

526-9

MEDICION DE LA BASE GEODESICA
DE SANTA ELENA

POR EL SERVICIO HIDROGRAFICO DE LA ARMADA

INFORME

que el Sr. Ingeniero Geógrafo y Consultor Técnico
de la Mencionada Institución

Dn. LUIS G. TUFÍÑO

presenta al Ministerio de Guerra y Marina.

1933



QUITO

TALLERES TIPOGRAFICOS NACIONALES

Primera Parte

CAPITULO I

CONSIDERACIONES GENERALES

CONCEPTOS DEL CONSULTOR TECNICO SOBRE LA EFICIENCIA DEL PERSONAL.—LAS CARTAS MARINAS ASEGURAN LA NAVEGACION.—OBJETO FORMAL DEL SERVICIO HIDROGRAFICO.—NOMINA DEL PERSONAL QUE MIDIO LA BASE DE SANTA ELENA.

La medición rigurosa y exacta de una línea geodésica comprendida entre dos puntos situados sobre las verticales que pasan por sus extremos, es un asunto de suma importancia en la solución de los problemas geodésico-hidrográficos; y por ser de capital importancia, pide que se aumen toda clase de esfuerzos para que los resultados de las medidas directas se correspondan entre sí, dentro del límite tolerable de error, y satisfagan por completo las exigencias de la exactitud matemática.

Hagamos, por el momento, abstracción casi completa de todos los medios que concurren a la determinación de tales elementos básicos, para entrar de lleno en el estudio ejecutado en el mismo campo de operaciones, puesto que de los principios teóricos y de las características instrumentales, las bibliotecas, en general, se hallan muy ricas de obras de consulta sobre la materia. Como lo importante en este caso es la exposición del **método empleado** en la aplicación de los mismos principios científicos, nos concretaremos únicamente a dilucidar los casos que atañen a las dificultades opuestas por el terreno y otros obstáculos que no dejan de entorpecer la exactitud de las mediciones, a fin de formarnos un juicio más exacto acerca de los valores que se dan hoy a la publicidad con respecto a la medición de la **Base Geodésica de Santa Elena**.

Hay ocasiones en que los corresponsales de la prensa, sin parar mientes en lo arduo de las cuestiones que proponen, aseveran conceptos que no andan bien ajustados a la verdad de los hechos; sin embargo, cuando sus informaciones son de fuente fidedigna, el caso muda de aspecto y lleva el sello de la importancia que todo asunto científico reviste.

El Corresponsal de Salinas del Decano de la prensa del Ecuador tuvo el acierto, no sólo de solicitar datos del mismo Consultor Técnico de las operaciones hidrográficas, sino también de concurrir personalmente al campo del trabajo para cerciorarse de todo cuanto los Jefes y Oficiales de la Armada ejecutaban, con motivo de la medición de la Base, en la extensa llanura comprendida entre San Lorenzo y Muey del Cantón Santa Elena; y como sus aseveraciones no se apartan un punto de la verdad de las cosas, copio a continuación algunas de ellas, a guisa de introducción a la presente Memoria:

“En la ejecución de esta obra, dice el Sr. Tufiño, juega mi honor profesional que vale más que mi vida; pero no fracasará nunca, porque, como usted lo observa, los Jefes y Oficiales de nuestra Armada trabajan con conocimiento de causa y cada cual en su cometido, pero todos bajo el imperio del principio científico que aplican. Y este rendimiento es la mejor prueba material de su competencia adquirida, con intensa labor, en sólo tres semanas de constantes estudios sobre el uso y manejo de los aparatos “Jaderin” con los que ahora están midiendo esta Base. Puedo a Ud. asegurarle, que el aprovechamiento científico que todos ellos van día a día adquiriendo, es la garantía más palmaria para que confiemos plenamente en su eficiencia técnica.

“Sus estudios me satisfacen en todo sentido, por cuanto nada ejecutan sin una preparación previa y profunda de los principios aplicables al caso concreto. Pues, tienen este criterio: que las cosas deben realizarse no porque así se les dice u ordena, sino porque así hay que hacerlo. Culminarán en sus propósitos, porque no hay nada que los arredre, a pesar de los escasísimos medios con que cuentan para sus movilizaciones.

“El levantamiento hidrográfico de nuestras costas atañe muy de cerca a los grandes intereses de la navegación mundial, en los que, indudablemente, se incluye la vida económica de nuestro país.

“La navegación tiene que asegurarse a todo trance, para que, más tarde o más temprano, contemos con este único factor que incrementa el comercio y favorece el turismo en sus más amplias manifestaciones.

“Los estudios de la profundidad del mar, en las proximidades de nuestras costas, tienen que ser absolutamente precisos: tan precisos que podamos reproducir fielmente, y por medio de cartas que parezcan fotografías, su relieve interior, cuyos puntos más principales deben quedar determinados por sus elementos geográficos, tales como su **profundidad**, su **latitud** y su **longitud**. Esta situación o resultado no se alcanza sino con puntos de apoyo en

tierra, determinados con relación a una **base fundamental**, medida directamente y con la exactitud más grande que concebirse pueda, a fin de que las cartas marinas correspondan a su objeto y sean la parte complementaria de la Carta General de la República. Si así no fuese, no podría tampoco establecerse el enlace y control de las operaciones triangulares con las otras bases que próximamente van a medirse en Guayaquil, Puná y Manta. Esta es la razón por la cual la medición de bases de esta clase constituyen siempre un verdadero acontecimiento en el mundo científico, por cuanto del mayor grado de precisión de ellas depende la exactitud de las cartas geográficas, sean terrestres o marinas". (Tomado de **El Telégrafo**, de Guayaquil, 16 de Junio de 1933).

Esbozada así y en términos generales la importancia de la medición de una **base geodésica** para el desarrollo de las operaciones hidrográficas que van a ejecutarse en la costa ecuatoriana, en orden a obtener una verdadera carta marina que satisfaga por completo las exigencias de la navegación mundial, pasemos ahora a considerar los verdaderos puntos de vista de los trabajos que acaban de emprenderse; pero antes de esto, vamos a dejar constancia de la nómina del personal del Servicio Hidrográfico que actuó en la medición de la Base Geodésica de Santa Elena:

Capitán de Fragata **Carlos G. Ibáñez**, Jefe del Servicio Hidrográfico;

Ingeniero Geógrafo **Luis G. Tufiño**, Consultor Técnico de los trabajos hidrográficos y Jefe de la División Geodésica del Servicio Geográfico Militar;

Capitán de Corbeta **Teodoro Brito C.**, Jefe de la Brigada Mareológica y Meteorológica;

Capitán de Corbeta **César A. Mogollón C.**, Jefe de las Brigadas Hidrográficas;

Teniente de Fragata **Francisco Fernández Madrid**, Jefe de la Brigada de Calculadores;

Teniente de Fragata **Juan T. Constante M.**, Ayudante de las Brigadas Hidrográficas;

Teniente de Fragata Ingeniero **Luis E. Jarrín G.**, Jefe de la Brigada de Nivelación y Ayudante General;

Teniente de Fragata **José F. Manosalvas S.**, Jefe de la Brigada de Triangulación;

Alférez de Navío Ingeniero **Abraham Game B.**, Ayudante de la Brigada de Nivelación;

Alférez de Fragata **Enrique G. Medina B.**, Ayudante de la Brigada Mareológica y Meteorológica; y

Sargento de Armas **J. Antonio Mata S.**, Amanuense de la Dirección Técnica.

Personal del Servicio Hidrográfico .—1933



De izquierda a derecha, 1ª fila: Tenientes de Fragata Juan T. Constante M., Francisco Fernández Madrid, José F. Manosalvas S., Isaiás Álvarez;
2ª fila: Capitán de Corbeta Teodoro Brito C.; Capitán de Fragata Carlos G. Ibáñez (Jefe del S. H.); Capitán de Corbeta César A. Mogollón C.;
3ª fila: Alférez de Navío Ing. Abraham Game B.; Teniente de Fragata Ing. Luis E. Jarrin G.; Alférez de Fragata Enrique G. Medina B.

CAPITULO II

ESTUDIOS PRELIMINARES

DESARROLLO DEL PROGRAMA ESPECIAL DE LOS TRABAJOS EN SANTA ELENA.—CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA BASE GEODESICA.—PRECISION DE LOS APARATOS "JADERIN"—LOCALIZACION DE LA BASE.—CROQUIS DE LA TRIANGULACION.

Nadie puede echar a imaginación que el mérito de una obra no se halle íntimamente ligado con los estudios que preceden a su ejecución; y en el caso presente, con los del **reconocimiento del terreno** en que se va a operar, para con profundo conocimiento de sus detalles y accidentes o de cuanto constituya su relieve, poder llegar, sobre seguro, a la finalidad del propósito, cualquiera que fuese su orden o naturaleza.

Si hemos de considerar el objeto formal de lo que el Servicio Hidrográfico persigue, los estudios preliminares o de reconocimiento debían corresponder necesariamente a las condiciones íntimas del mismo problema, cuya solución es la siguiente: medir una base fundamental, es decir, medir directamente uno de los lados de la red triangular que atraviesa una zona, para deducir, por el cálculo, la extensión de los demás lados y obtener así todos los elementos en que han de apoyarse las operaciones del levantamiento hidrográfico.

El personal del Servicio Hidrográfico no se apartó un punto de este criterio; y por que no se apartó, entró de lleno en la ardua labor de resolver la primera parte del problema con un criterio muy amplio y con la acuciosidad que bien se merece esta clase de empresas científicas. Por esto que, sin más tregua que la de dos días para preparar su cuartel en la misma población de Salinas, dió comienzo a sus primeros trabajos el 13 de Mayo de 1933 en la extensa planicie que, a modo de lengua de tierra, se extiende hacia el oeste de la costa del Ecuador. Se recorre la zona en tres días seguidos, anotando todos los puntos elevados que quedan tanto en la costa como en el interior de la punta de Santa Elena; se efectúa, en una palabra, el "barrido de horizonte" desde cada una de las estaciones, y se trazan los croquis respectivos con distancias aproximadas, determinadas una a una con el telémetro "Zeiss" y con rumbos magnéticos, para que la situación de los vértices probables de la red que ha de trazarse nos dé una idea bastante aproximada respecto a la localización de la Base fundamental de operaciones.

Como en el programa relacionado con la ejecución de los trabajos técnicos en el cantón Santa Elena se hizo constar que en el primer tiempo del año en curso, esto es, en el lapso de sólo dos meses más o menos, a contar del 13 de Mayo, se mediría la base, previa construcción y señalamiento de sus extremos; se formularía el trazado de la red triangular; se construirían las señales de sus vértices desde El Centinela, pasando por la Libertad, San Lorenzo, Salinas, La Puntilla de Santa Elena y la Punta Carnero, hasta Ancón; y se efectuarían, a raíz de estos trabajos, todos los cálculos de Gabinete relativos a la misma **base geodésica de Santa Elena**, la presente Memoria tratará, como punto principal, de dicha Base: por lo que, vamos a dar a conocer cuáles fueron sus características, cuál su localización, por qué se adoptó como longitud de base una extensión inferior a dos kilómetros, y cuál fue la causa imperativa para que se la midiese independientemente de los lados de la misma red triangular.

Trataremos por partes:

1º CARACTERISTICAS.—En uno de los párrafos del capítulo anterior se hizo mención especial de que próximamente se medirían tres bases más: la primera en Guayaquil, la segunda en Manta y la tercera en Puná; dispondremos, por consiguiente, de cuatro bases para las comprobaciones de las redes que van a trazarse en la costa ecuatoriana y al sur de la **línea equinoccial**, dejando para después las demás operaciones hacia el norte de la gran línea imaginaria, **el ecuador**.

Por otra parte, como la localización de los puntos de apoyo para el levantamiento hidrográfico comprenderán lados que alcancen la extensión media de diez kilómetros, parece muy natural suponer que debe haber proporcionalidad entre esta extensión y la de las bases medidas directamente; además, como la tendencia actual en la medición de los lados fundamentales consiste en medir extensiones variables entre uno y cinco kilómetros, por más que su finalidad se refiera al levantamiento de grandes extensiones de terreno, el acumulamiento de errores que necesariamente entraña la medición directa del lado fundamental tiene que ser menor, y, por lo mismo, de influencia también menor en la determinación de los elementos geográficos de los demás lados. Las bases de comprobación, como las de Manta, Guayaquil, Santa Elena y Puná, en el orden de sus latitudes, no están entre sí separadas por extensiones que impliquen grados geográficos de diferencia, y al medirse bases pequeñas, el cálculo de los errores a distribuirse tiene que ser, en primer lugar, casi inmediato; y, en segundo lugar, nada escabroso, debido al número mínimo de compensaciones.

Fuera de estas especificaciones, existe otra finalidad en la medición de dichas bases, a saber: la conexión o enlace de las operaciones hidrográficas con las simplemente terrestres que el Servicio Geográfico Militar ejecuta en la región interandina para el trazado de la Gran Carta General de la República.

2º APARATOS "JADERIN"—Esta consideración entraña una razón más para que la medición de cada una de las bases antes mencionadas sea hecha con toda la precisión del caso y empleando instrumentos, en lo posible, perfectos, tales como los de "Jaderin", modificados por los señores Guillaume y Benoit, Directores de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas y construidos por la casa Secretan, de París.

El descubrimiento del metal **invar**, aleación de acero y níquel en la proporción del 36 al 42 por ciento de este último metal y con un coeficiente de dilatación muy pequeño e igual a 0.5μ y más o menos entre 0° y 60° , simplificó en mucho el sistema de los aparatos "Jaderin", por la supresión del hilo de latón y la facilidad de las indicaciones de temperatura, sirviéndose sólo de un termómetro fronda para el cálculo de las dilataciones del hilo **invar**. Al hablar de estos aparatos, no podemos por menos que afirmar que satisfacen por completo al grado de precisión que se exige en esta clase de estudios, y son, además, de fácil manejo; y por cuanto con estos mismos se han medido ya dos bases geodésicas en el Ecuador, cada una en un tiempo muy corto y alcanzando siempre resultados tan precisos como si hubiesen sido medidas con los de Bruner, podemos decir que son perfectos.

En efecto: el Servicio Geográfico Militar midió en 1931 la **base Geodésica de Yaruquí** empleando los aparatos "Jaderin" que fueron construidos pocos meses antes por la Casa Secretan, Ch Epry, etc. y Jacquelin, Sucesores, de París, de orden del Gobierno del Ecuador y bajo el control del señor General Georges Perrier, miembro del Instituto de Francia y Secretario perpetuo de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional; y el Servicio Hidrográfico de la Armada ha hecho uso de estos mismos aparatos para medir en 1933 la **base fundamental de Santa Elena**. Dos son, pues, las bases medidas en el Ecuador con dichos aparatos, y en cada una los resultados obtenidos han caído dentro de la exactitud matemática. Descrietas así las características generales de la Base medida en Santa Elena y de las que próximamente se medirán en Guayaquil, Puná y Manta, pasemos a la segunda parte relacionada con la **localización y extensión de la Base**.

3º LOCALIZACION.—Si bien la zona de Santa Elena, desde La Libertad hasta Ancón, puede considerarse como una extensa planicie en que concurren

todas las condiciones topográficas para medir una base, la proximidad del mar mantiene su horizonte casi siempre en estado brumoso, produciendo, en ocasiones, el efecto de siluetas difusas, con respecto a la visibilidad de las suaves colinas que se levantan al Este de la población de Santa Elena y de los pequeños promontorios, como los del Carnero y la misma Puntilla, donde se encuentra el faro para los servicios de la navegación; razón por la cual el personal de Servicio Hidrográfico tuvo que efectuar un verdadero reconocimiento del terreno, a fin de salvar por otro lado los inconvenientes que ofrecen a esta clase de estudios las riquísimas zonas mineras de sal y de petróleo, distribuidas éstas últimas entre la Carolina y el Cautivo, Santa Paula y Ancón.

Sin embargo, lo brumoso en esta parte de costa ecuatoriana no podía en ningún caso considerarse como obstáculo grave o perjudicial a la continuación de la búsqueda, por decirlo así, de la zona en que ha de medirse la base fundamental, una vez que tal inconveniente dejaría de serlo con sólo el empleo de los heliotropos "Bertram", aprovechando la luz directa solar o la artificial producida por el acetileno, para cuando se dé comienzo a las observaciones tanto azimutales como cenitales desde cada uno de los vértices-estaciones.

Salvada así esta dificultad, la localización de la base ya no dependía sino de estos dos factores: en primer lugar, de su **correspondiente orientación**, una vez que se disponía de terreno completamente llano y con una pendiente tan escasa que apenas llega a 0,1%; bien seco en toda su extensión y descubierto en su mayor parte; sin obstáculos que remover o allanar, y, por último, exento de la construcción de obras de arte para los efectos de la instalación de los tripodes; y, en segundo lugar, de la **bucna conformación** que debe tener el primer cuadrilátero fundamental para tomar como **base amplificada** una de sus diagonales y poder llegar, con el menor número de figuras intermediarias, a las de la red considerada como principal y en función de los puntos obligados o de apoyo para el levantamiento tanto hidrográfico como terrestre. Es por esto que el primer cuadrilátero fundamental tuvo que ser un **trapezoide** trazado sobre el lado oriental de la misma base y con estos dos puntos de referencia: el primero, el **Engoroy**, lomita situada junto al puerto de La Libertad y muy cerca de las orillas del mismo océano, y el segundo, en el interior, al cual le denominamos **El Pupo**, y se encuentra en las inmediaciones de las minas de Santa Paula, cerca de Ancón, para el efecto de la continuación de los trabajos preliminares hacia Chanduy, pero siguiendo siempre una faja bañada por el mismo mar.

La elección de otra figura, siempre cuadrangular, como la del romboide, no fue posible, debido a que uno de sus puntos caía como en el vacío, es decir,

en el mismo mar. Por lo tanto, tuvimos que adoptar la primera de las formas cuadrangulares que es considerada **clásica** en esta clase de trabajos; obteniéndose, además, en la descomposición del cuadrilátero, un triángulo casi equilátero y en función de la base amplificada, tal como puede verse en el correspondiente esquema o croquis que se acompaña.

4º CROQUIS.—En este croquis aparecen anotados los siguientes puntos: El Centinela, Tablazo, Engoroy, San Lorenzo, El Cementerio, La Puntilla, La Punta Carnero, La Punta de Ancón, El Pupo y los dos extremos de la Base, quedando los siete primeros a orillas del mismo mar.

Resumiendo lo hasta aquí expuesto con motivo de la localización de la Base, podemos decir que ésta debía sujetarse a dos circunstancias inevitables: La primera, relacionada con el terreno que no permitía, bajo ningún concepto, darle una extensión superior a mil seiscientos veinticuatro metros, a causa de la proximidad de uno de sus extremos con los pozos de sal y petróleo que se encuentran en la dirección Salinas-Ancón, y estar el otro extremo muy cerca de las playas de San Lorenzo; y la segunda, con el inmediato enlace que la figura cuadrangular primaria debía tener con la red principal.

La necesidad, pues, de medir la **Base**, independientemente de los lados de la red triangular, trajo consigo otra: la de dividir los estudios de reconocimiento en dos partes: con referencia al señalamiento de los puntos más culminantes del cantón Santa Elena para el trazado de la red triangular principal y con referencia a la localización de la **base fundamental**, a fin de que entren en juego todas sus características y en combinación con los **puntos obligados** a las orillas del mismo océano, sin más propósito que el de alcanzar desde el principio la mayor suma de datos para el levantamiento hidrográfico de nuestras costas y el trazado general de la Carta Geográfica de la República.

DIMENSIONES DE LOS FUNDAMENTOS - MATERIAL DE LAS SEÑALES - ALISTAMIENTO DE LOS APARATOS FIJADOS

Indicamos que sobre las estructuras de la base los trabajos proyectados se basaron en algunos fundamentos. Estos y otros puntos del tipo de base y la estructura y el material de los aparatos proyectados, etc. etc. que se describen en el capítulo III de este libro. En una parte especial de este libro se trata de la construcción de los aparatos con señales y señales de la base y de la construcción de los aparatos con señales y señales de la base.

CAPITULO III

CONSTRUCCION Y SEÑALES DE LOS EXTREMOS DE LA BASE

En la construcción de los aparatos con señales y señales de la base se basaron en algunos fundamentos. Estos y otros puntos del tipo de base y la estructura y el material de los aparatos proyectados, etc. etc. que se describen en el capítulo III de este libro. En una parte especial de este libro se trata de la construcción de los aparatos con señales y señales de la base.

En la construcción de los aparatos con señales y señales de la base se basaron en algunos fundamentos. Estos y otros puntos del tipo de base y la estructura y el material de los aparatos proyectados, etc. etc. que se describen en el capítulo III de este libro. En una parte especial de este libro se trata de la construcción de los aparatos con señales y señales de la base.

En la construcción de los aparatos con señales y señales de la base se basaron en algunos fundamentos. Estos y otros puntos del tipo de base y la estructura y el material de los aparatos proyectados, etc. etc. que se describen en el capítulo III de este libro. En una parte especial de este libro se trata de la construcción de los aparatos con señales y señales de la base.

En la construcción de los aparatos con señales y señales de la base se basaron en algunos fundamentos. Estos y otros puntos del tipo de base y la estructura y el material de los aparatos proyectados, etc. etc. que se describen en el capítulo III de este libro. En una parte especial de este libro se trata de la construcción de los aparatos con señales y señales de la base.

DIMENSIONES DE LOS CIMIENTOS.—MATERIAL DE LAS SEÑALES.—ALISTAMIENTO DE LOS APARATOS “JADERIN”.

Señalados que fueron los extremos de la Base con jalones provistos de banderolas, se procedió inmediatamente (tercera y cuarta semana del mes de Mayo) a la alineación y al desbrozo de todo matorral, especialmente, del **mo-yuyo**, que interceptaba la visual entre dichos extremos, dejando una espaciosa calle de seis metros de ancho en toda su extensión. Concluido este trabajo, se dió comienzo a la construcción de los cimientos con piedra y cemento. Tienen estas dimensiones: 0,80 m de profundidad en el extremo norte, y en el sur, 0,60 m por 4 metros cuadrados de superficie. Las dos caras frontales de los prismas rectangulares son entre sí paralelas o perpendiculares a la línea de la Base.

Esta construcción, una vez a flor de tierra, se continuó diez centímetros más sobre el suelo, y en el centro de ella se incrustó el pequeño bloque de mármol que lleva la señal constituida por un punto grabado en una piccita de oro que atraviesa una placa de plata, enclavada ésta en un gran dado de bronce.

Los detalles de esta señal y su correspondiente incrustación en el sólido prisma de piedra y cemento se dan a conocer en los dibujos que a continuación se insertan.

Las señales a que nos referimos fueron trabajadas en el Arsenal de la misma Armada. Son piezas que, por su acabado, no puede exigirse mejores, y por su presentación, clasificarse como verdaderas obras de arte: dos cosas que dicen bien de la competencia y habilidad de nuestros mecánicos.

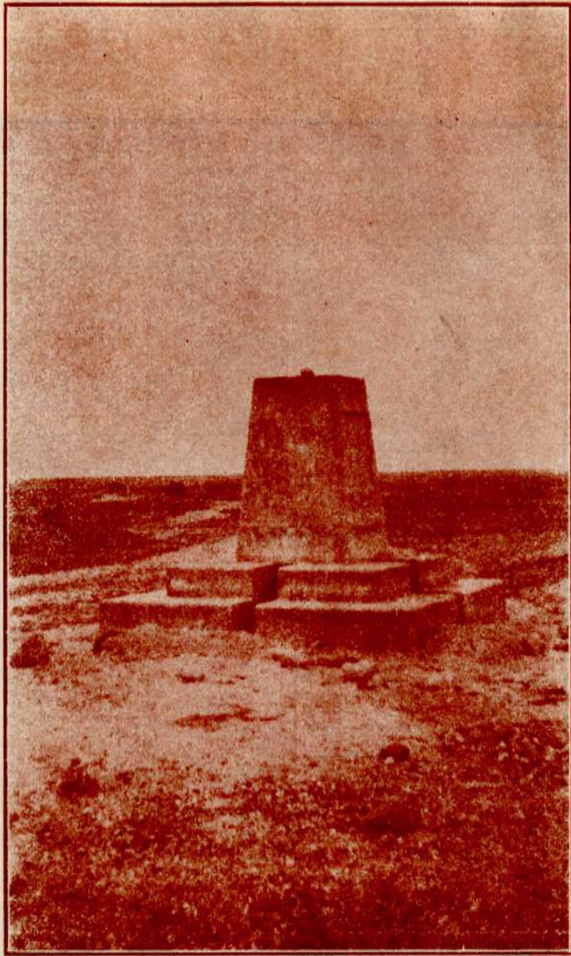
Mientras el personal constructor avanzaba rápido en el señalamiento de los extremos de la **base**, venciendo, acaso, dificultades en gran parte insuperables por la escasez de medios de transporte del material que se encontraba a algunos kilómetros de distancia, el personal técnico puso en juego todas sus energías, sin que nadie se excluyese ni por su grado, ni por su puesto, como miembros del Servicio Hidrográfico, en el alistamiento de todos los

instrumentos de que se compone el sistema "Jaderin": limpiándolos pieza por pieza y estudiando el funcionamiento de cada una de éstas, para establecer luego las correcciones totales con la consiguiente determinación de los errores conocidos con el nombre de **errores instrumentales**.

Las playas de Salinas fueron el teatro de estos ensayos o trabajos previos a la medición de la Base. Enumerar ahora todas las circunstancias que concurren a la preparación de un instrumento, sería entrar, talvez, en consideraciones profundas respecto a las correcciones instrumentales; sin embargo, debemos asegurar, una vez por todas, que aparatos de esta clase que caen bajo la denominación de **perfectos o precisos**, no son precisos ni perfectos, sino cuando se conocen a fondo sus **errores instrumentales** que intervienen en las mediciones; en otros términos, la precisión de un instrumento está en que tales errores se determinen de antemano por todos los medios que la Física y la Mecánica ponen a nuestra disposición, para corregirlos en el curso de las operaciones, sea de campo o de gabinete.

Pretender de otra manera alcanzar resultados satisfactorios o que merezcan el calificativo de exactos, sería una vana ilusión en estudios de esta clase que llevan necesariamente el sello de la exactitud, dentro de la precisión matemática y del grado de apreciación de los instrumentos por perfectos que fuesen.

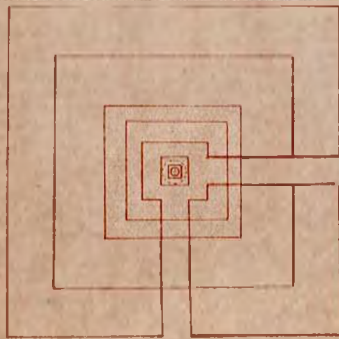
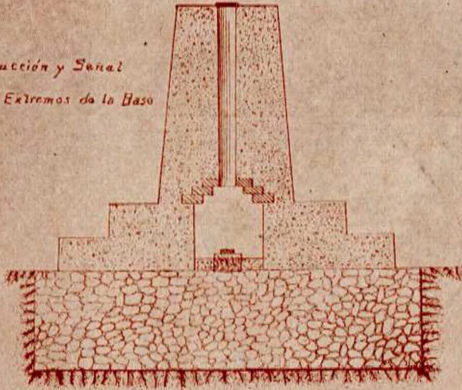
Anotamos este particular para hacer, como quien dice, resaltar un hecho capital y es el siguiente: la atención y esmero en el concienzudo estudio que el personal técnico del Servicio Hidrográfico tuvo que previamente poner en práctica, para luego ejecutar una operación tan delicada como es la medición de la **Base fundamental** de operaciones relacionadas con el levantamiento hidrográfico.



Monolito del Extremo Sur de la Base.

COARTE VERTICAL

Construcción y Señal
De los Extremos de la Base

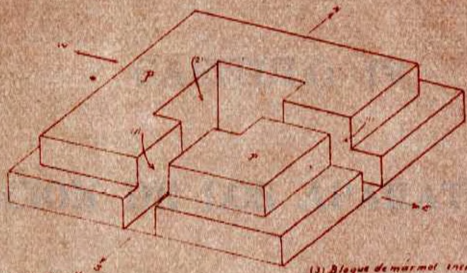


PLANO HORIZONTAL

27000 1:100

Extremo Norte

Las ventanillas están selladas por una capa de cemento de fácil remoción para cuando haya necesidad de descubrir el punto-símbol.



(1) Ventanillas

(2) Concavidades

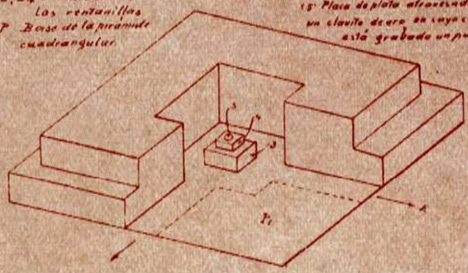
E, S, Orientaciones de las ventanillas

P Base de la pirámide cuadrangular

(3) Bloque de mármol insertado en los sillares de Concreto

(4) Dado de bronce incrustado en el mármol.

(5) Placa de plata atravesada por un alfiler de oro en cuyo centro está grabado un punto.



APARATOS JADERIN.—ALEACION DEL HILO INVAR.—ANTEOJO CENTRADOR.—INDICE DE FIN DE JORNADA.—ALINEACION DE LOS TRIPODES.—CUADRO DE INSTRUCCIONES: MEDICION DE LOS TRAMOS; NIVELACION DE LOS TRAMOS; OPERACIONES FINALES A LA MEDICION DE UN TRAMO; ARROLLAMIENTO Y DESENLAMAMIENTO DEL HILO INVAR.— DISTRIBUCION DE LOS EQUIPOS.

La importantísima modificación introducida en los aparatos Jaderin por el señor C. H. Guillaume, Director de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, ha sido fielmente interpretada por los constructores Secretan, de París, y de ello estamos absolutamente persuadidos por los rendimientos que acaban de obtenerse. Como estos instrumentos son del último modelo, al menos no hemos sabido que la casa Secretan, de París, haya construido otros desde 1931 a esta parte, damos a continuación y en detalle la lista de todos los equipos de que se componen los aparatos Jaderin, y son los siguientes:

1º **TRIPODES.**—Ocho trípodes para los **índices de referencia**; un **trípode especial** para el aparato centrador, y tres **trípodes-tensores** con sus respectivos accesorios, tales, como: tres pesas de diez kilogramos cada una, tres **cordales** con sus respectivos mosquetones para la tensión de los hilos **invar**.

2º **GALIBO.**—Este equipo está constituido por dos hilos delgados de 24 metros cada uno, con sus respectivos ganchos e índices de referencia; por una pesa de dos kilogramos y una polea combinada con un **índice especial** de bronce para las galibaciones.

3º **HILOS INVAR.**—Forman parte de este equipo las siguientes piezas: un tambor de aluminio en el que están enrollados cuatro hilos de 24 metros cada uno y otro de 8 metros. Hay además, una cinta **invar** de 4 metros de largo y enrollada en una armazón especial de madera.

4º **INDICES DE REFERENCIA.**—El equipo completo se compone de 8 **índices móviles de referencia** y de 8 triángulos armados de tornillos calantes. Además de estos índices móviles, hay otros dos de latón que se instalan en tierra para los trabajos de **fin de jornada**.

5º APARATO CENTRADOR.—Lo esencial en este instrumento es el anteojo, cuyo enfocamiento mínimo se encuentra a 50 centímetros más allá del objetivo. El sistema de montaje está de tal manera arreglado, que el anteojo puede sustituirse con un **índice móvil de referencia**, retirarse éste para colocar en el eje, sea el anteojo alineador, sea el nivel Barthélemy; en una palabra, transformarse el aparato centrador en **índice de referencia** o en soporte del anteojo alineador, del nivel Barthélemy, etc.

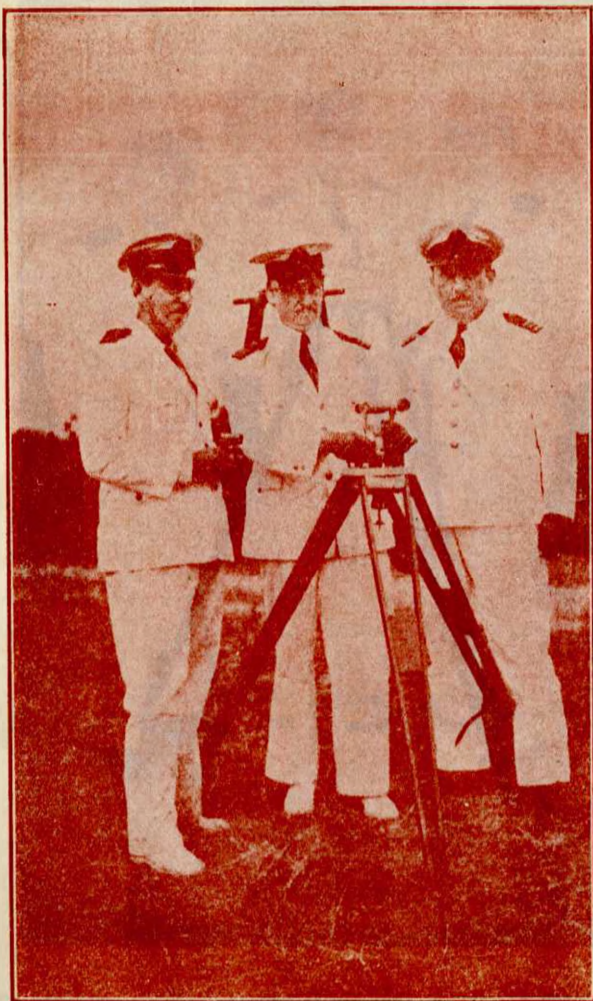
6º NIVEL BARTHELEMY.—Este instrumento se compone de los siguientes accesorios: de un nivel de burbuja independiente, de un anteojo, de un ocular de prismas, de un protector de nivel y de un índice de nivelación. Pertenecen a este equipo: **dos miras** de tres metros de largo cada una, divididas en medios centímetros sobre **lámina invar**; una **pínula** y un **nivel auxiliar**.

7º ANTEOJO ALINEADOR.—Este anteojo puede adaptarse en cualquiera de los ejes de los **índices móviles de referencia** y aún en el especial del **aparato-centrador**. Lleva en su soporte la grampa en la que se engancha el gálibo.

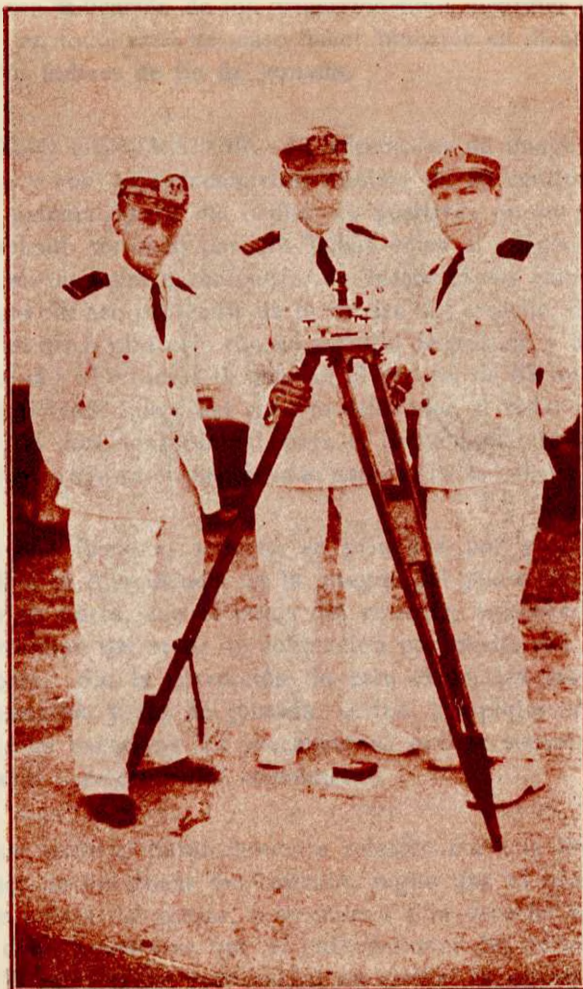
Refiriéndonos ahora a la importantísima modificación introducida por el señor Guillaume en los primitivos aparatos Jaderin, consiste en haber reemplazado los dos hilos de dilatación desigual con uno solo, el acero—níquel, en proporciones tales que su aleación sea muy poco dilatante y, por consiguiente, que su longitud se considere como **invariable**. Esta es la razón por la cual a este metal se le ha dado el nombre de **invar**, formado de las cinco primeras letras del término "invariable". En efecto, la aleación del 36% de níquel con el 64% de acero se dilata diez veces menos que el platino, diez y siete veces menos que el acero y veinte veces menos que el latón; siendo, por otra parte, maleable, poco oxidable y muy homogénea. Es absolutamente necesario tomar todas las precauciones para que las condiciones de estabilidad molecular del hilo no se alteren.

Sin esta importantísima modificación, no se habría alcanzado el grado de exactitud comparable con el que se obtiene, por ejemplo, con la regla de Brüner, ni reducirse tampoco el tiempo de trabajo a muy pocos días y con sólo la concurrencia de escaso número de operadores.

Por lo que se refiere a la determinación de los errores instrumentales o a su corrección previa antes de medir una base por tramos de 24 metros, y al sistema empleado en la instalación sucesiva de todos los instrumentos que acababan de enumerarse, nada diremos, una vez que todo esto cae bajo el do-



**Efectuando la alineación de los tripodes con el antejo
alineador: Capitán de Corbeta César A. Mogollón,
Tenientes de Fragata José F. Manosalvas y Luis E. Jarrín**



En el momento de instalar el aparato centrador: Capitán de Fragata Carlos G. Ibáñez, Teniente de Fragata Francisco Fernández Madrid y Alférez de Fragata Enrique Medina B.

minio de la Física, esto es, de los conocimientos especiales que uno adquiere con la constante aplicación de los principios fundamentales de la **Geodesia-hidrográfica**. Con todo, creo del caso hacer hincapié en el uso del **aparato-centrador** y de los **índices de fin de jornada**.

1º ANTEOJO CENTRADOR.—El anteojo es de imagen invertida, de reducido campo y con un enfocamiento mínimo de 50 centímetros a partir del objetivo. El sistema óptico del ocular es **positivo**; en su plano focal se encuentra el retículo formado por dos líneas entre sí perpendiculares. El sistema descansa en un soporte compuesto de cuatro piezas principales: de un disco limitado por un aro protector de la cabeza del trípode, de tres tornillos nivelantes, de un disco giratorio con un tornillo de presión y de un nivel. La plataforma tiene dos aberturas: la una, en el centro, de 83 milímetros de diámetro para el suficiente juego del anteojo centrador al rededor del **índice de fin de jornada**, y la otra, longitudinal, para el funcionamiento del tornillo de presión con el que se ajusta el mencionado soporte en la cabeza del mismo trípode.

Nivelado que fuese el soporte, se principia por verificar con el mayor cuidado posible la coincidencia de la imagen del punto del **índice de referencia** colocado en tierra, con el cruce del retículo, empleando el sistema ordinario de corrección del error de colimación por medio del desplazamiento del mismo retículo. Sin la corrección de este error, las mediciones correspondientes al **principio y fin de jornada** serían completamente nulas; por lo que nunca serán excesivas las precauciones que se tomen, si han de contribuir a la mejor corrección del instrumento.

Por lo que atañe al desplazamiento relativo entre la imagen del punto-señal y el cruce de las líneas del retículo, según que el ojo del observador se acerque o se separe del ocular, o se mueva a la derecha o a la izquierda del eje óptico, debe procurarse que el enfocamiento del retículo se haga de tal suerte, que la imagen del punto-señal en tierra se encuentre siempre en el plano focal del sistema, para eliminar así el error conocido con el nombre de **paralaje**, que, unido al de **colimación**, entorpece por completo la exactitud de los valores del primero y último tramo de una jornada.

2º INDICES DE FIN DE JORNADA.—Es ahora necesario reseñar aquí ciertos detalles relacionados con la instalación de los **índices de fin de jornada** en la proyección vertical de la línea de colimación del **anteojo centrador**, por cuanto de esta correcta instalación depende el mayor grado de precisión en esta clase de trabajos.

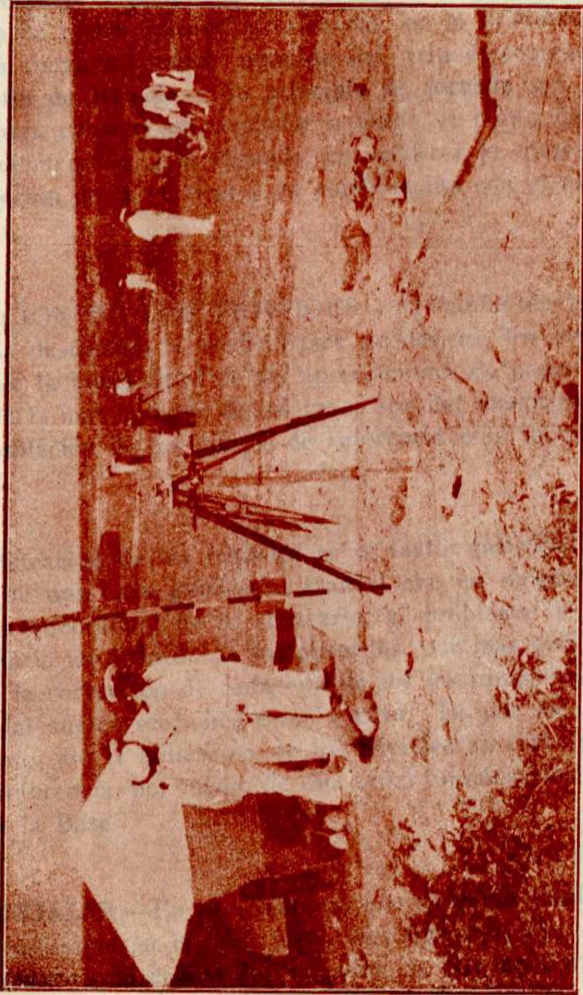
Como el **índice de fin de jornada** sólo difiere del **móvil** en que su basamento es estriado, aprovechamos esta circunstancia para incrustarlo en un bloque de cemento, con el objeto de que su instalación en tierra sea firme; pues, la remoción de los índices de fin de jornada implica nada menos que la completa desaparición del punto hasta el cual se llegó con la medición, y con la desaparición del punto, la necesidad de repetir el trabajo a partir del mismo extremo de la Base.

El procedimiento que empleamos para instalar el **índice de fin de jornada** fue el siguiente: se principió por hacer una excavación en el suelo hasta la profundidad de 20 a 30 centímetros, y con el suficiente espacio para que el dado de cemento pudiese jugar en la alineación de la base y a 24 metros de la distancia medida con la cinta métrica; se procedió luego a la galibación del último tramo, previa la nivelación más perfecta del soporte del anteojo, una vez orientada la flecha del disco en el sentido de la alineación de la Base y fijado todo el sistema con el tornillo de presión. Inmediatamente, se sustituyó el **índice de referencia** con el anteojo centrador, a fin de fijar en tierra el **índice de fin de jornada**, de manera que la imagen del punto señal coincidiese con el cruce del retículo, y las líneas perpendiculares de éste, con las del **índice de fin de jornada**. Obtenido este resultado, se ajustó con tierra seca el dado de cemento.

La flecha grabada en el disco del soporte del anteojo y orientada en la alineación de la Base, tiene por objeto eliminar el pequeñísimo error de colimación que pudiera existir en el sistema óptico por efecto de la dilatación, con los cambios de la temperatura de las piezas del aparato; pues, si con algún error, por pequeño que fuese, se pusiese fin a las mediciones de una jornada, con el mismo se daría principio a las del siguiente día: lo que equivale entonces a anular dicho error, en virtud de la invariabilidad de la línea de colimación del anteojo en su posición vertical.

Como un exceso de precaución, el constructor ha previsto bien este caso, inmovilizando el anteojo por medio de una espiga que se halla en el mismo disco, para de esta manera evitar que el anteojo gire al rededor de su eje: las mediciones se ejecutaban entonces, en igualdad de condiciones, al principio y fin de jornada. A esta precaución hemos nosotros añadido otra: la de dejar en el mismo sitio el trípode—centrador, al cuidado de dos individuos que se turnaban el día y la noche.

Se tomó, además, la providencia de anotar, con la aproximación del décimo de parte de nivel, la lectura de los extremos de la burbuja con referencia a la orientación de la flecha.



Orientación de la Base de Norte a Sur y alineación de los tripodes, a partir del Extremo Norte.

En este caso, la reinstalación del trípode-centrador no fue necesaria efectuarla al día siguiente; pero sí lo fueron estas dos cosas: 1^o—la comprobación de las correcciones del anteojo, para que el cruce del retículo se encuentre en el mismo eje de colimación y 2^o—el arranque de las mediciones de una jornada con referencia a la misma lectura de nivel anotada el día anterior, con el propósito de evitar errores al trasladar, en la proyección de la vertical, el punto en tierra al **índice movable** del trípode-centrador; pues, las operaciones de **fin de jornada** y de **principio de jornada** son recíprocas, una vez que la primera consiste en trasladar a tierra el punto de referencia del **índice movable** del trípode, y la segunda, en verificar lo contrario, pero siempre en la proyección de la vertical y en combinación con el nivel del soporte del anteojo.

3^o ALINEACION DE LOS TRIPODES.—Al hablar de la instalación de los instrumentos destinados a medir bases geodésicas, los errores se producen, no tanto por la inexactitud de las apreciaciones de parte del observador, —errores que en la mayor parte de los casos son del mismo sentido—, cuanto por la mala instalación de los puntos de referencia o la incorrecta alineación de los trípodes.

La buena alineación de los trípodes es el factor principal en la medición de los tramos de una base geodésica, tramos que en ningún caso deben de constituir líneas quebradas; de lo contrario, el problema de la medición de una Base resultaría un absurdo de los absurdos, por más que se tenga el mayor cuidado en la corrección de cada uno de los instrumentos, o por más que se diga que todas sus correcciones están a **cero**. Es por esto que se prefirió en todo momento que la alineación de los trípodes se correspondiese con un solo punto de referencia, por medio de una señal luminosa instalada en el mismo extremo de la **Base**.

JALON AUXILIAR.—En previsión de que el punto luminoso fallase por cualquier motivo, o que su imagen fuese oscilante por las fuertes corrientes aéreas en el momento de enfilear los trípodes, se fijó en tierra un jalón que señalaba la prolongación de la Base.

Sin estos requisitos habríase tenido necesidad de medir el ángulo de desviación antes de reducir al horizonte la medida obtenida directamente; y para evitar cualquier prejuicio, se procuró hacer la mejor corrección posible del **error de colimación** en el anteojo alineador, observando un punto lejano y en

los alrededores del horizonte; y aún más, se tuvo el cuidado de que los muñones del anteojo se correspondieran siempre con sus respectivos collares.

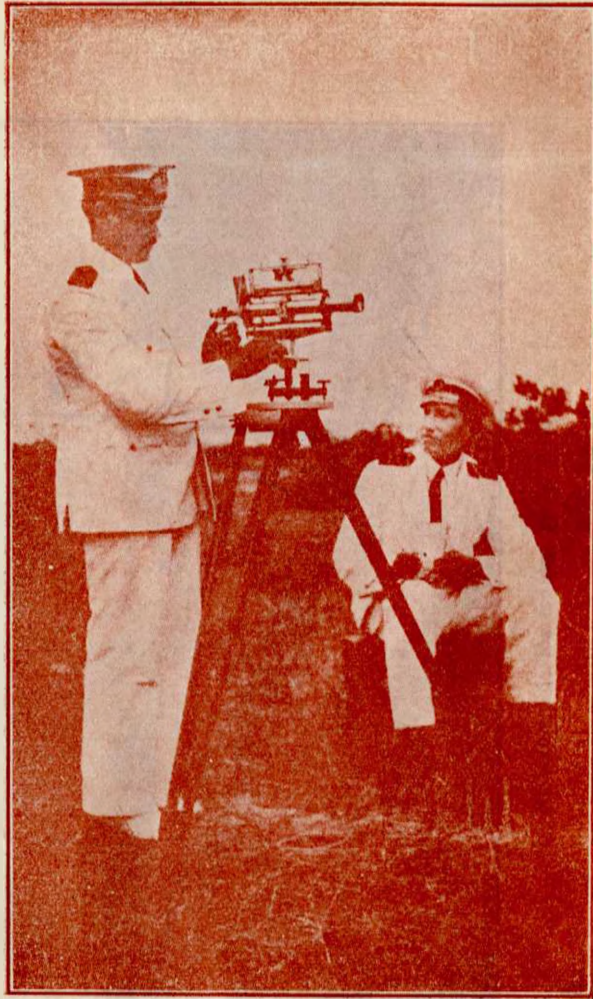
Estas fueron las circunstancias generales que se tomaron muy en cuenta al medir la **Base Geodésica de Santa Elena**.

REVERBERACION.—Para evitar los efectos de la reverberación en estos climas templados, reverberación que menoscaba la exactitud de los valores, pues hubo ocasión en que la temperatura del aire, durante las observaciones, alcanzó 27 grados centígrados, a las observaciones se daba siempre comienzo minutos antes de las 6 de la mañana y se terminaban 4 o 5 horas después y cuando las condiciones atmosféricas dejaban de ser favorables.

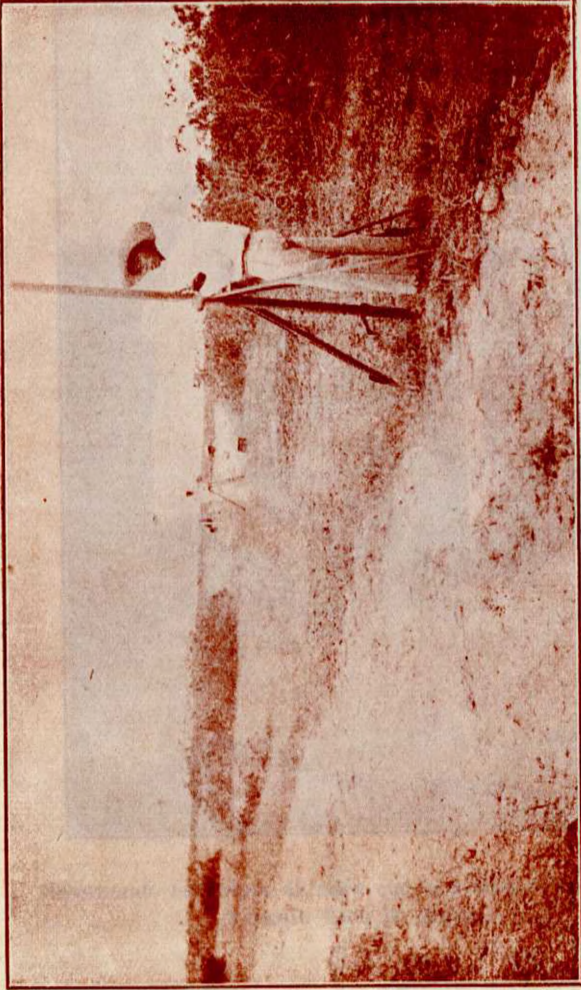
Hemos hasta aquí examinado ciertos detalles relativos a la instalación de los tripodes en la alineación de la Base, a las condiciones especiales de la luminosidad del punto, a la perfecta instalación del aparato centrador en el principio y fin de jornada, sin más propósito de que tales cosas se tomaran muy en cuenta en el estudio analítico de los trabajos de campo y de gabinete; por esto que vamos a insistir, una vez más, en lo que sigue:

ORDEN DE TRIPODES.—Con respecto a los errores que pueden producirse en la reducción al horizonte de los tramos medidos directamente, por la falta de orden en la instalación de los tripodes, quedan de hecho salvados con sólo el riguroso control del orden ascendente de la numeración de los mismos tripodes en el momento de instalarlos y su correspondiente anotación en el registro de la medición de los tramos y en el de las respectivas inclinaciones; en otros términos, el número de orden anotado en el **Registro de la medición de la Base** tiene que corresponderse con el anotado en el **Registro de la nivelación de los tramos**, para que el calculador, al determinar la inclinación de un tramo cualquiera, lo haga refiriéndose a las cifras que en ambos registros deben corresponderse.

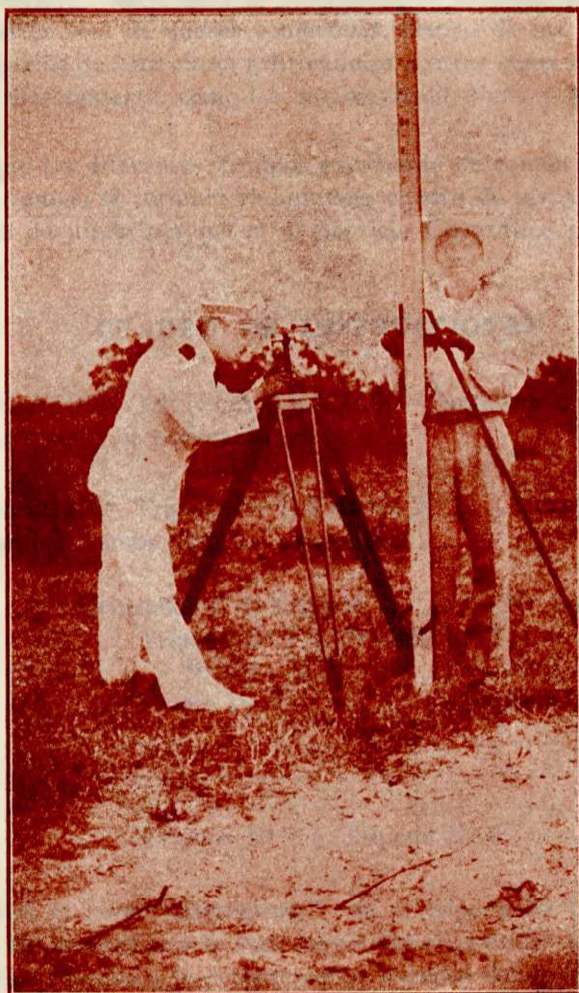
Aún cuando cada uno de los Equipos cumpla con su cometido salvando todas las dificultades debidas a los accidentes del terreno o a las condiciones especiales del estado atmosférico, no por eso hemos de creer que se habrán cumplido, en la práctica, con todas las condiciones para que la medición de una Base se halle exenta de todo error. Alcanzar una eliminación absoluta de los errores es casi imposible; pero esto no impide para que cada Equipo agote sus esfuerzos hasta tener conciencia plena de la exactitud de su cometido.



Instalando el nivel Barthélemy: Teniente de Fragata
Luis E. Jarrin y Suboficial Antonio Mata S.



Nivelación de los tramos de la Base



Efectuando la lectura de mira con la pinula el Teniente de
Fragata Luis E. Jarrin.

Así, pues, parece preciso insistir, en que la medición de la **Base de Santa Elena** fue hecha con todo el cuidado que a cada Equipo le cupo poner en práctica; de lo contrario, necia será la pretensión de alcanzar resultados exactos, y muy ilusoria la idea de querer comprobar, dentro de los límites de errores tolerables, estudios de esta clase, refiriéndolos a otras bases que van a ser también medidas directamente, como las de Guayaquil, Puná y Manta.

A fin de que los diferentes Equipos marcharan de común acuerdo en la medición de los tramos, se formuló el siguiente cuadro de instrucciones, conforme al mismo plan adoptado por mí en el Servicio Geográfico del Ejército.

CUADRO DE INSTRUCCIONES

A.—NIVELACION DE LOS TRAMOS.—Conforme a lo que acaba de exponerse, los tramos se ordenarán así:

Trípode—centrador, Trípode N° 1, Trípode N° 2.....Trípode N° 8, para que los tramos sean los siguientes:

Centrador C y Trípode	N° 1
Trípode N° 1 y Trípode N° 2	
„ N° 2 y „	N° 3
„ N° 3 y „	N° 4
.....	
.....	

Trípode N° 7 y Trípode N° 8

a).—Instalar el nivel "**Barthélemy**" en el trípode N° 1; una de las dos miras detrás del **centrador** y la otra detrás del trípode N° 2, conforme al análisis matemático relativo a la determinación especial del ángulo de inclinación.

b).—Efectuar cuatro series de lecturas de mira, dos series directas de tres lecturas cada una hacia atrás y hacia adelante; y dos series inversas de tres lecturas cada una, hacia adelante y hacia atrás. Cada lectura de mira debe corresponder a una nivelación; y las lecturas no pueden diferenciarse entre sí sino en **un décimo** de parte de nivel. Mayor diferencia no se admite. Estas lecturas de nivel deben efectuarse con el hilo nivelador; por consiguiente, no hay necesidad de hacer las lecturas con los hilos extremos simétricos del cen-

tral, por cuanto la distancia entre dos trípodes queda ya determinada, por medio del gálibo, con el céntimo de aproximación. Este método simplifica la doble inversión del aparato "Barthélemy", reduciéndola a una sola.

c).—Instalar la **pínula** en el trípode-centrador y efectuar una serie de tres lecturas de mira, debiendo cada lectura corresponder a una nivelación con el nivel de la misma **pínula**.

d).—Transportar la **pínula** al trípode N° 2 y efectuar la serie de lecturas indicadas en el inciso anterior.

e).—Instalar ahora el instrumento "Barthélemy" en el trípode N° 3 y efectuar todo lo indicado desde el inciso (a) hasta el inciso (d), a fin de conocer la inclinación de los tramos comprendidos entre los trípodes 2 y 3, 3 y 4.

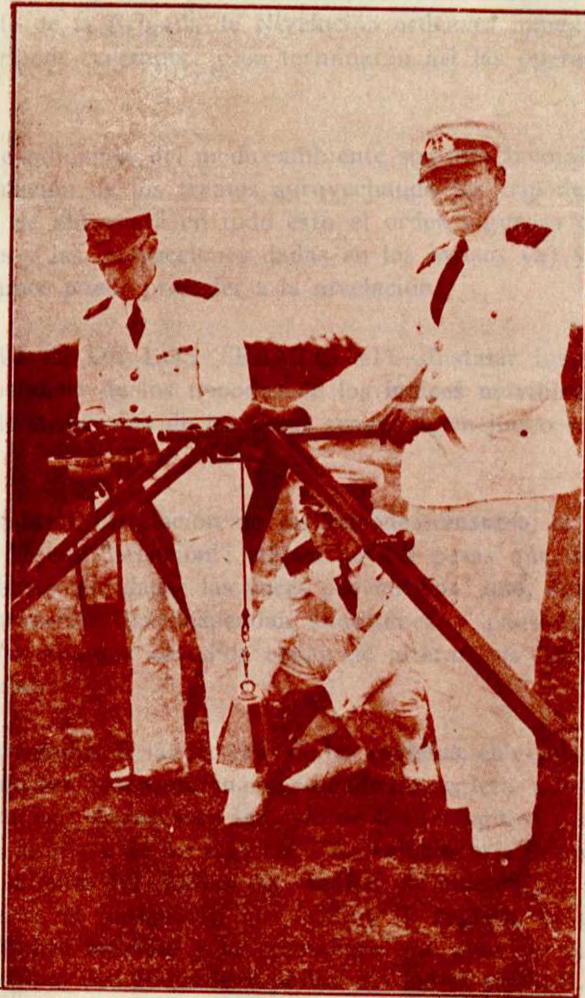
f).—Trasladar el instrumento "Barthélemy" al trípode N° 5, para conocer la inclinación de los tramos comprendidos sucesivamente entre los trípodes 4 y 5, 5 y 6.

g).—Como ocho son los trípodes de que puede disponerse, la formación de los tramos quedará concluída con la instalación del instrumento "Barthélemy" en el trípode N° 7, a fin de determinar la inclinación de los tramos comprendidos entre los trípodes 6 y 7, 7 y 8.

NOTAS: 1ª—Para no equivocarse en las anotaciones del Registro, se procurará que el número de tramos de una jornada sea siempre **par**, con el objeto de que las lecturas de mira sean, por decirlo así, completas hacia atrás y hacia adelante.

2ª—En el extremo del tramo final, correspondiente a una jornada, se instalará el **trípode—centrador** con sólo el eje en que se enchufa el **índice**. En este caso el trípode—centrador funcionará como cualquiera de los otros trípodes hasta medir el último tramo, para después transformarlo, con el antejo, en verdadero centrador y poder fijar en tierra el índice llamado "**fin de jornada**".

3ª—Como el número de tramos a medirse no puede fijarse de antemano, las mediciones de un día comprenderán cierto número de ellos, según que las condiciones del tiempo premanezcan o no favorables,



El Capitán de Fragata Carlos G. Ibáñez, el Capitán de Corbeta Teodoro Brito y el Teniente de Fragata Juan T. Constante terminando la instalación del hilo Invar.

4ª—Si alguna tempestad de viento o lluvia se avecina, o si las reverberaciones por el excesivo calor producen fuertes oscilaciones en las imágenes de la mira, el Jefe de la Brigada de Nivelación ordenará inmediatamente la instalación del trípode-centrador, y se terminarán así las operaciones de **fin de jornada**.

5ª—Si las condiciones del medio ambiente son aún favorables, se continuará con la formación de los tramos aprovechando los trípodes que estuvieran desocupados. Se observará en todo esto el orden riguroso de la numeración de los trípodes y las instrucciones dadas en los incisos (a) y (b). La medición de los tramos puede preceder a la nivelación.

B.—MEDICION DE LOS TRAMOS.—1ª.—Instalar los **trípodes-tensores** a suficiente distancia de los trípodes de los **índices móviles**, de manera que los cordones de suspensión de las pesas tengan buen juego en sus respectivas poleas.

2ª—Asegurada la instalación de los **trípodes-tensores**, el Jefe del Equipo ordenará, con la voz "atención", enganchar las pesas que deben mantenerse con la mano, hasta que dadas las voces preventivas: **uno, dos, tres**, los encargados de mantenerlas, las suspendan simultánea y pausadamente, para que el hilo no sufra ninguna sacudida capaz de alterar sus condiciones de estabilidad molecular.

3ª—Los encargados de las lecturas de las **regletas**, en combinación con los de los trípodes-tensores, aproximarán con cuidado las regletas a los **índices móviles** que deben estar ya colocados en los ejes de los triángulos y con los chaflanes dando frente a la arista de las regletas. La coincidencia definitiva de la arista con el borde saliente del chaflán del **índice** se efectúa por desplazamientos combinados entre el mosquetón que inclina la **regleta**, la polea que acerca la regleta al **índice móvil** y la cremallera que pone en el mismo plano la arista de la regleta con el borde superior del **índice móvil**.

4ª—Preparadas las regletas para las lecturas y cerrados los tornillos de presión del **índice de referencia** y de las poleas, el Jefe del Equipo controlará que las pesas se hallen en estado de reposo antes de dar comienzo a las lecturas.

5ª—Asegurada la inmovilidad de las pesas, el Jefe del Equipo, después de la palabra "atención", anunciará estos tres instantes: **uno, dos, tres**. A la palabra "atención", los lectores se darán cuenta del centímetro y milímetro

exactos, valores que deben retenerse de memoria: a la voz **uno**, comenzarán a apreciar, a la estima, la fracción aproximada del milímetro; a la palabra **dos**, buscarán la mayor apreciación; y a la palabra **tres**, darán de viva voz el valor correspondiente a dicho instante en ambas regletas. Queremos decir con esto que las lecturas de las dos regletas deben hacerse, ambas a dos, en el instante señalado con la voz preventiva **tres**, advirtiéndose que los instantes anteriores anunciados con las voces **uno y dos**, no sirven sino para preparar la lectura exacta que debe hacerse en el instante preciso de la palabra **tres**.

Alguien podrá preguntar: ¿por qué tanta exigencia o cuál es la causa de esta norma de sincronización en las lecturas de las regletas?—Porque, sencillamente, como uno de los encargados de los **trípodes-tensores** debe dar a la polea un pequeño giro para que los **índices móviles** señalen otras zonas de las regletas, se ha observado que la estabilidad del hilo muy rara vez se produce: por lo que las lecturas deben hacerse en un mismo instante, a fin de que no resulten **falsas**.

Además, basta una pequeñísima corriente de aire para que se adviertan ligeros desplazamientos de las regletas con respecto a los **índices móviles**; basta también que uno de los observadores cambie de sitio alrededor de los trípodes tensores, para que se observe el mismo fenómeno; pues, es tan sensible el desplazamiento de las regletas con respecto a sus índices, que hay ocasiones en que se ignora cuál es la causa que lo produce. De lo expuesto se infiere que el personal que actúa en la medición no debe cambiar del lugar en el cual se encuentra, durante el tiempo de las lecturas, y que éstas deben hacerse por series.

6º—Cada lectura va siempre precedida de la voz preventiva "atención" y de las de mando **uno, dos, tres**. El anotador comenzará por escribir en el Registro la lectura de la **regleta de adelante** para luego hacerlo con la **de atrás**; por lo que los lectores deben dar los valores con voz clara y fuerte y en el orden que acaba de indicarse.

7º—Anotada la lectura, uno de los encargados de los trípodes-tensores dará a la polea un pequeño giro hasta que los índices móviles ocupen otras zonas de las respectivas regletas. Es así cómo se efectúan las mediciones con el **hilo invar** hasta terminar las dos series de cuatro lecturas, siempre que entre éstas haya concordancia, o a lo más, la diferencia mínima de 0, 1 mm entre la lectura de las dos regletas.

8º—El Anotador tiene, además, la obligación de controlar las lecturas de las regletas, estableciendo su diferencia que no debe pasar de **un décimo de milí-**

metro. Diferencias que alcanzan 0,2 mm no se aceptan. El anotador exigirá, en este caso, la repetición de las lecturas. Las lecturas del termómetro Fronda deben ser tres; la primera, al comenzar la serie; la segunda, al medio, y la tercera, al fin, para calcular en cada tramo la dilatación del hilo en función del valor medio de la temperatura.

La voz preventiva: "atención", y las de mando: **uno, dos, tres**, se sustituyen en la práctica y con mejor resultado por medio de un silbato, correspondiendo un sonido largo a la palabra "atención" y tres cortos, con intervalo de un segundo, a las voces **uno, dos, tres**.

C.—OPERACIONES FINALES A LA MEDICION DE UN TRAMO.
Concluidas las series de las lecturas, el Jefe del Equipo ordenará:

1º—Aflojar los tornillos de presión de las poleas y retirar éstas del mismo lado para que las regletas queden en campo libre.

2º—Dadas las voces preventivas y de mando, los encargados de transportar las pesas, las empuñarán, cuidando de no levantarlas ni bajarlas y mantenerlas listas, como quien dice, para recibirlas apenas se afloje el gancho; los de los trípodes-tensores se aprestarán al desenganche apenas oigan la correspondiente voz preventiva; y los de transportar el hilo, sostendrán con la mano derecha la regleta y una sección de los eslabones sin tocar para nada la llave de cierre que une el cordón con la regleta, y con la izquierda, el cordón. Cuando todo esté listo, el Jefe del Equipo ordenará entonces desenganchar las pesas después de las voces: **uno, dos, tres**. Actúan en este momento los encargados de los **trípodes-tensores** abriendo el gancho que une las pesas con el cordón.

Cuando el Jefe del Equipo haya dado esta orden, otro individuo, situado entre los dos conductores, impedirá, valiéndose de una cinta de paño, que el hilo reciba el más ligero sacudimiento en el momento de desprender las pesas de los cordones, y ayudará, a la vez, a transportarlo viviéndose de la misma cinta.

3º—El transporte del hilo debe hacerse con el mayor cuidado; para lo cual los operadores arriba mencionados deben colocarse dando el mismo frente y marchando con igual paso y en línea recta.

Es así cómo se habrá terminado la medición de un tramo; y repitiendo en el mismo orden las instrucciones dadas al respecto, se harán las mediciones del segundo y tercero, y así sucesivamente.

D.—ARROLLAMIENTO Y DESEÑOLLAMIENTO DEL HILO INVARIANTE.—El enrollamiento debe hacerse enganchar en la palanca correspondiente el mismo extremo de la regleta que estaba **atrás** de los tramos. El enrollamiento se opera con tres individuos: el primero gira lentamente el tambor; el segundo guía el hilo con el índice de la mano derecha, para que no se retire demasiado ni se superponga sobre sus espiras, y el tercero, sosteniendo el extremo de la otra regleta, avanza hacia el tambor. El enrollamiento no debe ser ni muy ajustado ni muy flojo. Concluido el enrollamiento, el encargado del tambor untará con **grasa fina** las espiras del hilo; igualmente, las regletas que, después de engrasadas, deben ser envueltas con papel impermeable.

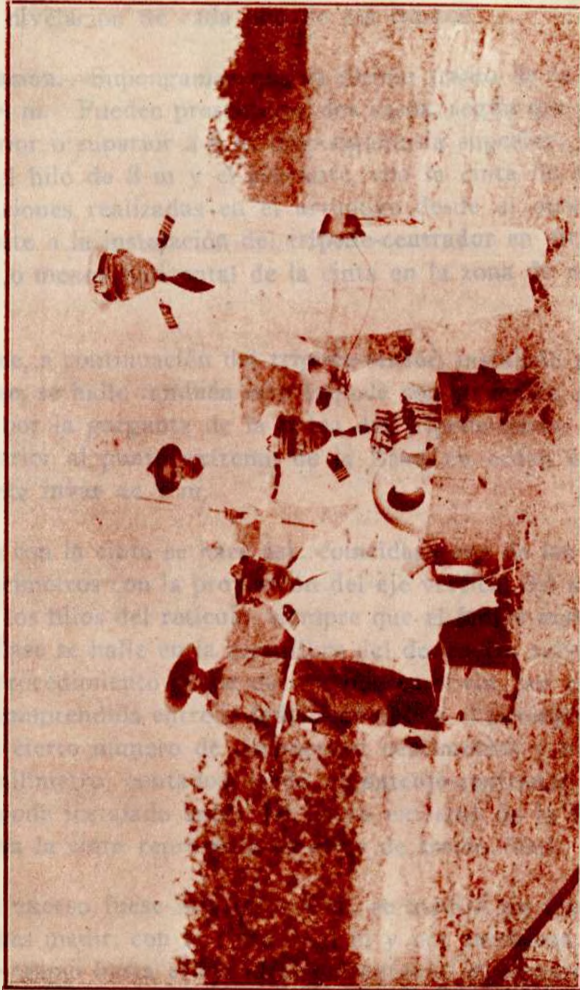
El desenrollamiento se hace en sentido inverso al de enrollamiento. Cuando haya necesidad de reemplazar un hilo por otro, téngase cuidado de anotar su número en el Registro, a fin de calcular la extensión de los tramos medidos con el nuevo hilo y en función de la **constante de corrección**.

E.—ARRANQUE DE LAS MEDICIONES DE LA BASE EN UNO DE SUS EXTREMOS Y TERMINACION DE LAS MISMAS EN EL OPUESTO.

a) **Arranque**.—Ante todo, recordemos que las construcciones de piedra y cemento protectoras del **punto extremo** de la Base pueden ser altas o bajas, con respecto al nivel del suelo. En el primer caso la instalación del **trípode-centrador** implicaría una situación un tanto molesta en la medición de la inclinación. En el segundo caso, esto es, si no hay ninguna construcción que sobresalga del suelo alrededor del punto, el procedimiento que debe emplearse en la medición del primer tramo, a partir del extremo de la Base, en nada difiere del indicado para un tramo cualquiera. Tratemos, por consiguiente, del primer caso.

Instalado el **trípode-centrador** y verificada la coincidencia del cruce de los hilos del retículo del anteojo con la imagen del punto grabado en la placa metálica, arréglense los **trípodes tensores**, de manera que las gargantas de sus respectivas poleas se hallen, más o menos, en una misma alineación horizontal, procurando que una de las regletas esté en la proyección del eje óptico del anteojo, enfocada que fuese su imagen; y háganse enseguida las lecturas de ambas regletas: la una con el **anteojo-centrador**, y la otra, directamente y con referencia al **índice móvil**.

Concluida la medición, se instalará luego uno de los trípodes comunes cerca de la polea del **trípode-tensor** contiguo al **aparato-centrador**, procurando que la garganta de la polea, el índice de este trípode auxiliar y el índice del trípode



En el momento de desarrollar el hilo Invar: Capitanes de Corbeta Teodoro Brito y César A. Mogollón y Teniente de Fragata Juan C. Constante.

instalado en el extremo del primer tramo se hallen, unos de otros, en la misma línea de prolongación. Como se supone que los demás trípodes han sido ya instalados en la línea de la Base y efectuadas las respectivas galibaciones, tal como se indicó en el capítulo anterior, se dará entonces comienzo a las operaciones de nivelación de cada uno de los tramos.

b) **Terminación.**—Supongamos que el último tramo de la Base a medirse sea inferior a 24 m. Pueden presentarse dos casos, según que la magnitud sobrante sea inferior o superior a 8 m. Supongámosla superior: en este caso, se la medirá con el hilo de 8 m y el sobrante, con la cinta de 4 m, ejecutando todas las operaciones realizadas en el arranque desde el otro extremo de la Base, con respecto a la instalación del **trípode-centrador** en dicho extremo y a la posición más o menos horizontal de la cinta en la zona de enfocamiento del anteojo.

Procúrese que, a continuación del **trípode-tensor**, instalado más allá del extremo de la Base, se halle también otro trípode con su **índice**, pero en la línea ideal que pasa por la garganta de la polea del trípode-tensor y por el índice del trípode anterior al punto extremo de la Base, en orden a medir la inclinación de la cinta **invar** de 4 m.

La medición con la cinta se hace así: coincídase una de las divisiones completas de los decímetros con la proyección del eje vertical del anteojo que pasa por el cruce de los hilos del retículo, siempre que el **índice móvil** anterior al extremo de la Base se halle en la zona libre del decímetro subdividido en milímetros. Este procedimiento puede decirse que es obvio, por cuanto la magnitud de la cinta comprendida entre el **índice-móvil** y el **anteojo-centrador**, tiene que ser igual a cierto número de decímetros, centímetros y milímetros y aún fracciones de milímetro, contados desde el **anteojo-centrador** hasta el índice móvil del trípode instalado antes del punto extremo de la Base. Esta magnitud medida con la cinta representa el valor de tramo final.

Si el último exceso fuese inferior a 8 m, se medirá un tramo completo de 8 m, para después medir, con la cinta de 4 m y por **retroceso**, desde el índice final del último tramo hasta el eje ideal del anteojo, el segmento de cinta que hubiere de restarse del tramo final de 8 m.

En todas estas operaciones hay que tomar siempre en cuenta las dificultades que suelen entorpecer la instalación de los trípodes en las proximidades de los extremos de la Base; dificultades que deben obviarse de una manera conveniente y combinando el hilo de 8 m con la cinta de 4 m por medio de la suma o por simple diferencia.

Entre otras instrucciones dadas al personal con respecto al uso y manejo de los instrumentos, fueron éstas las que primaron en todo el curso de las operaciones, una vez que produjeron resultados satisfactorios cuando, dos años ha, se midió otra base en el interior de la República, empleando los mismos aparatos "Jaderin".

A fin de que los resultados satisfagan en todo y por todo a las exigencias del problema, los encargados de resolverlo, —Jefes y Oficiales de la Armada de la República—, fueron distribuidos en el orden que a continuación se expresa:

1º—DIRECCION GENERAL: El Ingeniero Geógrafo Dn. Luis G. Tufiño.

2º—INSTALACION DE LOS TRIPODES: Alférez de Navío Ingeniero Abraham Game B.

ALINEACION: Teniente de Fragata Ingeniero Luis E. Jarrín G.

3º—GALIBACION: Capitán de Fragata Carlos G. Ibáñez; Capitanes de Corbeta Teodoro Brito C. y César A. Mogollón C.; Teniente de Fragata Ingeniero Luis E. Jarrín G. y Alférez de Navío Ingeniero Abraham Game B.

4º—MANIPULACION DE LOS TRIPODES TENSORES Y DE LOS HILOS INVAR: Capitanes de Corbeta Teodoro Brito C. y César A. Mogollón C.

5º—MEDICION DE LOS TRAMOS: Dn. Luis G. Tufiño y Capitán de Fragata Carlos G. Ibáñez.

ANOTADOR: Teniente de Fragata José F. Manosalvas S.

TEMPERATURA: Teniente de Fragata Juan T. Constante M.

6º—NIVELACION: Teniente de Fragata Ingeniero Luis E. Jarrín G.

ANOTADOR: Sargento de Armas Antonio Mata S.

PORTAMIRAS: Eleuterio Redín y Eugenio Solís.

7º—CALCULADORES: Teniente de Fragata Francisco Fernández M. y Alférez de Fragata Enrique Medina B.

CONTROLADORES: Teniente de Fragata José F. Manosalvas S. y Alférez de Navío Ingeniero Abraham Game B.

CAPITULO V

CALCULOS

1º—PRIMERA REDUCCION.—Las lecturas aceptables de las dos regletas colocadas en los extremos del **hilo invar**, fueron aquellas cuyas diferencias en valor absoluto no pasaban de 0,1 mm. Obtenidas las diferencias y de éstas el promedio, se efectuó enseguida la suma algebraica entre el valor nominal de 24 m y el relativo del promedio; aplicando en todo esto el estudio particular de los signos a los tres únicos casos que pueden presentarse, para saber si la longitud medida directamente en cada tramo era superior, inferior o igual a 24 m, conforme al sistema o sentido en que están divididas las dos regletas.

2º—DILATACION.—De cada tramo se determinó, un **primer valor**, corregido inmediatamente de los efectos de la dilatación en función de la temperatura observada con el termómetro fronda; antes, en el intervalo y al fin de la serie de las lecturas correspondientes a las dos regletas.

A este respecto, insertamos a continuación la parte pertinente del **certificado de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas** (Pabellón de Breteuil, Sévres (S—&—O). (4 de Abril de 1931.—Nº 15), que dice así:

“**Estudio.**—Después de someter los hilos a una serie de operaciones de tal naturaleza que asegurasen su longitud, fueron, bajo la tensión de 10 kg. comparados con la **Base mural de la Oficina**. Se hicieron 10 series de comparaciones desde el 14 de febrero hasta el 20 de marzo de 1931. El hilo de 8 metros fue comparado, bajo la tensión de 10 kg., en febrero de 1931, con los intervalos (0.8), (8.16) y (16.24) de la misma **Base mural**.

“Las comparaciones fueron reducidas a la temperatura de 15º por medio de la fórmula de dilatación:

$$l_{\theta} = l_0 (1 - 0.00000511\theta + 0.0000000712\theta^2)$$

determinada por el estudio hecho sobre el **comparador**, de las muestras de los mismos hilos, sometidos a la misma tensión de 10 kg.

“Se encontró, sobre la distancia de los trazos homólogos de las regletas, los siguientes valores:

VALORES DE LOS HILOS A 15° BAJO UNA TENSION DE 10 kg.

S_1	$= 24 \text{ m} + 0,28 \text{ mm}$
S_2	$= 24 \text{ m} + 0,50 \text{ mm}$
S_3	$= 24 \text{ m} + 1,16 \text{ mm}$
S^4	$= 24 \text{ m} + 0,62 \text{ mm}$
S_5	$= 24 \text{ m} + 0,69 \text{ mm}$

“La determinación de la dilatación de los hilos fue efectuada por el señor L. Maudet, y las comparaciones ejecutadas por los señores A. Perard y L. Maudet, adjuntos de la Oficina.

El Director de la Oficina,

(f.) Ch. Guillaume”.

En la fórmula preinserta figuran, en primer lugar, los coeficientes numéricos de θ y θ^2 , y en segundo lugar, los signos alternados en los términos contenidos en el paréntesis.

En cuanto a los coeficientes numéricos fueron determinados por el estudio experimental hecho sobre el comparador, de las muestras de los mismos hilos enviados por la casa constructora “Secretan”, sometidos a la misma tensión de 10 kg.; y en lo que respecta a la alternabilidad de los signos, claro está que obedece a la reducción de las comparaciones a la temperatura de 15°, por cuanto el desarrollo de la función $F(\theta)$, aplicando el binomio de Newton, es entonces así:

$$(1 - \lambda\theta)^m = 1 - \frac{m}{1} \lambda\theta + \frac{m(m-1)}{1.2} \lambda^2\theta^2 - \frac{m(m-1)(m-2)}{1.2.3} \lambda^3\theta^3 + \dots$$

es decir para $m = 3$

$$(1 - \lambda\theta)^3 = 1 - 3\lambda\theta + 3\lambda^2\theta^2 - \lambda^3\theta^3$$

Si tomamos ahora en cuenta la *dilatación lineal* y despreciando el término $\lambda^3\theta^3$ por ser muy pequeño en atención al valor del coeficiente de $\lambda = 0,5 \mu$ más o menos por metro, tendremos:

$$l\theta = l_0(1 - 3\lambda\theta + 3\lambda^2\theta^2)$$

en la que 3λ y $3\lambda^2$ son respectivamente los coeficientes de θ y θ^2 que figura en la fórmula del certificado.

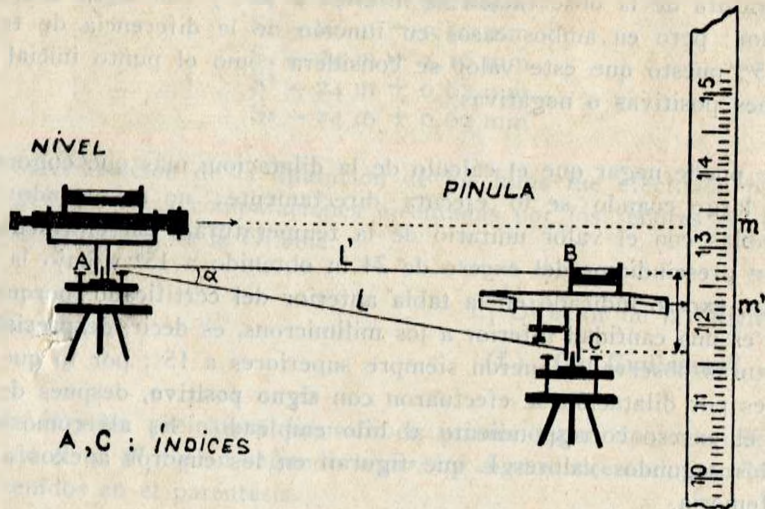
Si conocemos los valores de los hilos a 15° y bajo la tensión de 10 kg., los cálculos de la tensión se efectúan en este caso con **signo menos** cuando la temperatura de la observación es inferior a 15° , y con **signo más** cuando es superior; pero en ambos casos en función de la diferencia de temperatura a 15° , puesto que este valor se considera como el punto inicial de las reducciones positivas o negativas.

No se puede negar que el cálculo de la dilatación, más que engorroso, es bastante largo cuando se lo ejecuta directamente; no así cuando se formulan tablas con el valor unitario de la temperatura. En el cálculo de la dilatación prescindimos del exceso de 24 m obtenido a 15° y bajo la presión de 10 kg., exceso indicado en la tabla anterior del certificado, porque la corrección es una cantidad inferior a los milimicrons, es decir, **despreciable**. Las temperaturas observadas fueron siempre superiores a 15° ; por lo que las correcciones por dilatación se efectuaron con **signo positivo**, después de sumarlas con el exceso correspondiente al hilo empleado. Es así cómo se obtuvieron los segundos valores L que figuran en los cuadros anexos a la presente Memoria.

3^o—REDUCCION AL HORIZONTE.—Por cuanto los efectos de dilatación son cantidades pequeñas, se llevó la precisión hasta los microns, y se pasó luego a calcular la inclinación del **hilo invar** en cada tramo aplicando el principio de los planos horizontales que pasan por los **índices móviles de referencia**, a fin de reducir al horizonte las longitudes medidas directamente.

Supongamos que el nivel Barthélmy se halle instalado en uno de los trípodes de los **índices móviles de referencia**, la **pínula** en el siguiente y la mira un poco más allá del trípode donde se encuentra la pínula; y supongamos también que **m** sea la lectura de mira efectuada con el nivel y **m'** la de la misma mira, pero con la pínula. La distancia de los planos horizontales que pasan respectivamente por los dos **índices móviles de referencia** es igual a la simple diferencia de lectura entre **m** y **m'**; pero como hay que suponer siempre que la altura del soporte del nivel es igual a la de la pínula, condición sin la cual los cálculos de la inclinación serían erróneos y sin ningún fundamento práctico para deducir la **diferencia de desnivel** entre los dos Extremos de la Base, se buscó por procedimientos directos a determinar si había o nó igualdad de altura en dichos soportes y se encontró que el de la pínula era 2 mm superior al del nivel, resultado muy inferior al que dos años há se calculó en circunstancias distintas de temperatura.

Corregida previamente la lectura m' de la constante 2 mm, la reducción al horizonte es muy sencilla. Supongamos el siguiente triángulo rectángulo:



en el que $AC = L$ es el lado medido directamente, α el ángulo de inclinación, $BC = d$ el segmento de mira interceptado por los dos planos horizontales que respectivamente pasan por los extremos de los ejes de los **índices móviles de referencia** y $AB = L'$ la longitud del tramo reducido al horizonte. Para encontrar el término de reducción basta calcular la diferencia $L - L'$.

Sabemos que

$$L' = L \cos \alpha;$$

luego

$$L - L' = L - L \cos \alpha = L (1 - \cos \alpha)$$

(1)

$$L - L' = 2 L \operatorname{sen}^2 \frac{\alpha}{2};$$

pero

$$\operatorname{sen}^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{4} \operatorname{sen}^2 \alpha = \frac{d^2}{4L^2},$$

se tiene

$$(2) \quad L - L' = 2L \frac{d^2}{4L^2} = \frac{d^2}{2L}$$

Como $L > L'$ la corrección es siempre **negativa** y aplicable a la longitud del tramo medida directamente, tal como aparece en el cuadro resumen que se acompaña.

4º—DIFERENCIA DE NIVEL ENTRE LOS DOS EXTREMOS DE LA BASE.—Para mayor claridad se formó un cuadro de valores relativos entre las lecturas de mira con el nivel "Barthélemy" hacia atrás y adelante y las de la pínula, con referencia al plano ideal que pasa por el **trípode-estación** del mismo nivel, a fin de deducir la posición relativa que los ejes de los **índices móviles** ocupaban con respecto a dicho plano ideal durante la medición de los tramos.

Así, por ejemplo, los dos ejes de los **índices móviles** situados el uno **atrás** y el otro **adelante** del central o estación del nivel Barthélemy, podrían estar sobre o debajo del plano ideal de referencia del hilo nivelador del Berthélemy instalado en el trípode intermedio; o bien el de **atrás**, sobre; y el de **adelante**, debajo, o viceversa de dicho plano, o ambos a dos sobre o debajo del plano. Los desniveles parciales se encontraron fácilmente por diferencias o por suma de los segmentos de mira interceptados por los dos planos horizontales.

Tomando ahora en cuenta el primero y el último tramo de la Base, después de instalar la mira en las mismas señales de sus extremos y efectuar las deducciones correspondientes entre el primer índice móvil y el correspondiente Extremo de la Base y entre el último índice móvil y el otro Extremo de la misma Base, se dedujo, con la aproximación del milímetro de error por Km, la diferencia de nivel entre los dos Extremos de la Base.

5º—REDUCCION AL ELIPSOIDE.—Por tratarse de puntos de apoyo, cuyas altitudes están muy próximas del nivel medio del mar, puede tomarse como elipsoide de referencia la superficie de nivel que pasa por el mismo geoide; mas, si hemos de considerar la concordancia de las operaciones geodésicas entre las del Servicio Hidrográfico de la Armada y las del Servicio Geográfico del Ejército para el trazado de la gran Carta General de la República, y, en particular, el correspondiente enlace con la gran red de la Misión Geodésica Francesa que adoptó en sus cálculos la altura de 2.800 m. sobre la superficie ideal del geoide, la reducción de la Base de Santa Elena se hará tan pronto como se conozca la altitud de cada uno de sus extremos y sus respectivas latitudes, a fin de efectuar previamente los siguientes cálculos:

a).—El radio mínimo de curvatura en la sección normal meridiana:

$$\rho = \frac{a^2 b^2}{(a^2 \cos^2 \lambda + b^2 \operatorname{sen}^2 \lambda)^{3/2}} = \frac{a (1 - e^2)}{(1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \lambda)^{3/2}}$$

b).—El radio máximo de curvatura o gran normal en la sección normal perpendicular al meridiano:

$$N = \frac{a^2 \cos \lambda}{\cos \lambda \sqrt{a^2 \cos^2 \lambda + b^2 \operatorname{sen}^2 \lambda}} = \frac{a}{(1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \lambda)^{\frac{1}{2}}} = \frac{a}{w}$$

c).—El radio medio de curvatura:

$$R_m = \sqrt{\rho N} = \frac{a(1 - e^2)^{\frac{1}{2}}}{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \lambda}$$

d).—El radio de curvatura para cualquier azimut:

$$R_a = \frac{N(1 - e^2)}{1 - e^2 + e^2 \cos^2 \lambda \operatorname{sen}^2 \alpha}$$

Efectuados estos cálculos, entraremos luego a determinar las proyecciones de los extremos de la Base de Santa Elena y de la línea geodésica, aplicando el siguiente principio:

$$L_1 - L = \left(1 - \frac{H_m}{R_a} + \frac{H_m^2}{2R_a^2} \right)$$

En los cálculos previos, hemos de tomar los parámetros que definen el **elipsoide de referencia internacional**, conforme a la decisión de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional en su segunda Asamblea reunida en Madrid el 7 de Octubre de 1924. He aquí los valores:

Semieje mayor:

$$\log a = 6.8047\ 1093\ 4025$$

$$a = 6.378\ 388\ \text{m}$$

Achatamiento:

$$a = \frac{a - b}{a} = \frac{1}{297,0} = 0.003\ 367\ 003\ 367 \dots$$

$$\log a = 3.5172\ 4355\ 0683$$

Semieje menor:

$$b = 6\ 356\ 911^{\text{m}}, 946\ 118$$

$$\log b = 6.8032\ 4619\ 5767$$

Excentricidad:

$$e = 0.006\ 722\ 670\ 022\ 333\ 322$$

$$\log e = \bar{3}.8275\ 5179\ 4730$$

6º—COORDENADAS GEOGRAFICAS.—La extensión de una Base se completa con el estudio de sus coordenadas geográficas, como la **longitud**, la **latitud** y la **altitud** de cada uno de sus extremos, y la **orientación** o **azimut** de la línea geodésica.

Daremos oportunamente a conocer todos estos elementos, principiando por el principal entre todos que es la latitud, una vez que de la exactitud de esta coordenada depende necesariamente el grado de precisión de las otras.

MEDICION DE LA BASE GEODÉSICA
DE SANTA FLORA

MEDICION TRINOMIAL EN EL GEODESICO DE SANTA ELENA

CAPITULO VI

MEDICION DE LA BASE GEODESICA DE SANTA ELENA

Estación	Distancia	Ángulo	Observaciones
1	100	90	
2	100	90	
3	100	90	
4	100	90	
5	100	90	
6	100	90	
7	100	90	
8	100	90	
9	100	90	
10	100	90	
11	100	90	
12	100	90	
13	100	90	
14	100	90	
15	100	90	
16	100	90	
17	100	90	
18	100	90	
19	100	90	
20	100	90	
21	100	90	
22	100	90	
23	100	90	
24	100	90	
25	100	90	
26	100	90	
27	100	90	
28	100	90	
29	100	90	
30	100	90	
31	100	90	
32	100	90	
33	100	90	
34	100	90	
35	100	90	
36	100	90	
37	100	90	
38	100	90	
39	100	90	
40	100	90	
41	100	90	
42	100	90	
43	100	90	
44	100	90	
45	100	90	
46	100	90	
47	100	90	
48	100	90	
49	100	90	
50	100	90	
51	100	90	
52	100	90	
53	100	90	
54	100	90	
55	100	90	
56	100	90	
57	100	90	
58	100	90	
59	100	90	
60	100	90	
61	100	90	
62	100	90	
63	100	90	
64	100	90	
65	100	90	
66	100	90	
67	100	90	
68	100	90	
69	100	90	
70	100	90	
71	100	90	
72	100	90	
73	100	90	
74	100	90	
75	100	90	
76	100	90	
77	100	90	
78	100	90	
79	100	90	
80	100	90	
81	100	90	
82	100	90	
83	100	90	
84	100	90	
85	100	90	
86	100	90	
87	100	90	
88	100	90	
89	100	90	
90	100	90	
91	100	90	
92	100	90	
93	100	90	
94	100	90	
95	100	90	
96	100	90	
97	100	90	
98	100	90	
99	100	90	
100	100	90	

MEDICION DE LA BASE GEODESICA DE SANTA ELENA

1933

IDA

Fecha	Tram.	Sumas alg. mm	Prim. Valor m	θ° C	Dilat. mm	Seg. Valor m
Junio 1	C.1	— 30,22	23.96978	24.50	0.1318	23.9705318
	1.2	+ 0,55	24.00055	25.25	0.1436	24.0013136
	2.3	— 1,18	23.99882	24.91	0.1382	23.9995782
	3.4	— 0,84	23.99916	25.25	0.1436	23.9999236
	4.5	+ 0,16	24.00016	24.91	0.1382	24.0009182
	5.6	— 0,62	23.99938	25.12	0.1416	24.0001416
	6.7	+ 0,28	24.00028	24.88	0.1378	24.0010378
	7.8	— 2,03	23.99797	25.00	0.1397	23.9987297
	8.1	+ 0,26	24.00026	24.50	0.1320	24.0010120
	1.2	+ 0,10	24.00010	24.50	0.1320	24.0008520
	2.3	0,00	24.00000	24.50	0.1320	24.0007520
	3.C	— 16,83	23.98317	24.50	0.1319	23.9839219
Junio 2	C.1	+ 0,10	24.00010	22.75	0.1052	24.0008252
	1.2	+ 0,67	24.00067	22.75	0.1052	24.0013952
	2.3	+ 0,80	24.00080	22.50	0.1015	24.0015215
	3.4	+ 3,72	24.00372	22.50	0.1015	24.0044415
	4.5	+ 1,65	24.00165	22.75	0.1052	24.0023752
	5.6	+ 0,72	24.00072	23.00	0.1090	24.0014490
	6.7	— 1,02	23.99898	23.00	0.1089	23.9997089
	7.8	+ 2,50	24.00250	23.00	0.1090	24.0032290
	8.1	— 0,65	23.99935	24.50	0.1320	24.0001020

CON EL HILO INVAR JADERIN

S4 = 24 m + 0,62 mm (P.M.)

Tramos	L—L' (—)	L' (Horizonte)	Jornadas	Totales
C.1	0.0021306	23.968401		
1.2	0.0018749	23.999439		
2.3	0.0017220	23.997856		
3.4	0.0000619	23.999862		
4.5	0.0023547	23.998563		
5.6	0.0004380	23.999704		
6.7	0.0004877	24.000550		
7.8	0.0001814	23.998548		
8.1	0.0001868	24.000825		
1.2	0.0001384	24.000714		
2.3	0.0003344	24.000418		
3.C	0.0023326	23.981589	287.946469	287.946469
<hr/>				
C.1	0.0007592	24.000066		
1.2	0.0000767	24.001318		
2.3	0.0002567	24.001265		
3.4	0.0000017	24.004440		
4.5	0.0002240	24.002151		
5.6	0.0002142	24.001235		
6.7	0.0000910	23.999618		
7.8	0.0003050	24.002924		
8.1	0.0000002	24.000102	216.013119	
<hr/>				
		Pasan	216.013119	287.946469

MEDICION DE LA BASE GEODESICA DE SANTA ELENA

1933

IDA

Fecha	Tram.	Sumas alg. mm	Prim. Valor m	θ° C	Dilat. mm	Seg. Valor m
Junio 2	1.2	— 0,45	23.99955	24.50	0.1320	24.0003020
	2.3	+ 1,34	24.00134	24.50	0.1320	24.0020920
	3.4	— 1,06	23.99894	24.25	0.1282	23.9996882
	4.5	+ 0,53	24.00053	24.25	0.1282	24.0012782
	5.6	— 1,38	23.99862	25.50	0.1476	23.9993876
	6.7	— 0,46	23.99954	25.00	0.1397	24.0002997
	7.8	+ 2,10	24.00210	25.00	0.1397	24.0028597
	8.1	+ 0,99	24.00099	26.00	0.1555	24.0017655
	1.C	+ 39,41	24.03941	26.00	0.1558	24.0401858
Junio 3	C.1	+ 0,42	24.00042	23.00	0.1090	24.0011490
	1.2	— 0,72	23.99928	23.00	0.1089	24.0000089
	2.3	— 0,93	23.99907	23.25	0.1128	23.9998028
	3.4	+ 0,04	24.00004	23.00	0.1090	24.0007690
	4.5	+ 0,65	24.00065	23.75	0.1205	24.0013905
	5.6	+ 0,36	24.00036	23.75	0.1205	24.0011005
	6.7	+ 0,65	24.00065	23.75	0.1205	24.0013905
	7.8	— 1,67	23.99833	23.75	0.1205	23.9990705
	8.1	— 1,47	23.99853	24.25	0.1282	23.9992782
	1.2	+ 0,38	24.00038	24.50	0.1320	24.0011320

CON EL HILO INVAR JADERIN

S4 = 24 m + 0,62 mm (P.M.)

Tramos	L—L' (—)	L' (Horizonte)	Jornadas	Totales
		Vienen		
1.2	0.0000301	24.000272	216.013119	287.946469
2.3	0.0002683	24.001824		
3.4	0.0063895	23.993299		
4.5	0.0000267	24.001251		
5.6	0.0000194	23.999368		
6.7	0.0002219	24.000078		
7.8	0.0117486	23.991111		
8.1	0.0011193	24.000646		
1.C	0.0000060	24.040180	216.028029	432.041148
C 1	0.0035190	23.997630		
1.2	0.0000002	24.000009		
2.3	0.0006271	23.999176		
3.4	0.0004189	24.000350		
4.5	0.0028906	23.998500		
5.6	0.0006578	24.000443		
6.7	0.0000067	24.001384		
7.8	0.0027574	23.996313		
8.1	0.0021628	23.997115		
1.2	0.0027104	23.998422	239.989342	
		Pasan	239.989342	719.987617

MEDICION DE LA BASE GEODESICA DE SANTA ELENA

(M.D) 1933

IDA

Fecha	Tram.	Sumas alg. mm	Prim. Valor m	θ° C	Dilat. mm	Seg. Valor m
Junio 3	2.3	— 0,54	23.99946	25.50	0.1476	24.0002276
	3.4	+ 1,47	24.00147	25.00	0.1397	24.0022297
	4.5	+ 0,59	24.00059	25.50	0.1476	24.0013576
	5.6	+ 0,81	24.00081	25.50	0.1476	24.0015776
	6.7	0,00	24.00000	25.25	0.1436	24.0007636
	7.8	+ 0,80	24.00080	25.00	0.1397	24.0015597
	8.1	+ 0,77	24.00077	25.00	0.1397	24.0015297
	1.2	+ 0,46	24.00046	25.00	0.1397	24.0012197
	2.3	— 0,63	23.99937	24.75	0.1358	24.0001258
3.C	— 10,60	23.98940	24.75	0.1358	23.9901558	
Junio 5	C.1	+ 0,57	24.00057	22.00	0.0941	24.0012841
	1.2	— 0,55	23.99945	21.75	0.0905	24.0001605
	2.3	+ 0,40	24.00040	22.00	0.0941	24.0011141
	3.4	+ 0,56	24.00056	22.50	0.1015	24.0012815
	4.5	— 1,97	23.99803	22.25	0.0977	23.9987477
	5.6	+ 0,63	24.00063	22.50	0.1015	24.0013515
	6.7	+ 0,30	24.00030	22.50	0.1015	24.0010215
	7.8	— 1,77	23.99823	22.25	0.0977	23.9989477
	8.1	— 0,37	23.99963	23.25	0.1128	24.0003628

CON EL HILO INVAR JADERIN

S4 = 24 m + 0,62 mm (P.M.)

Tramos	L-L' (-)	L' (Horizonte)	Jornadas	Totales
		Vienen	239.989342	719.987617
2.3	0.0028598	23.997368		
3.4	0.0011135	24.001116		
4.5	0.0004813	24.000876		
5.6	0.0000000	24.001578		
6.7	0.0000200	24.000744		
7.8	0.0005603	24.000999		
8.1	0.0033883	23.998141		
1.2	0.0046490	23.996571		
2.3	0.0035020	23.996624		
3.C	0.0009411	23.989215	239.983232	479.972574
C.1	0.0047558	23.996528		
1.2	0.0000117	24.000149		
2.3	0.0002232	24.000891		
3.4	0.0003797	24.000902		
4.5	0.0088161	23.989932		
5.6	0.0035809	23.997771		
6.7	0.0019113	23.999110		
7.8	0.0027529	23.996195		
8.1	0.0001261	24.000237	215.981715	
		Pasan	215.981715	1199.960191

MEDICION DE LA BASE GEODESICA DE SANTA ELENA

1933

IDA

Fecha	Tram.	Sumas alg. mm	Prim. Valor m	θ° C	Dilat. mm	Seg. Valor m	
Junio 5	1.2	+ 0,37	24.00037	23.00	0.1090	24.0010990	
	2.3	— 0,17	23.99983	23.25	0.1128	24.0005628	
	3.4	— 1,10	23.99890	23.50	0.1165	23.9996366	
	4.5	— 0,55	23.99945	23.50	0.1165	24.0001866	
	5.6	— 0,57	23.99943	23.50	0.1165	24.0001666	
	6.7	— 0,70	23.99930	23.50	0.1166	24.0000366	
	7.8	— 0,12	23.99988	24.50	0.1320	24.0006320	
	8.1	— 0,70	23.99930	24.50	0.1320	24.0000520	
	1.2	+ 19,50	8.01950	8.01950	24.00	0.0415	8.0202315
	2.C	+ 98,49	8.09849	8.09849	24.25	0.0432	8.0992232

CON EL HILO INVAR JADERIN

S4 = 24 m + 0,62 mm (P.M.)

Tramos	L—L' (—)	L' (Horizonte)	Jornadas	Totales
		Vienen	215.981715	1199.960191
1.2	0.0000806	24.001018		
2.3	0.0000400	24.000523		
3.4	0.0009434	23.998693		
4.5	0.0003893	23.999797		
5.6	0.0000030	24.000164		
6.7	0.0012690	23.998768		
7.8	0.0002789	24.000353		
8.1	0.0000043	24.000048		
1.2	0.0000104	8.020221		
2.C	0.0006677	8.098555	208.118140	424.099855
			<u>IDA</u>	<u>1624.060046</u>
				m

NOTA: Los dos tramos últimos se midieron con el hilo

S5 = m + 0,69 mm (P.M.)

MEDICION DE LA BASE GEODESICA DE SANTA ELENA

1933

Regreso

Fecha	Tram.	Sumas alg. mm	Prim. Valor m	θ° C	Dilat. mm	Seg. Valor m
Julio 5	C.2	+ 98,77	8.09877	24.25	0.0432	8.0995032
	2.1	+ 19,50	8.01950	25.50	0.0403	8.0202393
	1.8	— 0,30	23.99970	25.00	0.1397	24.0001197
	8.7	+ 0,08	24.00008	25.00	0.1397	24.0004997
	7.6	— 0,10	23.99990	25.00	0.1397	24.0003197
	6.C	+ 25,66	24.02566	25.00	0.1398	24.0260798
Julio 6	C.1	— 0,93	23.99907	22.75	0.1052	23.9994552
	1.2	+ 0,20	24.00020	22.75	0.1052	24.0005852
	2.3	— 0,75	23.99925	22.75	0.1052	23.9996352
	3.4	+ 0,47	24.00047	22.50	0.1015	24.0008515
	4.5	— 0,13	23.99987	22.50	0.1015	24.0002515
	5.6	+ 1,00	24.00100	22.50	0.1015	24.0013815
	6.7	— 0,50	23.99950	22.75	0.1052	23.9998852
	7.8	— 0,58	23.99942	22.75	0.1052	23.9998052
	8.1	+ 1,15	24.00115	23.75	0.1205	24.0015505
	1.2	— 0,50	23.99950	24.00	0.1243	23.9999043
	2.3	— 0,67	23.99933	24.00	0.1243	23.9997343
3.4	+ 0,30	24.00030	24.00	0.1243	24.0007043	
4.5	— 1,00	23.99900	24.00	0.1243	23.9994043	

CON EL HILO INVAR JADERIN

S1 = 24 m + 0,28 mm (P.M.)

Tramos	L-L' (-)	L' (Horizonte)	Jornadas	Totales
C.2	0.0006677	8.098835		(hilo S5 = 8 m)
2.1	0.0000359	8.020203		(+ 0,69 mm)
1.8	0.0000181	24.000102		
8.7	0.0003713	24.000128		
7.6	0.0011574	23.999162		
6.C	0.0001273	24.025952	112.144382	112.144382
<hr/>				
C.1	0.0014886	23.997967		
1.2	0.0016969	23.998888		
2.3	0.0001300	23.999505		
3.4	0.0001271	24.000724		
4.5	0.0000008	24.000251		
5.6	0.0012352	24.000146		
6.7	0.0025594	23.997326		
7.8	0.0025565	23.997249		
8.1	0.0090689	23.992482		
1.2	0.0009992	23.998905		
2.3	0.0002784	23.999456		
3.4	0.0001418	24.000562		
4.5	0.0034936	23.995911	311.979372	
<hr/>				
		Pasan	311.979372	112.144382

MEDICION DE LA BASE GEODESICA DE SANTA ELENA

1933

Regreso

Fecha	Tram.	Sumas alg. mm	Prim. Valor m	θ° C	Dilat. mm	Seg. Valor m
Junio 6	5.6	— 0,50	23.99950	24.00	0.1243	23.9999043
	6.7	0,00	24.00000	24.25	0.1282	24.0004082
	7.8	+ 1,30	24.00130	26.00	0.1555	24.0017355
	8.1	— 0,33	23.99967	25.50	0.1476	24.0000976
	1.2	0,00	24.00000	25.25	0.1436	24.0004236
	2.3	+ 0,37	24.00037	25.75	0.1516	24.0008016
	3.C	+ 12,00	24.01200	25.75	0.1516	24.0124316
Junio 7	C.1	+ 1,07	24.00107	27.25	0.1757	24.0015257
	1.2	+ 0,02	24.00002	27.25	0.1757	24.0004757
	2.3	+ 1,76	24.00176	27.25	0.1758	24.0022158
	3.4	0,00	24.00000	26.50	0.1636	24.0004436
	4.5	+ 2,12	24.00212	27.50	0.1799	24.0025799
	5.6	+ 1,55	24.00155	27.25	0.1758	24.0020058
	6.7	+ 0,70	24.00070	27.25	0.1757	24.0011557
	7.8	+ 0,02	24.00002	27.50	0.1799	24.0004799
	8.1	0,00	24.00000	25.00	0.1397	24.0004197
	1.2	+ 0,60	24.00060	25.50	0.1476	24.0010276
	2.3	+ 1,05	24.00105	25.50	0.1476	24.0014776
	3.4	+ 1,40	24.00140	25.50	0.1476	24.0018276
	4.5	+ 1,22	24.00122	25.75	0.1516	24.0016516

CON EL HILO INVAR JADERIN

S1 = 24 m + 0,28 mm (P.M.)

Tramos	L—L' (—)	L' (Horizonte)	Jornadas	Totales
		Vienen	311.979372	112.144382
5.6	0.0023702	23.997534		
6.7	0.0030928	23.997315		
7.8	0.0059403	23.995795		
8.1	0.0042131	23.995884		
1.2	0.0002707	24.000153		
2.3	0.0001181	24.000683		
3.C	0.0004457	24.011986	167.999350	479.978722
C.1	0.0000227	24.001503		
1.2	0.0013525	23.999123		
2.3	0.0023630	23.999853		
.34	0.0023984	23.998045		
4.5	0.0026997	23.999880		
5.6	0.0016239	24.000382		
6.7	0.0000004	24.001155		
7.8	0.0001936	24.000286		
8.1	0.0045046	23.995915		
1.2	0.0003521	24.000675		
2.3	0.0006893	24.000788		
3.4	0.0000441	24.001783		
4.5	0.0027951	23.998856	311.998244	
		Pasan	311.998244	592.123104

MEDICION DE LA BASE GEODESICA DE SANTA ELENA

1933

Regreso

Fecha	Tram.	Sumas alg. mm	Prim. Valor m	θ° C	Dilat. mm	Seg. Valor m
Junio 7	5.6	+ 1,56	24.00156	25.25	0.1436	24.0019836
	6.7	+ 0,75	24.00075	25.25	0.1436	24.0011736
	7.8	— 1,25	23.99875	24.00	0.1243	23.9991543
	8.1	+ 0,90	24.00090	24.25	0.1282	24.0013082
	1.2	0,00	24.00000	24.00	0.1243	24.0004043
	2.3	+ 0,30	24.00030	24.00	0.1243	24.0007043
	3.C	— 23,30	23.97670	24.00	0.1242	23.9771042
Junio 8	C.1	+ 0,72	24.00072	23.75	0.1205	24.0011205
	1.2	0,00	24.00000	23.75	0.1205	24.0004005
	2.3	+ 0,43	24.00043	23.50	0.1166	24.0008266
	3.4	+ 0,70	24.00070	23.50	0.1666	24.0010966
	4.5	+ 0,20	24.00020	23.50	0.1166	24.0005966
	5.6	— 0,10	23.99990	23.50	0.1166	24.0002966
	6.7	— 0,70	23.99930	23.50	0.1166	23.9996966
	7.8	+ 0,12	24.00012	23.50	0.1166	24.0005166
	8.1	+ 0,50	24.00050	25.00	0.1397	24.0009197
	1.2	+ 0,10	24.00010	25.00	0.1397	24.0005197
	2.3	— 0,32	23.99968	25.25	0.1436	24.0001036
	3.4	+ 0,80	24.00080	25.00	0.1397	24.0012197
	4.5	+ 0,12	24.00012	25.00	0.1397	24.0005397

CON EL HILO INVAR JADERIN

S1 = 24 m + 0,28 mm (P.M.)

Tramos	L-L' (-)	L' (Horizonte)	Jornadas	Totales
		Vienen	311.998244	592.123104
5.6	0.0000713	24.001912		
6.7	0.0007640	24.000410		
7.8	0.0117504	23.987404		
8.1	0.0006149	24.000693		
1.2	0.0001872	24.000217		
2.3	0.0001203	24.000584		
3.C	0.0063702	23.970734	167.961954	479.960198
C.1	0.0006358	24.000485		
1.2	0.0002092	24.000191		
2.3	0.0000144	24.000812		
3.4	0.0000653	24.001031		
4.5	0.0000005	24.000596		
5.6	0.0002180	24.000079		
6.7	0.0001156	23.999581		
7.8	0.0000320	24.000485		
8.1	0.0002660	24.000654		
1.2	0.0000548	24.000465		
2.3	0.0001790	23.999925		
3.4	0.0012504	23.999969		
4.5	0.0006438	23.999896	312.004169	
		Pasan	312.004169	1072.083302

MEDICION DE LA BASE GEODESICA DE SANTA ELENA

1933

Regreso

Fecha	Tram.	Sumas alg. mm	Prim. Valor m	θ° C	Dilat. mm	Seg. Valor m
Junio 8	5.6	+ 0,55	24.00055	25.50	0.1476	24.0009776
	6.7	- 0,12	23.99988	25.50	0.1476	24.0003076
	7.8	+ 0,80	24.00080	26.00	0.1555	24.0012355
	8.1	+ 0,08	24.00008	26.25	0.1595	24.0005195
	1.2	- 0,37	23.99963	26.00	0.1555	24.0000655
	2.3	+ 0,20	24.00020	26.00	0.1555	24.0006355
	3.4	+ 1,10	24.00110	26.00	0.1555	24.0015355
	4.5	+ 0,90	24.00090	26.00	0.1555	24.0013355
	5.6	- 0,81	23.99919	25.50	0.1476	23.9996176
	6.C	- 26,57	23.97343	25.75	0.1514	23.9738614

WVIELACION DE LOS TRAMOS

1933

100

Diferencia parcial
de nivel

Sumas algebraicas

Bases

Totales

en metros

0.000
0.000

CON EL HILO INVAR JADERIN

S1 = 24 m + 0,28 mm (P.M.)

Tramos	L-L' (-)	L' (Horizonte)	Jornadas	Totales
		Vienen	312.004169	1072.083302
5.6	0.0001274	24.000850		
6.7	0.0002457	24.000062		
7.8	0.0003440	24.000891		
8.1	0.0008077	23.999712		
1.2	0.0000773	23.999988		
2.3	0.0021910	23.998444		
3.4	0.0000531	24.001482		
4.5	0.0011378	24.000198		
5.6	0.0021965	23.997421		
6.C	0.0030164	23.970845	239.969893	551.974062
			REGRESO	1624.057364
				m

NIVELACION DE LOS TRAMOS

1933

IDA

Fecha	Estens.	Sumas algebraicas en metros	Diferencias parciales de nivel	
			+	-
Junio 1	1	0.3196		
		0.3000		
		— 0.6196		0.6196
	3	0.2875		
		0.0545		
		— 0.3420		0.3420
	5	0.3362		
		0.1450		
		— 0.4812		0.4812
	7	0.1530		
0.0933				
	— 0.2463		0.2463	
1	0.0947			
	0.0815			
	— 0.1762		0.1762	
3	0.1267			
	0.3345			
	— 0.4612	0.4612		
		0.4612	1.8653	
		Suman		

Fecha	Estens.	Sumas algebraicas en metros	Diferencias parciales de nivel	
			+	-
		Vienen	0.4612	1.8653
Junio 2	1	0.1909 0.0607		
		— 0.2516		0.2516
	3	0.1110 0.0090		
		0.1020	0.1020	
	5	0.1037 0.1014		
		— 0.2051		0.2051
	7	0.0661 0.1210		
		0.0549	0.0549	
	1	0.0032 0.0380		
		— 0.0348		0.0348
	3	0.1135 0.5538		
		0.6673	0.6673	
		Suman	1.2854	2.3568

Fecha	Estens.	Sumas algebraicas en metros	Diferencias parciales de nivel	
			+	-
		Vienen	1.2854	2.3568
Junio 2	5	0.0358		
		0.0305		
		— 0.0663		0.0663
	7	0.1032		
		0.7510		
		— 0.6478		0.6478
	1	0.2318		
		0.0170		
		— 0.2488		0.2488
Junio 3	1	0.4110		
		0.0030		
		— 0.4080		0.4080
	3	0.1735		
		0.1418		
		0.0317	0.0317	
	5	0.3725		
		0.1777		
		— 0.5502		0.5502
		Suman	1.3171	4.2779

Fecha	Estens.	Sumas algebraicas en metros	Diferencias parciales de nivel	
			+	-
		Vienen	1.3171	4.2779
junio 3	7	0.0180		
		0.3638		
		<hr/>		
		0.3458	0.3458	
	1	0.3222		
		0.3607		
		<hr/>		
		- 0.0385		0.0385
	3	0.3705		
		0.2312		
		<hr/>		
		0.1393	0.1393	
	5	0.1520		
		0.0000		
		<hr/>		
		- 0.1520		0.1520
	7	0.0310		
		0.1640		
		<hr/>		
		- 0.1950		0.1950
	1	0.4033		
		0.4724		
		<hr/>		
		0.0691	0.0691	
		<hr/>		
		Suman	1.8713	4.6634

Fecha	Estcns.	Sumas algebraicas en metros	Diferencias parciales de nivel	
			+	-
		Vienen	1.8713	4.6634
Junio 3	3	0.4100		
		0.2125		
		<hr/> 0.1975	0.1975	
Junio 5	1	0.4778		
		0.0237		
	<hr/> - 0.5015		0.5015	
	3	0.1035		
		0.1350		
	<hr/> - 0.2385		0.2385	
	5	0.6505		
		0.4146		
	<hr/> 0.2359	0.2359		
	7	0.3029		
0.3635				
<hr/> 0.0606	0.0606			
1		0.0778		
		0.0622		
		<hr/> - 0.0156		0.0156
		Suman	2.3653	5.4190

Fecha	Estens.	Sumas algebraicas en metros	Diferencias parciales de nivel	
			+	-
		Vienen	2.3653	5.4190
Junio 5	3	0.0438		
		0.2128		

		0.1690	0.1690	
	5	0.1367		
		0.0120		

		0.1487	0.1487	
	7	0.2468		
		0.1157		

		0.3625	0.3625	
	1	0.0143		
		0.0129		

		- 0.0014		0.0014
	2.C	- 0.1040		0.1040

		Totales	3.0455	5.5244

REGRESÓ

Fecha	Estcns.	Sumas algebraicas en metros	Diferencias parciales de nivel	
			+	-
Junio 5	2	0.1040		
		0.0240		
		<u>0.0800</u>	0.0800	
	8	0.0295		
		0.1335		
		<u>- 0.1040</u>		0.1040
	6	0.2357		
		0.0782		
		<u>- 0.1575</u>		0.1575
Junio 6	1	0.2673		
		0.2854		
		<u>- 0.5527</u>		0.5527
	3	0.0790		
		0.0781		
		<u>0.0009</u>	0.0009	
	5	0.0063		
		0.2435		
		<u>- 0.2372</u>		0.2372
		Suman	0.0809	1.0514

Fecha	Estens.	Sumas algebraicas en metros	Diferencias parciales de nivel	
			+	-
		Vienen	0.0809	1.0514
Junio 6	7	0.3505 0		
		0.3503 0		
		<hr/>		
		0.7008 0	0.7008	
	1	0.6598 0		
		0.2190 0		
		<hr/>		
		0.4408 0		0.4408
	3	0.1156 0		
		0.0825 0		
		<hr/>		
		0.0331 0	0.0331	
	5	0.4095 0		
		0.3373 0		
		<hr/>		
		0.7468 0	0.7468	
	7	0.3853 0		
		0.5340 0		
		<hr/>		
		0.9193 0		0.9193
	1	0.4497 0		
		0.1140 0		
		<hr/>		
		0.5637 0	0.5637	
		<hr/>		
		Suman	2.1253	2.4115

Fecha	Estens.	Sumas algebraicas en metros	Diferencias parciales de nivel	
			+	-
		Vienen	2.1253	2.4115
Junio 6	3	0.0753 0.1463		
		<hr/>	0.2216	
Junio 7	1	0.0330 0.2548		
		<hr/>	0.2878	
	3	0.3368 0.3393		
		<hr/>	0.0025	
	5	0.3600 0.2792		
		<hr/>		0.6392
	7	0.0045 0.0964		
		<hr/>	0.1009	
	1	0.4650 0.1300		
		<hr/>	0.5950	
		<hr/>	3.3331	3.0507
		Suman		

Fecha	Estens.	Sumas algebraicas en metros	Diferencias parciales de nivel	
			+	-
		Vienen	3.3331	3.0507
Junio 7	3	0.1819 0.0460		
		— 0.1359		0.1359
	5	0.3663 0.0585		
		0.4248	0.4248	
	7	0.1915 0.7510		
		0.9425	0.9425	
	1	0.1718 0.0948		
		— 0.0770		0.0770
	3	0.0760 0.5527		
		— 0.4767		0.4767
Junio 8	1	0.1747 0.1002		
		— 0.0745		0.0745
		Suman	4.7004	3.8148

Fecha	Estens.	Sumas algebraicas en metros	Diferencias parciales de nivel	
			+	-
		Vienen	4.7004	3.8148
Junio 8	3	0.0263 0.0560		
		— 0.0823		0.0823
	5	0.0048 0.1023		
		0.1071	0.1071	
	7	0.0745 0.0392		
		0.1137	0.1137	
	1	0.1130 0.0513		
		— 0.0617		0.0617
	3	0.0927 0.2450		
		— 0.1523		0.1523
	5	0.1758 0.0752		
		— 0.0976		0.0976
		Suman	4.9212	4.2087

Fecha	Estcns.	Sumas algebraicas en metros	Diferencias parciales de nivel	
			+	-
		Vienen	4.9212	4.2087
Junio 8	7	0.1086		
		0.1285		
		<hr/>		
		0.2371	0.2371	
	1	0.1969		
		0.0609		
		<hr/>		
		0.2578	0.2578	
	3	0.3243		
		0.0505		
		<hr/>		
		0.3748	0.3748	
	5	0.2337		
		0.3247		
		<hr/>		
		0.5684	0.5684	
	6.C	0.3803	0.3803	
		<hr/>		
		Totales	6.7396	4.2087

NOTA.—A NIVELA...
 sobre los puntos importantes...
 la hidrografía del río...
 la adquisición de instrumentos y el proyecto de presupuesto del Servicio Hidrográfico para el año económico de 1914.

Cálculo de los Errores

(Cuadrados menores)

1º—El error medio cuadrático a temerse en función de las mismas mediciones: $d = 2.68$ m/m, $S = 1.624$ Km y $N = 2$, es el siguiente:

$$m = \sqrt{\frac{1}{2n} \left(\frac{d^2}{s} \right)} = \pm 1.05 \text{ m m por km.}$$

$$M = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{n} \left(\frac{d^2}{s} \right)} = \pm 0.74 \text{ mm por km.}$$

2º—El error efectivo aplicable a la media aritmética adoptada, 1624,0587 m en función de la diferencia $d = 2.3$ m/m, nos da como resultado 1624,0587 \pm 0.7 m/m, esto es, con un error muy inferior a $\pm 3 - 4$ m/m por kilómetro, que representa el límite máximo para los aparatos Jaderin (hilo Invar), según datos recogidos por el sabio Geodesta alemán Dr. W. Jordan en su obra "HANDBUCH VERMESSUNGSKUNDE" (III tomo). Este límite de error máximo puede considerarse **internacional**, para los efectos del grado de precisión que debe obtenerse en las mediciones con los hilos Invar.

Vº Bº

El Jefe del Servicio Hidrográfico

El Consultor Técnico

C. G. Ibáñez.

Luis G. Tufiño.

Cap. de Fragata.

Ing. Geógrafo.

PRESENTACION

Ponemos punto final a la presente Memoria con la que el Servicio Hidrográfico de la Armada del Ecuador tiene a mucha honra presentarse ante los Directores y prominentes miembros de la Oficina Hidrográfica Internacional de Mónaco.

El Consultor Técnico del Servicio Hidrográfico,

LUIS G. TUFÍÑO.

Ing. Geógrafo.

CAPITULO I

Trabajos y esfuerzos hasta el 31 de Diciembre de 1933

NOTA.—A excepción del **cuadro-resumen** relacionado con los datos de la **NIVELACION DE LOS TRAMOS**, todo lo demás, o lo hasta aquí expuesto, constituyó la Memoria que se envió a la Oficina Hidrográfica Internacional de Mónaco. Vamos ahora a discurrir, como materia de la **Segunda Parte** del presente Informe, sobre estos importantes puntos: **las redes triangulares de Santa Elena, la hidrografía del río Guayas, el aumento de personal, la adquisición de instrumentos y el proyecto de presupuesto del Servicio Hidrográfico para el año económico de 1934.**

REDES TRIANGULARES

Segunda Parte

CAPITULO I

Trabajos a efectuarse hasta el 31 de Diciembre de 1933

REDES TRIANGULARES

A los trabajos de campo se dió principio, en realidad de verdad, el 12 de Mayo del presente año; el 1º de Junio, a la medición de la Base Geodésica de Santa Elena; el 1º de Julio, a la apertura de los cimientos para la construcción del Pabellón de la Oficina Mareológica de Manta; y en los intervalos de tiempo comprendido entre el 12 de Mayo y el 12 de Julio, al estudio del reconocimiento de todo el terreno entre Ballenita y Ancón y a la construcción e instalación de las señales de los vértices de la red triangular que abraza toda esta zona. Hasta fines del año en curso quedarán terminadas las siguientes obras:

1º—La medición de las Bases Geodésicas de Santa Elena, Guayaquil, Puná y Manta.

2º—Los cálculos consiguientes a dichas mediciones.

3º—La medición de los ángulos correspondientes a la red triangular del Cantón Santa Elena.

4º—La construcción en Manta del Pabellón Mareológico con la consiguiente instalación de las casetas para los respectivos instrumentos y conforme a los planos que se acompañan.

5º—El trazado de la red triangular en el río Guayas y construcción de las señales desde la Atarazana hasta el Fuerte de Punta de Piedra; y

6º—La organización en Guayaquil de la Sede del Servicio Hidrográfico.

De este programa, hemos ya vencido, por lo menos, una cuarta parte, quedándonos el resto para terminarlo con el año.

HIDROGRAFIA DEL RIO GUAYAS

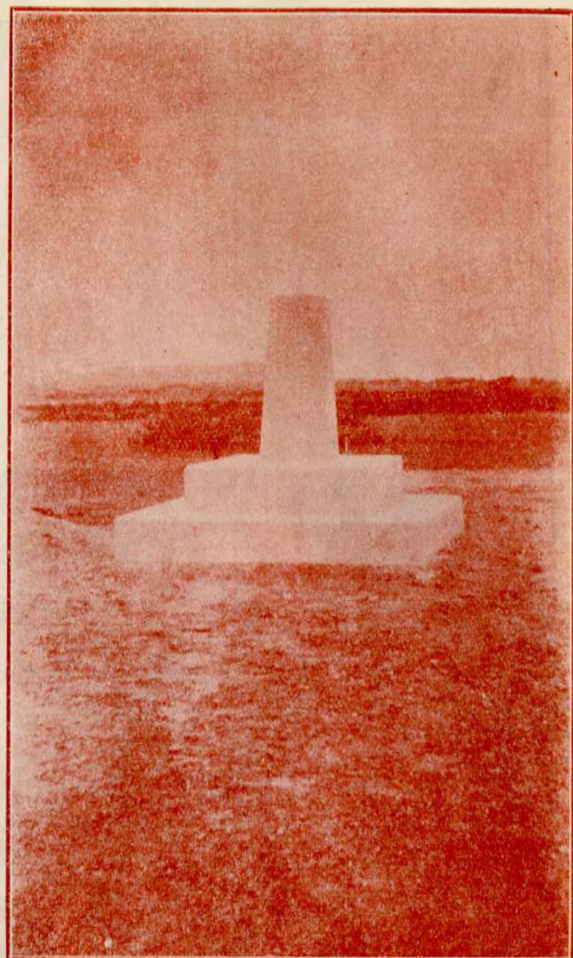
Reparaciones urgentes del buque Cotopaxi y adquisición de una lancha a motor.

De desear sería que el Servicio Hidrográfico dispusiese cuanto antes de una embarcación para dar comienzo, en el curso de este mismo año, a las operaciones relacionadas con el sondaje del río Guayas, de manera que se conozca con exactitud su bajo relieve o la topografía de su lecho y los accidentes del terreno en sus riberas.

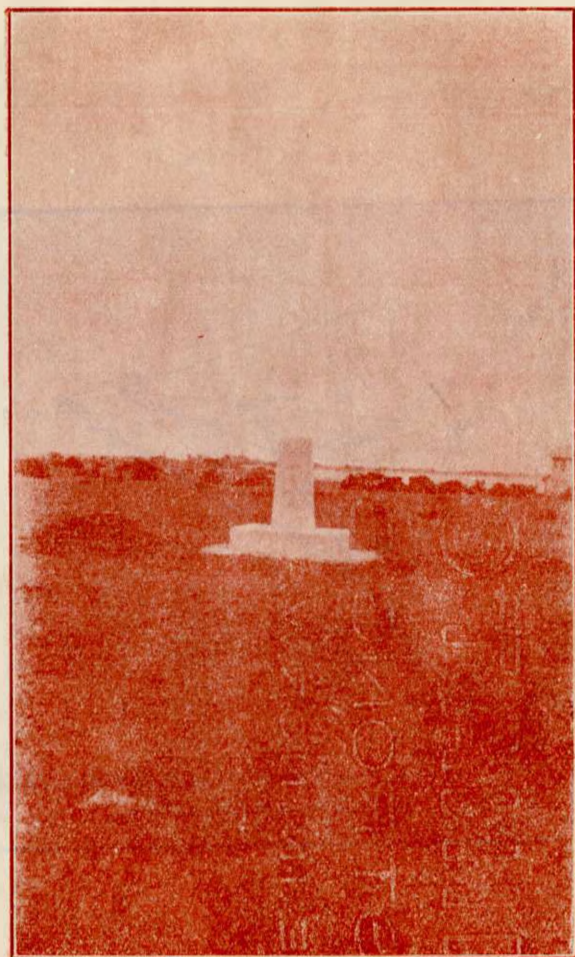
Si los instrumentos mareológicos que han de instalarse en Guayaquil y la isla Piná deben llegar muy pronto de Europa, y si los elementos geográficos de los puntos de apoyo en las dos riberas del río se determinarán también en tiempo oportuna, quedando las señales en sus respectivos sitios mientras se haga el levantamiento topográfico del lecho del río: ¿no es verdad que sería una pérdida horrible de tiempo y dinero el postergarlo todo, en espera de las mediciones del sondaje, para poder transportar luego las señales a otros sitios?

Quiero decir con esto que es absolutamente necesario que se dé toda clase de facilidades, mejor dicho, que se incrementen los trabajos que ahora se hacen en las reparaciones del "Cotopaxi", único buque por hoy adaptable al objeto que se persigue. Con respecto a estas reparaciones, me permito hacer una ligerísima insinuación, y es la siguiente: que sobre la cubierta del buque se hagan los compartimientos necesarios para dar cabida a las Brigadas Hidrográfica, Geodésica y Topográfica, y se adquiera una lancha a motor y adecuada para el trabajo de sondajes cerca de las costas o, por lo menos, en las zonas en que, por su poca profundidad, no pueda hacerse desde a bordo del "Cotopaxi".

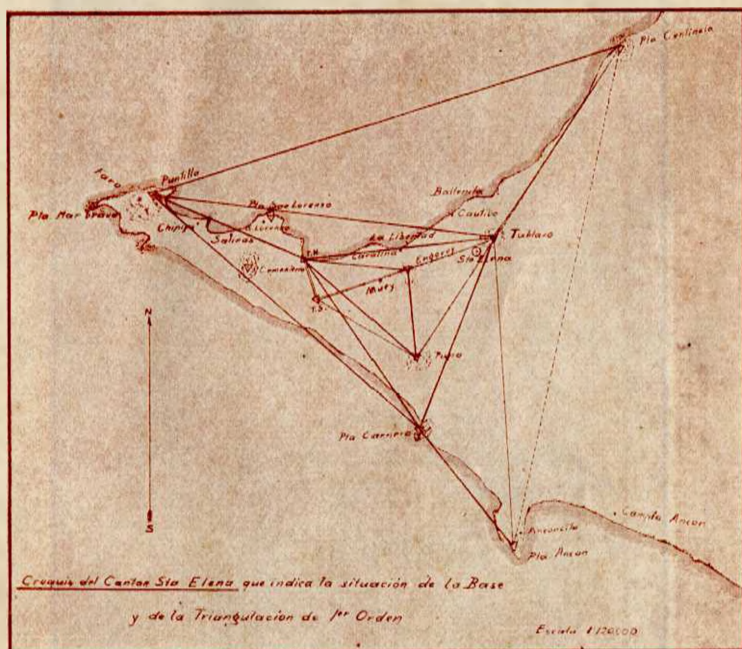
Como la adquisición de la indicada lancha debe hacerse con aplicación al Presupuesto General de Marina, creo del caso indicar al señor Ministro la necesidad de que se tome al respecto una resolución definitiva, previo acuerdo con el respectivo Departamento, una vez que el Presupuesto del Servicio Hidrográfico es muy pobre para atender a estos gastos, si bien fuertes, pero absolutamente necesarios. Las Compañías Navieras piden, a voz en cuello, que se les asegure la navegación en el río Guayas, y la misma Nación se halla en ello muy interesada, para salvar así sus intereses económicos por medio de la exportación e importación. El Servicio Hidrográfico debe entonces cumplir, en el menor tiempo posible, con la parte que le incumbe: los estudios hidrográficos del curso del río Guayas; pero ¿cómo hacerlos si todavía no se cuenta con todos los medios para ello?



Hito-señal del vértice triangular "El Cementerio".
Salinas-Santa Elena.



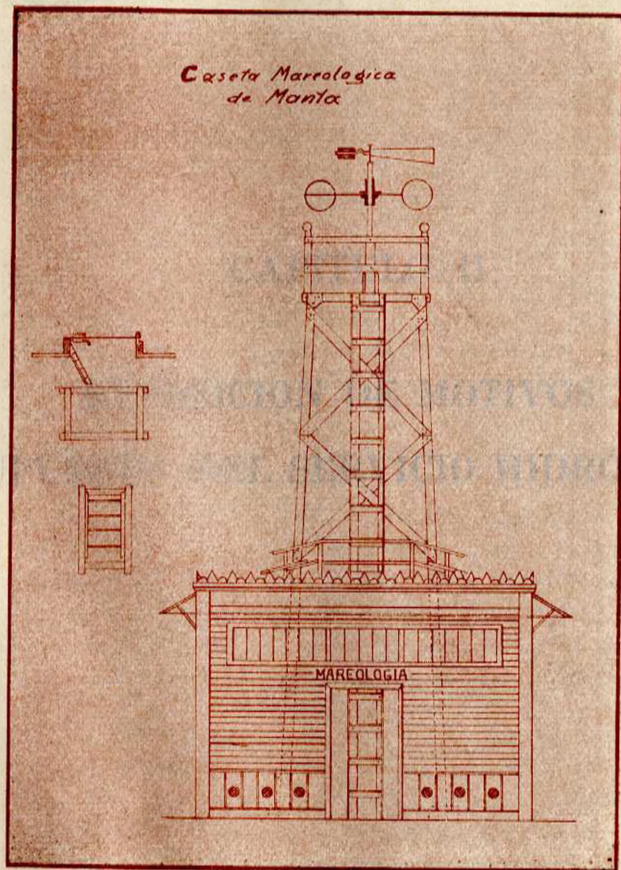
Hito-señal del vértice triangular "San Lorenzo".
Salinas-Santa Elena.



*Croquis del Cantón Sta Elena que indica la situación de la Base
 y de la Triangulación de 1^{ra} Orden*

Escala 1:20000

*Caseta Mareologica
de Montá*



CAPITULO II

EXPOSICION DE MOTIVOS

PRESUPUESTO DEL SERVICIO HIDROGRAFICO

Personal actual y aumento de la planta de Jefes, Oficiales y tripulación de la Armada.—Adquisición de materiales e instrumentos.—Presupuesto para el año 1934.

Nadie puede revocar a duda, por más que el pesimismo empañe la verdad de los hechos o el veneno del egoísmo trate de inocularse hasta en el corazón de quienes abrigan buenos sentimientos por el triunfo de las grandes obras, que lo ejecutado hasta aquí y en tan poco tiempo por el Servicio Hidrográfico de la Armada, no constituya el seguro testimonio de lo mucho que el patriotismo puede, cuando se pone en juego lo que hay de más noble y digno en el hombre, que es su voluntad en servicio de la Patria.

La ciencia, en lo humano, no reconoce fronteras; se la cultiva para el bien de todos porque es el patrimonio de todos. Es por esto que ella, en sus múltiples manifestaciones, es más fuerte que la política de partidos, más poderosa que la diplomacia en las relaciones internacionales, y forma por sí sola el lazo de unión entre todos los hombres y nos lleva a consideraciones más profundas sobre todo lo creado e increado. Por lo que en nombre de ella y para corresponder a los esfuerzos del Estado, en mi calidad de Consultor Técnico o verdadero Director del Servicio Hidrográfico, cuyas actividades se desarrollan sobre bases incommovibles, como incommovibles son los mismos principios científicos que se aplican, tengo a mucha honra presentar a la ilustrada consideración de Ud., señor Ministro, el presente pliego de motivos, en que apoyo con firmeza mi solicitud, para que Ud., a su vez, ponderando la verdad de mis aseveraciones, se digne obtener de la próxima Legislatura un pequeño aumento al Presupuesto actual del Servicio Hidrográfico.

1º—PERSONAL DE JEFES Y OFICIALES.—En el Reglamento General del Servicio Hidrográfico, aprobado por Decreto Ejecutivo del 4 de Febrero del año en curso, se consulta el personal de Jefes y Oficiales de la Marina que deben integrar cada una de las Brigadas de que se compone dicho Servicio. Formemos el cuadro del personal que se necesita para compararlo con el que actualmente se dispone:

1º—Brigada Geodésica.

- 1 Capitán de Fragata
- 1 Teniente de Fragata
- 1 Alférez de Fragata
- 6 Portamiras (Timoneles)
- 1 Cocinero
- 2 Grumetes

2º—Brigada Topográfica.

- 1 Capitán de Corbeta
- 1 Alférez de Navío
- 6 Portamiras (Timoneles)
- 1 Cocinero
- 2 Grumetes

3º— 2 Brigadas Hidrográficas.

- 1 Capitán de Corbeta
 - 2 Alféreces de Navío
 - 4 Sondeadores (Timoneles)
- y dos embarcaciones con su respectivo personal.

4º—Brigada Mareológica, compuesta de tres secciones: Manta, Guayaquil y Puná.

- 1 Capitán de Corbeta
- 3 Alféreces de Navío
- 1 Radio Telegrafista (Alférez de Fragata)
- 3 Marineros 2º

5º—Brigada de Calculadores.

- 1 Capitán de Corbeta
- 4 Tenientes de Fragata
- 1 Marinero 2º

Tomando ahora en cuenta las necesidades tanto de la Jefatura como de la Dirección Técnica, creo del caso indicar que la Dirección necesita indefectiblemente de un amanuense (Sargento de Armas) y de un Grumete-portero, para que los de la Jefatura no sean distraídos de sus labores.

Además, la Dirección Técnica debe completarse con tres oficiales dibujantes (Alféreces de Navío) y un Ayudante (Alférez de Fragata), para así poder cumplir con todo lo estatuido en el art. 2 del Reglamento del Servicio Hidrográfico, especialmente, en lo que se refiere a la inmensa labor de la preparación técnica de todos los Jefes y Oficiales del mismo Servicio.

El Servicio Hidrográfico necesita también de un Oficial Pagador propio (Alférez de Fragata), para que se entienda no sólo en la gestión económica del Servicio, con Brigadas que trabajan en distintas zonas, sino también desempeño, bajo su responsabilidad pecuniaria, los cargos de Guarda Almacén y Bibliotecario. De otra manera, el Jefe del Servicio Hidrográfico no podrá entrar de lleno en sus funciones relacionadas con la inspección general y control de todos los trabajos de campo y oficina, y con la marcha progresiva de todas y cada una de las Brigadas.

CUADRO COMPARATIVO

Grados	Se necesitan	Existen	Faltan
Capitán de Fragata (Jefe del Servicio)	2	1	1
Capitanes de Corbeta	4	2	2
Tenientes de Fragata	5	4	1
Alféreces de Navío	9	1	8
Alféreces de Fragata	2	1	1
Alférez de Fragata (Oficial Pagador)	1	—	1
Alférez de Fragata (Radio Telegrafista)	1	—	1
Sargentos de Armas (Amanuenses)	2	1	1
Timoneles (sondeadores y portamiras)	16	—	16
Marineros 2º	4	—	4
Grumetes	6	1	5
Cocineros	2	—	2

De lo expuesto se deduce que la Planta de Marina, para completar las Brigadas del Servicio Hidrográfico, debe aumentarse de 1 Capitán de Fragata, 2 Capitanes de Corbeta, 1 Teniente de Fragata, 8 Alféreces de Navío, 1 Alférez de Fragata Ejecutivo, 1 Alférez de Fragata de Administración (Oficial Pagador), 1 Alférez de Fragata (Radio Telegrafista), 1 Sargento de Armas (Amanuense), 16 Timoneles (Sondeadores y Portamiras), 4 Marineros 2º, 5 Grumetes y 2 Cocineros.

Pensemos únicamente en la organización definitiva de las Brigadas que en realidad de verdad, podemos decir, que todavía no existen, debido sólo a la escasez de personal; pero esto no impide para manifestar que en el curso del presente año los trabajos emprendidos dejen de hacerse dentro del programa que se desarrolla; y cuando éste llegue a su fin, las cosas cambiarán de aspecto o tomarán situaciones distintas si hemos de querer que el Servicio Hidrográfico no sufra ningún menoscabo en su regular funcionamiento. Desgraciadamente, la Planta actual de la Marina está reducida a un personal muy escaso: pretender, por consiguiente, restarle más Jefes y Oficiales, no sería sino atacar, en su raíz, a los demás servicios que le son anexos, como los del Curso de Artillería, Arsenal, Escuela de Grumetes, Faros, Capitanías de Puertos, Naves, etc., etc.

2º—MATERIAL PARA LAS BRIGADAS.—Los trabajos que, en el presente año, el Servicio Hidrográfico debe ejecutar, son los siguientes: medición de Bases; construcción de la Oficina Mareológica de Manta; instalación de los Mareógrafos en Guayaquil, Puná y Manta; construcción de las señales geodésicas y trazado de las redes triangulares en Sta. Elena y, principalmente, en gran parte del río Guayas, una vez que en el curso de estas aguas deben iniciarse, de preferencia, los estudios hidrográficos, para de esta manera dar satisfacción completa a los justos anhelos de la Nación, con respecto al abalanzamiento y más obras portuarias que pueden ser ejecutadas en dicho río por el Gobierno o por Compañías que tengan interés en ello. Tomando esto en cuenta y la organización de las Brigadas, de las que ya hice mención especial en uno de los párrafos anteriores, se necesitan los siguientes materiales: 6 carpas individuales; 4 carpas grandes, cada una con capacidad para ocho individuos; 2 carpas para cocinas y 2 carpas para comedores; 8 servicios higiénicos de campaña; 6 equipos completos de medicinas de urgencia para los climas cálidos; 24 ternos impermeables para el servicio de marinería; 24 pares de botas de caucho para el mismo servicio; 3 docenas de toldillos mosquiteros; 6 equipos completos de vajilla para servicios de campaña (mar y tierra); 2 docenas de coys plegables; 12 carpetas-carteras para las observaciones.

Todo este material conviene sea pedido a Alemania por intermedio consular, por cuanto son productos que en esa nación se construyen baratos y para esta clase de servicios. Pretender, por ejemplo, mandar a trabajar en el país carpas con telas inadecuadas, a precios muy altos y de escasa duración y, sobreañadidura, mal hechas y sin prestar la utilidad que se desea, sería francamente echar el dinero al agua. Además, todos los utensilios de cocina y demás objetos imprescindibles para las movilizaciones, no es posible encontrarlos adecuados en nuestras plazas comerciales. Esta es la razón por la cual insisto, desde ahora, en que todos estos materiales se pidan a Europa, y es así cómo haremos también una economía mínima del 50% de lo que se invertiría adquiriéndolos en el país.

3º—INSTRUMENTOS.—En esta materia debo hacer la siguiente consideración: que las cantidades invertidas durante el presente año en la adquisición de instrumentos, deben continuar figurando en el Presupuesto, hasta completar los que faltan.

Se creyó al principio que el Servicio Geográfico Militar podría, en caso necesario, prestar al Hidrográfico ciertos instrumentos, bajo el supuesto de que los trabajos en la costa se hiciesen únicamente en la temporada seca; pero esta suposición ha dejado ya de ser verdadera, por cuanto no hay nada que lo

interrumpa, ni el tiempo seco, ni el lluvioso, debido a que las cosas están de tal manera arregladas, que, cuando las lluvias arrecien en el río Guayas o en el Golfo, las Brigadas se trasladarán inmediatamente a la costa occidental, donde se puede trabajar sin los inconvenientes que realmente existen en toda la zona del Golfo, especialmente, en la de Guayaquil, durante el tiempo lluvioso. Los trabajos no pueden, por consiguiente, interrumpirse bajo ningún concepto.

Habiendo desaparecido la suposición de que en el invierno no se podría trabajar en la costa, desaparece también la posibilidad de que el Servicio Geográfico facilite sus instrumentos por largas temporadas y con grave perjuicio de sus propios intereses, que, en mi concepto, no deben menoscabarse, como no deben menoscabarse tampoco los del Hidrográfico, para que uno y otro correspondan, por igual, a los justos anhelos de la Nación.

En resumen, cumplo con el deber de manifestar a Ud. que la partida destinada a la adquisición de instrumentos, partida que consta en el Presupuesto vigente, debe ser la misma en el del próximo año.

No debemos olvidar, sin embargo, que en el presente año pueden quedar instaladas las estaciones mareológicas de Manta, Guayaquil y Puná, siendo la de Manta la Central; y como el servicio de comunicaciones debe iniciarse, a más tardar, el 1º de Enero de 1934, es absolutamente imprescindible que procuremos también llevar a cabo la instalación del radio en Manta, con aparatos receptor y transmisor, y en las otras dos estaciones, con sólo aparatos transmisores o receptores para el establecimiento de la **unidad de marea** entre Guayaquil y Puná y llenar otros objetivos propios del Servicio Hidrográfico.

Que el Servicio Hidrográfico de la Armada está hoy cumpliendo, con beneplácito de toda la Nación, el encargo que se le ha dado de levantar la Carta Hidrográfica de la República, es un hecho del cual nadie duda; que el personal satisface plenamente a este cometido, los trabajos que hasta ahora acaban de ejecutarse son la mejor prueba de su impropia labor; que el Gobierno de la República debe encontrarse muy orgulloso de contar con Jefes y Oficiales de nuestra Armada, que, si bien pocos en número, constituyen, sin embargo, el núcleo de nuestro prestigio nacional por la eficiencia de sus labores, es algo que no puede ocultarse; que la próxima Legislatura es la llamada a subsanar las deficiencias materiales que acabo de anotar aumentando al Presupuesto actual una suma muy pequeña de dinero para la adquisición de útiles, instrumentos y material eléctrico, es un asunto que atañe a un acto de verdadero patriotismo: porque patriotismo es asegurar, por todos los medios, la navegación en nuestras costas y el río Guayas; porque patriotismo es tam-

bién contribuir, con los medios más directos, al estudio de las profundidades del mar en las proximidades de nuestras costas, de manera que las cartas marinas sean como una reproducción exacta del relieve interior, cuyos puntos principales deben quedar determinados por sus elementos geográficos, a fin de que correspondan a su objeto y sean la parte complementaria de la gran Carta de la República: luego ¿qué nos queda por resolver?

Y como se trata de cuestiones que tocan muy de cerca a la vida del mismo país, no debo ni puedo dudar de que la próxima Legislatura no vote en total la suma de \$ 151.200 anuales para atender a todos los gastos que demanda el Servicio Hidrográfico de la Armada, distribuídos así:

PRESUPUESTO PARA EL AÑO 1934

Para la adquisición de 2 Sextantes, 4 Cronómetros, 1 Cronógrafo, 1 Bateria Eléctrica, 1 Juego de Sondas y 4 Correderas, 1 Teodolito Altazimut, 2 Horizontes Artificiales, 6 Heliotropos, 1 Mareógrafo, 1 Equipo completo de aparatos Meteorológicos	\$ 34.000
Para la construcción de señales, mojones e hitos y transporte de instrumentos	10.000
Para el pago de alumbrado, arrendamiento, útiles de Oficina, útiles de dibujo y gastos de escritorio de las Oficinas de Guayaquil y Manta	5.000
Para la adquisición de carpas, vestidos impermeables, botas de caucho, coys, servicios higiénicos, botiquines, toldillos mosquiteros, vajillas, carpetas-carteras para las observaciones, etc.	15.000
Para el pago de fletes y gastos de movilización	6.000
Para la adquisición de tres estaciones telegráficas	21.000
Para la adquisición de una camioneta Ford, pago de Chauffeur y combustible	8.000
Para el pago de Gratificaciones	40.000
Para la suscripción a revistas científicas y adquisición de obras de consulta	5.000
Para tres binóculos de marina y un aparato fotográfico	1.200
Para una policopia	800
Para seis filtros de campaña	200
Para gastos imprevistos	5.000
TOTAL	\$ 151.200

STANLEY CROCKER'S PAPER ON THE MATTER

CAPITULO III

CONCLUSION

I°—BREVES APUNTES PARA LA HISTORIA

La incorporación de energías nuevas, tendientes a producir una categoría especial de actividades cotidianas implica, a no dudarlo, la reconcentración en el hombre de estos dos factores: el conocimiento profundo de la realidad que le rodea y el sentido social, igualmente profundo, de sus acciones para que sean eficaces y acertadas; y nunca jamás erróneas, por cuanto la **“ciencia es previsión; y la previsión, poder”**.

La evolución de la vida se realiza con la práctica de la Ciencia, en tanto en cuanto ésta educa al ciudadano estimulándole, siempre y por siempre, a descubrir las relaciones existentes en la Naturaleza y, por lo mismo, a equilibrar su espíritu con el conocimiento práctico del saber, del sentir y del hacer. No de otra manera se logra ordenar las observaciones y plantear con precisión los problemas, cuyas soluciones, en la vida de los pueblos, se traducen en hechos positivos o en verdaderos bienes producidos a la sola idea de la inter-relación de las cosas, que nos lleva al conocimiento exacto de ese tejido vital, de esa afinidad de deducciones vinculadas por los seguros eslabones de la causalidad que tanto admiramos en la Naturaleza.

Si la Ciencia nace del conocimiento práctico, el sentimiento de la Vida nos ayuda entonces a atisbar la armonía oculta en el corazón de las cosas, para realizar el ideal no sólo de explotar la Naturaleza, sino también de conceptualizar lo real o aquellos aspectos de la realidad de la experiencia únicamente es capaz de percibir.

Debemos, por tanto, acostumbrarnos a tener mayor esmero en el planteamiento de las cuestiones que se relacionan con la visión clara y el sentido de la inter-relatividad de las cosas, para que el reconocimiento práctico del **saber**, del **sentir** y el **hacer** dé unidad a la vida humana.

Sin este reconocimiento no podría entenderse jamás que el objeto de la Ciencia es **apreciar con claridad las cosas y los acontecimientos, en sí mismas y en sus relaciones mutuas**; ni podría tampoco afirmarse que las ciencias concretas surgen del saber práctico, y que después de alcanzar su estructura propia, reciben saludables estímulos cuando descienden a la consideración de problemas prácticos.

La necesidad humana es entonces el fundamento de todo lo que en este punto puede disertarse. Las matemáticas, por abstractas que sean, no flotan como si estuvieran en las nubes o aisladas de las ocupaciones del mundo activo; surgen más bien de los esfuerzos del hombre por aumentar su labor mediante la comprensión de los eternos principios con que se establecen las relaciones del hombre con la Naturaleza y con sus semejantes. Por eso, que la Astronomía, por ejemplo, adquiere, cada vez más, nueva vida prestando su ayuda al navegante como al geodesta, al topógrafo como al cartógrafo; y por esto también, que las matemáticas son la heredera de todas las edades y el eje al rededor del cual giran todas las profesiones.

He aquí por qué la incesante y la recíproca relación que existe entre la profesión y la ciencia son el fundamento de las condiciones del progreso humano.

Sólo el hombre muy ignorante puede discutir la utilidad de la **ciencia socializada**, por cuanto es difícil señalar un sector científico que no realice aportaciones de interés para la vida.

Si la ciencia es una disciplina del hombre y ha contribuído al desarrollo de las grandes ideas en la actual evolución del género humano, al Estado le toca entonces utilizar sus recursos en la solución de los problemas prácticos, una vez que la ciencia tiene que ser socializada para que se cumpla la gran sentencia de Spencer: "la ciencia es para la vida, y no la vida para la ciencia".

He hecho estas ligerísimas consideraciones con el único propósito de consignar aquí un recuerdo histórico de suma importancia en los Anales de la Geografía en nuestro país, y es el siguiente: que el Servicio Hidrográfico nació a raíz de los estudios astronómicos que, con el carácter de prácticos, el señor Capitán de Fragata Teodoro Morán V. ejecutaba, bajo mi dirección, a principios del año 1932.

El caso se desarrolló así: el señor Comandante Morán, entonces y ahora, Jefe del Departamento de Marina, me hizo una consulta sobre la importancia de las correcciones de nivel del **Instrumento Universal** en las mediciones de alta precisión, tales como las que se efectúan en los trabajos geodésicos; y después de satisfacerle desde el punto de vista completamente práctico, con ejemplos tomados al azar, se nos ocurrió simultáneamente a los dos, y sin mucho meditarlo, que podría establecerse el Servicio Hidrográfico con Oficiales de la Marina, para completar así los estudios geográficos que, en la zona terrestre, ejecuta el Servicio Geográfico Militar.

Formulamos rápido el proyecto y sin más preámbulos lo sometimos a la consideración del entonces Ministr de Guerra, Marina y Aviación, señor don Leonardo Sotomayor y Luna, quien, con la clara visión de la realidad de las cosas, no sólo acogió la idea, sino también la puso inmediatamente en práctica el 2 de Febrero de 1932, fecha en la cual se promulgó el Decreto Ejecutivo correspondiente a la creaiión del Servicio Hidrográfico de la Armada Nacional.

Su entusiasmo en este punto jamás encontró obstáculos, ni en la escasez de fondos, ni en que no se contaba con ningún presupuesto para atender a los primeros gastos que, no obstante, se hicieron con aplicación a ciertas partidas del mismo presupuesto de la Marina. Preciso es reconocer también que por su decidido apoyo se pudieron efectuar, en un tiempo demasiado corto, estas dos cosas: 1º la adquisición en Alemania del primer equipo de instrumentos para la Estación Mareológica de Manta y un teodolito Wild para las operaciones topográficas en la costa; y 2º la localización de la Base Geodésica de Manta: estas dos obras serán el recuerdo imperecedero de quien supo patrocinar en toda forma y en toda circunstancia al Servicio Hidrográfico de la Armada.

2º ACTUACION DEL PERSONAL

En este punto habría yo deseado, por equidad y justicia, ponderar siquiera la labor de todos los Jefes y Oficiales, según la comisión o cargo que a cada cual le correspondió desempeñar en la medición de la Base de Santa Elena y más trabajos relacionados con las triangulaciones; pero como tal cosa habría sido apenas un pálido reflejo de la realidad, me abstengo de **hacerlo, y únicamente afirmo**: que la mutua pleitesia de rendir homenaje al deber cumplido, es el sagrado emblema que guía sus actos, y, siempre, al calor de sus mejores entusiasmos.

El Consultor Técnico del Servicio Hidrográfico,

L. G. Tufiño

Ing. Geógrafo.

Salinas (Santa Elena), Julio 10 de 1933

INDICE

PRIMERA PARTE

CAPITULO I

CONSIDERACIONES GENERALES

Páginas

Conceptos del Consultor Técnico sobre la eficiencia del personal.— Las Cartas Marinas aseguran la navegación.— Objeto formal del Servicio Hidrográfico.— Nómina del personal que midió la Base de Santa Elena	5
---	---

CAPITULO II

ESTUDIOS PRELIMINARES

Desarrollo del Programa Especial de los trabajos de Santa Elena.— Características Generales de una Base Geodésica.— Precisión de los aparatos "Jaderin".— Localización de la Base.— Croquis de la triangulación	11
---	----

CAPITULO III

LOCALIZACION Y SEÑALES DE LOS EXTREMOS DE LA BASE

Dimensiones de los cimientos.— Material de las señales.— Alistamiento de los apartados "Jaderin"	19
--	----

CAPITULO IV

INSTALACION DE LOS APARATOS JADERIN

Aparatos Jaderin.— Aleación del hilo invar.— Anteojo centrador.— Índice de fin de jornada.— Alincación de los trípodes.— Cuadro de instrucciones; Medición de los tramos; Nivelación de los tramos.— Operaciones finales a la medición de un tramo; Arrollamiento y desenrollamiento del hilo invar.— Distribución de los equipos	23
---	----

CAPITULO V

CALCULOS

	Páginas
Primera reducción	39
Dilatación y certificado de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas	39
Reducción al horizonte	41
Diferencia de nivel entre los dos Extremos de la Base	43
Reducción al eclipsoide	43
Coordenadas Geográficas	45

CAPITULO VI

MEDICION DE LA BASE GEODESICA DE SANTA ELENA

Resumen de las mediciones, ida y regreso	48
Nivelación de los tramos, ida y regreso	64
Cálculo de los errores	70
Presentación	77

SEGUNDA PARTE

CAPITULO I

TRABAJOS A EFECTUARSE HASTA EL 31 DE DICIEMBRE DE 1933

Redes triangulares	81
Hidrografía del río Guayas	82

CAPITULO II

EXPOSICION DE MOTIVOS

Personal actual y aumento de la planta de Jefes, Oficiales y tripulación de la Armada.— Adquisición de materiales e instrumentos. Presupuesto para el año 1934.	85
--	----

CAPITULO III

CONCLUSION

1° Breves apuntes para la Historia	92
2° Actuación del personal	95

