14-IV-32). Los organismos procedentes de esta estación se encuentran en la proporción aproximada que se indica a continuación:

<i>Chaetoceras descipiens</i> Cleve	50 %
<i>Thalassiothrix nitzschioides</i> V; <i>javanica</i>	30 %
<i>Chaetoceras didymus</i> Ehr	10 %
<i>Schuttii</i>	5 %
<i>Skeletonema costatum</i> Cleve	5 %

A las especies enumeradas debemos agregar el *Stephanopyxis turris*, el *Coscinodiscus gigas* Var: ? y *Biddulphia chinensis* cuya escasa proporción nos impide señalar sus respectivos porcentajes entre las anteriores. En este lugar se tomaron dos muestras, una de ellas a las 11 h. y la otra a las 19 h.; entre ellas se encuentran leves diferencias.

Es interesante el hecho que las muestras tomadas veinte días después en la misma localidad difieren completamente de estas, encontrándose los organismos antes citados en proporción casi inversa, que podríamos representar aproximadamente indicando para las especies de *Chaetoceras* una proporción que apenas alcanza al cinco por ciento, en tanto que los *Coscinodiscus* llegan hasta el sesenta por ciento. Estos datos, aunque insuficientes para deducir conclusiones terminantes, nos inducen a pensar en dos factores como principales determinantes de la variación. La fluctuación estacional de las especies indica las, deducción fortalecida por no haber vuelto a encontrar en las otras muestras tomadas después, predominio de esas especies. Podemos pensar también en el movimiento de las aguas que en un período de tiempo tan corto las especies





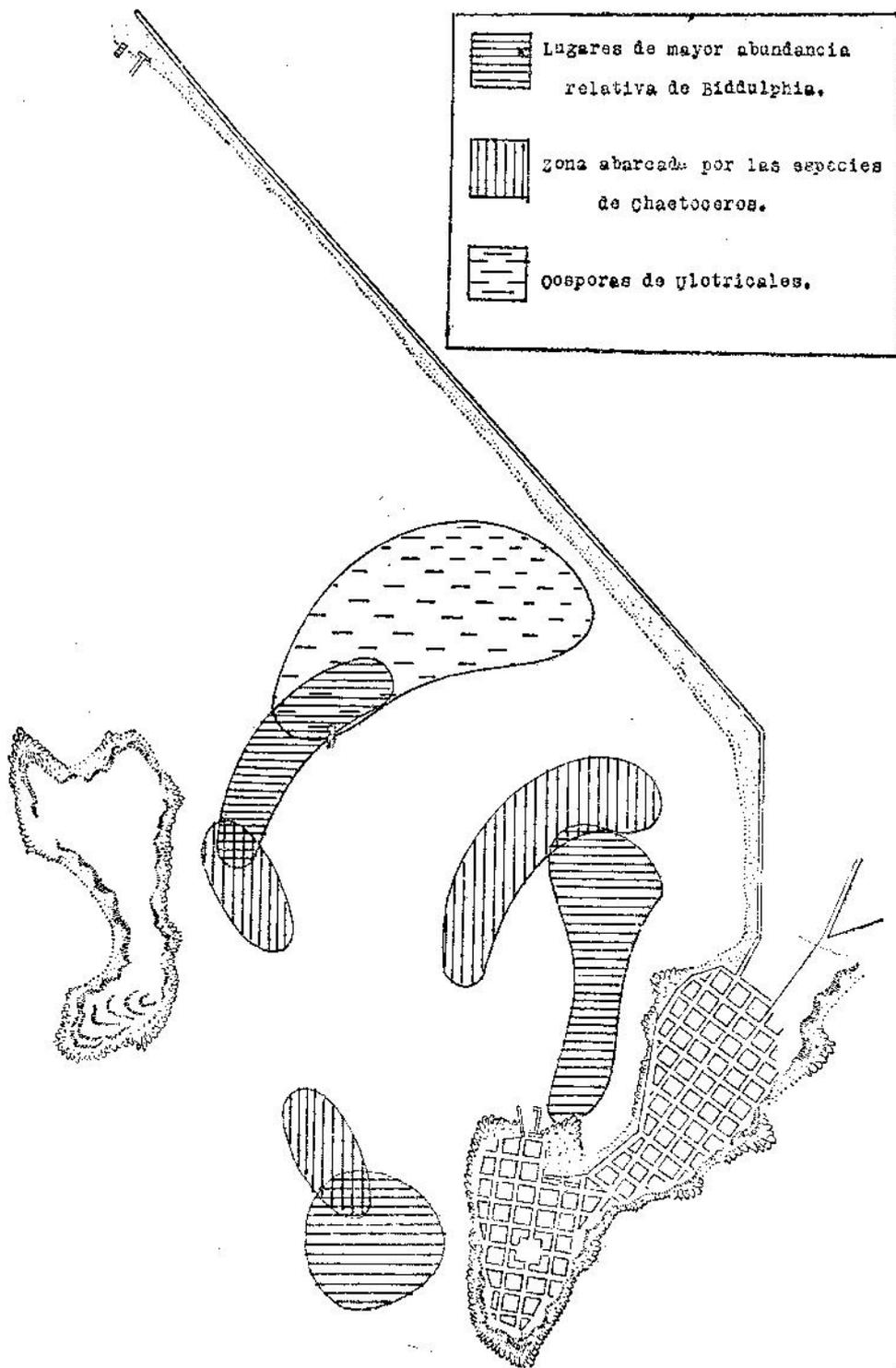
Detalle de una de las muestras en que predominan los *Ceratium furca* en el que se ven algunos *Ceratium fusus*.

predominantes han desaparecido casi totalmente como podemos ver cotejando estas muestras con las tomadas después en esas inmediaciones y en otros lugares de la Bahía. Completando en adelante estos datos con otras observaciones podemos establecer cual de esas influencias representa un papel predominante.

Fuera de las muestras precitadas encontramos que el resto del material ostenta una relación más estrecha entre los distintos lugares notándose, salvo ligeras variantes, los mismos elementos con una sola excepción en lo que respecta a las oosperas de Ulotricales que señalaremos más adelante. Si bien en las estaciones estudiadas se encuentran más o menos los mismos organismos, no sucede así en la proporción relativa de los mismos, cuya variación podemos apreciar en la planilla adjunta, en la cual indicamos las especies más frecuentes y entre ellas, las predominantes cuando alcanzan a un porcentaje importante.

Es evidente que para establecer las áreas de preferencia de determinada especie es insuficiente la constatación de su predominio, debiendo agregar a ese factor otro aún más importante, como es el de la densidad plactónica que como se comprende puede hacer oscilar enormemente el concepto de especie predominante. Por ahora y con las solas observaciones que hemos realizado, podemos decir—dada la continuidad de las estaciones como también la relativa uniformidad de las influencias físicas—que las pequeñas diferencias en la densidad de ciertos organismos tienen importancia respecto a la configuración particular del lugar indicado y ulteriormente representarán datos importantes en el relacionamiento de las variaciones periódicas.

Anteriormente citamos el caso particular de ciertos corpúsculos que atribuimos a oosperas de Ulotricales y según podemos ver en la planilla, estos elementos aparecen en las estaciones 27-28-29-30-32 y 33, enrareciéndose considerablemente en los lugares circunvecinos, hasta desaparecer en el resto de la zona. Este hecho interesa bajo dos puntos de vista: primero, por que las especies de este género se encuentran raramente dentro de la Bahía, en la que hemos encontrado solamente algunos ejemplares adheridos a los *Mytilus* que dejan las resacas; segundo, por delimitar con su presencia en el plancton una zona relativamente pequeña, en lugares de escasa profundidad y próxima a la playa, como puede verse en el plano correspondiente.



En la revisión practicada en las costas hemos encontrado espléndidos ejemplares desarrollados de Ulotricales —entre las rocas de la costa Este— en los lugares de mayor violencia del oleaje.

En circunstancias análogas a las oosperas de estas algas no hemos visto ningún otro elemento planctónico; pero nos interesa señalar la densidad de algunos organismos, entre ellos los dinoflagelados y en particular el *Ceratium furca*, que predomina en las estaciones 10-15-22-23-26-28-30-37 y 52; luego, en las estaciones 3-6-19-32, los del género *Peridinium*. En las estaciones 16 y 27, el *Ceratium triops*. En cuanto a la escasez general del zooplancton, refiriéndonos particularmente a los crustáceos, entendemos que dos factores influyen en esta circunstancia. Primero, la época en que se realizaron las investigaciones que ha de considerarse alejada del período máximo de estas especies, aún cuando todavía no podemos establecerlo con precisión por falta de documentación precisa en lo que concierne a nuestras aguas. En segundo término, sujeto también a rectificaciones de estudios posteriores, por que las características de las costas estudiadas así como las influencias dinámicas del mar en ese lugar, no determinan condiciones óptimas para la vida de las especies consideradas. Sea como fuere, es importante tomar en cuenta los datos que a ellas se refieren debido a la importancia que tienen en muchos problemas, ligados a derivaciones industriales de gran utilidad.

En la estación N.º 25, encontramos predominio de anfípodos en un plancton de escaso valor cuantitativo, en el que la cantidad de elementos señala una cifra de valor absoluto muy baja.

Queda por referir la abundancia de Acalefos que, si bien hasta ahora se le ha asignado poco valor en los estudios del plancton en cuanto a su utilidad práctica, es posible que su abundancia represente un factor digno de tomarse en cuenta. Como ya indicamos en otro lugar, su mayor abundancia corresponde a dos especies y de ellas predomina el *Liriope indica*.

Mucho queda por investigar respecto a la relación de este organismo con las otras especies, ya que su abundancia y tamaño lo hacen primar en el plancton de varios lugares. Es posible que esta suposición no adquiera una importancia absoluta teniendo en cuenta que se trata de organismos privilegiados por la naturaleza en lo que podríamos llamar su mimetismo con el agua del mar,

siempre que, como sucede con otras especies, su homocromía con el medio no sea por antítesis indicio del papel importante que tiene entre los elementos que lo circundan.

Resumen

Hemos iniciado el estudio de la Plataforma Continental de las costas uruguayas, llegando a establecer la correlación de ciertos factores en una zona de la costa del Departamento de Maldonado.

Faltos de los medios adecuados para llevar a la debida precisión nuestras investigaciones, hemos sentido la satisfacción de encontrar el apoyo decidido y meritorio por su espontaneidad de todos los que podían allanar dificultades en nuestra tarea, revelando así una justa comprensión de su trascendencia; y ratificado experimentalmente la aseveración del sabio Profesor Thoulet, al afirmar que para la realización de estudios oceanográficos no se ha menester de recursos dispendiosos, con lo cual se demuestra que el país estará siempre en condiciones de mantener investigaciones de este orden tan necesarias al desarrollo de las múltiples industrias y especulaciones científicas del mar. Los beneficios a obtenerse compensarán con creces los medios que se consagren a la realización de tales estudios. Y hemos de sumar al aliciente de esa ayuda eficaz, el que nos proporcionó la Naturaleza permitiéndonos observar desde nuestro improvisado laboratorio de Punta del Este, una de las maravillosas metamorfosis del escenario de las aguas al reemplazar-nos el afligranado paisaje del fitoplancton de nuestras primeras estaciones, por las adustas formas que anuncian el invierno.

Estos factores y su presentación quedan establecidos en las descripciones desarrolladas en estas páginas, en los cuadros, croquis y mapas: Henos, entonces, en el camino que nos conducirá con el correr del tiempo y la persistencia en la labor iniciada, al conocimiento serio de nuestras aguas permitiéndonos oportunamente establecer con fundamentado criterio los lugares y épocas en que viven las especies y las condiciones de nuestros ríos y mares. Desplazando, por el magisterio de la observación y el estudio, la rutina con su secuela de errores; trocándola por las ventajas de la ciencia.

INDICE

PARTE I

	<u>Págs.</u>
Prefacio	3
Breve reseña histórica del Servicio Hidrográfico de la Armada, desde su fundación . .	5
Decreto de creación del Servicio Hidrográfico.	5
Modificación del decreto anterior.	7
Cartas confeccionadas hasta el año 1932.	11
Personal del Servicio Hidrográfico	13
Reglamento del S. II.	17 y 19
Leyes de Servidumbre y Ocupación de la Propiedad privada y construcción de señales geodésicas, topográficas, etc. y su conservación.—Ley N.º 4334.	25
Ley N.º 8241,—Catastro.—Cuidado de las Señales	27
ORIENTACION GENERAL DE LOS RELEVAMIENTOS HIDROGRAFICOS A EFECTUARSE EN EL TERRITORIO DE LA REPUBLICA.	29
Métodos de trabajo y normas para los operadores	
División de la Carta General en Secciones	29
Orden de ejecución de los trabajos.	30
Instrucciones para las Comisiones.	30
Generalidades para el relevamiento de una carta	32
Construcción de los pilares y miras	
Miras para los vértices principales.—Prolongación de la Señal.— Construcción del pilar.—Materiales para la construcción	35 a 44
Señales y pilares Secundarios.	44
Triangulación y Base	
Medición de ángulos.-- Verificación del cierre al ho-	

	<u>Págs.</u>
rizonte.—Tolerancia.	46 a 53
Triangulación Secundaria.	54
Poligonal y Topografía.	
Tolerancia.—Conducción del trabajo. - Tolerancia para el error lineal de la poligonal	54 a 60
Nivelación.—Operaciones de mar.	
Mareógrafos. — Sondajes. — Situación. — Densidad de sondajes.—Reducción de sondajes.—Investigación de bajíos, bancos, etc.	60 a 67
Planos y Croquis.—Derrotero. - Detall para las Comisiones en campaña. — Reglamentaciones especiales.	68 a 71

P A R T E II

RELEVAMIENTOS HIDROGRAFICOS

Trabajos efectuados.	
Carta N.º 1.—Cuarteron del Arsenal de Marina y sus proximidades. —Carta N.º 2.—Puerto de Nueva Palmira (Río Uruguay).— Carta N.º 3.— Bahía de Maldonado (Río de la Plata).	75 a 79
Informe del T/N., J. F. Lamarthée, sobre los resultados de campaña de 1926-1927.—Datos para el Derrotero.	81
Carta N.º 4.— Río de la Plata. Desde Punta de José Ignacio hasta Punta Ballena	96
Memoria presentada por el A/N, Z. V. Rodríguez sobre los trabajos de topografía, de P. Ballena a P. José Ignacio.	101
Nivelación de P. del Este a José Ignacio.	105
Relevamiento de la Isla Gorriti (Bahía de Maldonado).	105
Relevamiento de la Isla de Lobos (Río de la Plata).	106
Informe del Jefe de la Comisión Hidrográfica. Carta N.º 4. 1932.	109
Equipos radiotelefónicos para las Estaciones de Sonda.	111
Transportador del escandallo, para sondajes.	114

	<u>Págs.</u>
Método de sondajes y su situación.	116
Colocación de los sondajes en la carta. — Reducción de sondajes al plano de referencia.—Análisis de los resultados.—Situación de puntos conspicuos.—Trabajos complementarios.—Sub Comisiones.—Declinación magnética.—Coordenadas, trazado de la carta y reproducción	120 a 133

P A R T E I I I

METODOS DE OBSERVACION, DE MEDIDA Y DE CALCULO

MEDICION DE LA BASE.—Alambre Invar e Instrumentos auxiliares para la medición.—Operaciones en el terreno y cálculos.	
Principio de la medición.—Reperes móviles.—Anteojo de nivelación.—Anteojo de alineación.—Iluminación de los reperes.—Trípodes tensores.—Tambor para arrollar los hilos.—Reperes de la Base.—Accesorios diversos	137 a 150
Manipulación del Hilo Invar.—Uso de los aparatos en el terreno.—Planillas y Cálculos.	
Distribución del personal.—Arrollamiento de los hilos en el tambor.—Hilos arrollados en el tambor.—Hilo en corona.—Conservación.—Puesta en estación de los reperes móviles.—Medidas	151 a 163
Recomendaciones particulares.	
Tratamiento y maniobra de los hilos.—En estación.—Trípodes tensores.—Reperes móviles.—Observaciones.	165 a 169
Cálculos y Tablas.	
Correcciones a las medidas. — Modelo de una libreta de operaciones en el terreno.—Ejemplo.—Libreta de pedientes.—Resumen de las operaciones parciales.—Proyección horizontal de la Base y precisión	

	<u>Págs.</u>
obtenida.— Reducción al nivel medio del mar.— Tirada complementaria	171 a 185
Cálculo de las variaciones del acero-niquel Invar.	
Estudio.—Certificado de cuatro hilos de 24 metros.— Descripción.— Valores de los hilos a 15° y a la tensión de 10 Egs.— Nueva comparación en la Ba- se Mural del « Bureau International » (Julio de 1931).— Cinta.	187 a 194
Tablas de Correcciones a las medidas efectua- das con hilos Invar.	
Explicación y uso de estas tablas.— Tabla I, de va- lores obtenidos en el Comparador.— Tabla II, va- riaciones en función de las temperaturas medias.— Tabla III, variaciones accidentales por cambios de temperatura en cada tirada.— Tabla IV, corrección por inclinación del hilo.— Ejemplos.— Tablas. . .	195 a 204
Equipo Invar de mano.	205

TRIANGULACION

Medición de ángulos por vueltas al horizonte.	
Cálculo de la red y compensación.	
Medición de ángulos.—Planilla.—Cálculo de erro- res.—Cálculo de los ángulos definitivos (ángulos me- dios observados).—Observaciones de pesos diferen- tes.—Cálculo de la corrección.	209 a 222
Cálculo de centración de ángulos. — Tolerancia para la determinación de los elementos de centra- ción.—Planilla y ejemplo de un cálculo.	223 a 228
Desarrollo de la base.	
Compensación y cálculo de un cuadrilátero. — Angu- los medios observados. — Primera compensación. — Formación de la ecuación lateral. — Ángulos com- pensados.—Cálculo del desarrollo de la base.—Cál- culo de los otros triángulos del cuadrilátero . . .	229 a 236
Compensación y cálculo de un cuadrilátero.— Planilla	237

	<u>Págs.</u>
Compensación y cálculo de un pentágono.—	
Planilla	243
Compensación y cálculo de un triángulo.—	
Triángulo principal. — Planilla de cálculo.	249
Trasmisión de los errores cometidos en la de-	
terminación de los elementos de los triángulos.—	
Límite de la cadena cuando se alcanza el error to-	
lerable. — Error medio angular de una cadena de	
triángulos.	254 a 259
Cálculo de triángulos secundarios. — Planilla de	
cálculo.	261
Poligonal.— Método de cálculo y plantillas.	265
Transporte de coordenadas geográficas. — Fórm-	
ulas prácticas. — Su aplicación a los trabajos en	
nuestro país.—Interpretación de las fórmulas.—Ta-	
blas para el cálculo. — Ejemplo de un cálculo de	
transporte de coordenadas geográficas	273
Fórmulas prácticas.—Aplicación de estas fórmulas a	
nuestros trabajos. — Cálculo de Latitud. — Cálculo	
provisorio. — Cálculo definitivo. — Ejemplo de un	
cálculo de Latitud.—Cálculo definitivo de la latitud	
de llegada.—Cálculo de la Longitud. — Ejemplo.—	
Cálculo del Azimut.—Ejemplo.	273 a 288
Cálculo de las Tablas de P. Q. R. — Tablas de	
P. Q. R.	289 a 295
Proyección de Mercator. — Trazado de canevas y	
de las escalas. — Construcción del esqueleto.—Eje-	
cución.— Planillas. — Situación en el plano de los	
puntos principales	297 a 304
Tabla 1, de longitudes lineales del arco de un minu-	
tuto de paralelo.—Tabla 2, equivalencia de un mi-	
nuto de latitud creciente, expresada en minutos de	
ecuador y dada para las latitudes entre 30° y 36°.	305 a 308

PARTE IV

Págs.

ASTRONOMIA GEODESICA

Latitud por el método «Sterneck»	311
Lista de estrellas para confeccionar un programa Sterneck	313
Programa Sterneck.	314
Cálculo.— Planilla de Cálculo.— Resumen.	316 a 319
Tabla de Valores de la Refracción Media (Bowie)..	320 a 322
Cálculo del Tiempo por el método «Stechert». Deducción de las fórmulas.—Elección de las parejas.—Ejemplo práctico.—Precauciones en la observación. — Correcciones teniendo en cuenta lecturas de nivel	323 a 331
Cálculo de longitud	333
Tablas de parejas Stechert	334
Azimut de una línea por observaciones de σ de Octantis. Fórmulas.—Observaciones del astro.—Diagrama para el calaje.— Planilla de cálculo	343 a 348
Ejemplo de un cálculo de Azimut por observación de σ de Octantis (Pilar Punta del Este)	349
Planilla de cálculo del azimut.	350 a 351
Tablas de los valores de $\log. \frac{1}{1-a}$	352 a 360
Descripción, uso y correcciones del Teodolito Universal «Kern - Aarau»	363

PARTE V

OCEANOGRAFIA

Estudios Oceanográficos en la Bahía de Maldonado.	383
--	-----

Condiciones Físico—Químicas del agua.— Breves consideraciones sobre la biología de las costas de Maldonado.— Organismos vegetales.— Organismos animales.— Gusanos.— Equinodermos.— Briozoarios.— Crustáceos.— Moluscos.— Plancton.— Protistos.— Resumen	386 a 408
---	-----------

FE DE ERRATAS

Pág. línea	Donde dico :	Debe decir :
10 9	su primer	un primer
10 10	estudios, tal	estudios. Tal
11 21	lanación	la nación
12 12	corresponde	comprende
12 1	triangulación	triangulación
15 7	Moore	More
21 24	publiciones	publicaciones
25 10	castrales	catastrales
32 30	superficiado	superficie de
44 32	mojar	mojar
46 16	revelados	relevados
55 26	$\alpha = \frac{4''}{\sqrt{A}}$	$\alpha = \frac{4''}{\sqrt{A}}$
56 1	correspondientes	correspondiente
56 2	vuelas de horizonte	vuelas al horizonte
57 15	una las	una de las
58 14	configuración	la configuración
60 19	$S = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$	$\Delta S = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$
60 20	Testar todo el renglón y agregar lo siguiente.	Fórmulas para deducir la tolerancia lineal del error de cierre de la poligonal : Cuando $K < 3$: $t = 0,2 K \sqrt{\frac{n}{K}}$ Cuando $K > 3$: $t = \sqrt{n + 0,2 K^2}$ K es el largo de la poligonal, expresado en kilómetros. n es el número de lados medidos.

Pág. línea	Donde dice :	Debe decir :
61 9	dirección	dirección
62 10	los 150 metros	los 50 metros
62 28	podrán	pondrán
73 2	HIDROGRAFIDOS	HIDROGRAFICOS
91 34	Boca China	Boca Chica
96 6	Latitud 34° 58' 13" S	Latitud 34° 58' 13" S
99 1	revelamiento	relevamiento
101 14	revelamiento	relevamiento
105 6	oeste	Este
112 24	sumistrar	suministrar
113 3	sujección	sujeción
125 6	Nordeste	N. W.
128 12	Casa habitación está situada	Casa habitación. Está situada
166 3	unhilo	un hilo
203 --	(Tablas IV.-En las cinco tablas)	Corregir los números de las páginas correlativamente a los números impresos al pie de cada tabla (203 - 203a - 203b - 203c - 203d).
203d 1	Tabla V. (Continuación)	Tabla IV. (Continuación)
281 4	1933	1913
283 26	será igual la	será igual al

Nota : La Parte V.— Oceanografía, es una colaboración de los Srs. Luis P. Barattini y Guardia Marina H. Martínez Montero.