

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y FOMENTO

---

DIRECCION DE IRRIGACION.

---

INSTRUCCIONES

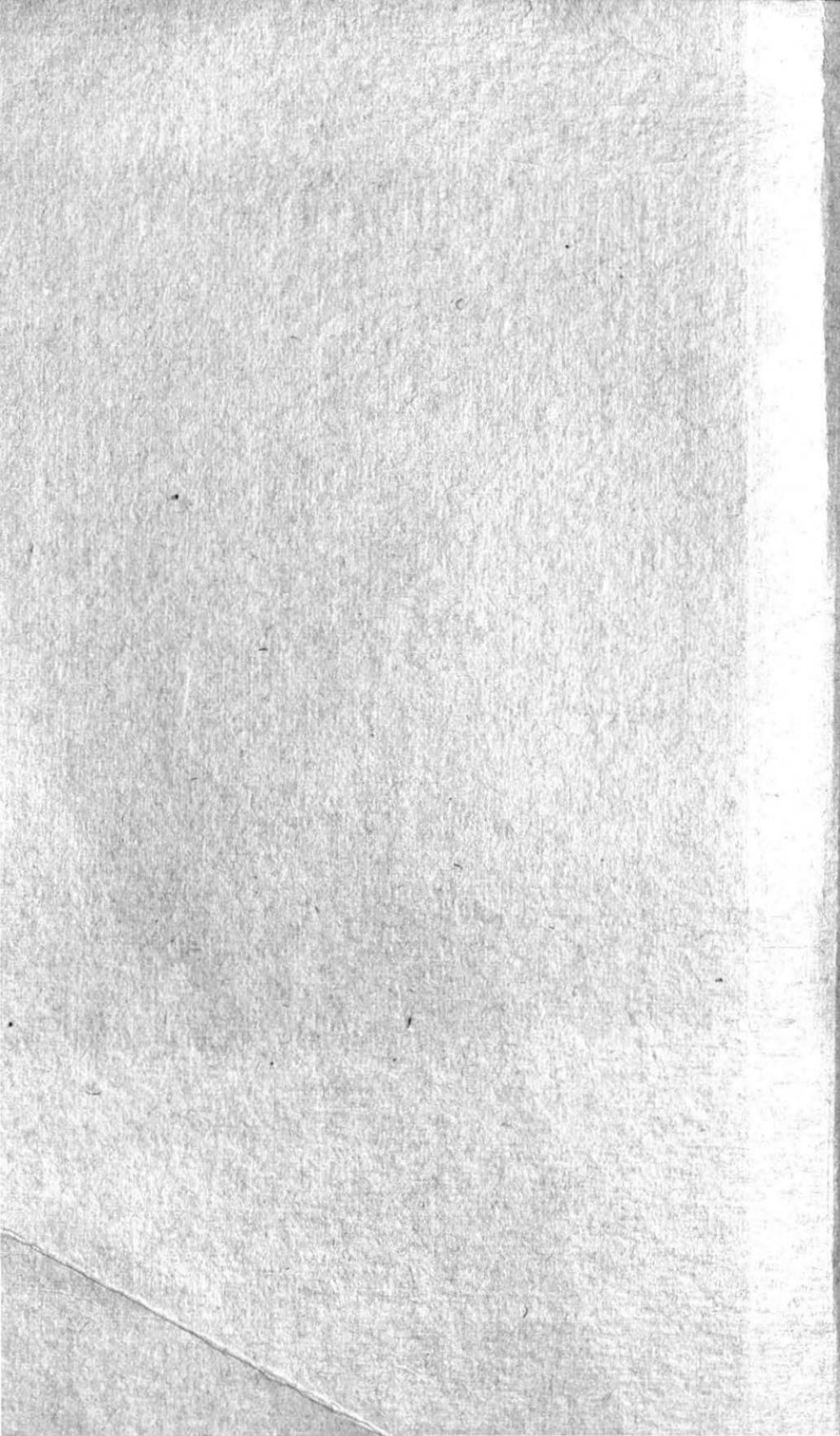
PARA EL

DESARROLLO DE ESTUDIOS HIDROLOGICOS.



1922.

---



# SECRETARIA DE AGRICULTURA Y FOMENTO

---

DIRECCION DE IRRIGACION.

---

INSTRUCCIONES

PARA EL

DESARROLLO DE ESTUDIOS HIDROLOGICOS.



1922.

---



---

---

## ORGANIZACION DE LOS ESTUDIOS HIDROLOGICOS LLEVADOS A CABO POR LA DIRECCION DE IRRIGACION



Por acuerdo del C. Secretario de Agricultura y Fomento fechado el 23 de abril de 1921, se creó por la Dirección de Aguas de la Secretaría un servicio hidrométrico que deberá funcionar sistemática y regularmente en todo el país y que, habiéndose iniciado sobre los principales vasos y corrientes de jurisdicción federal, se irá extendiendo a medida que las necesidades lo exijan y las circunstancias económicas lo permitan. Al pasar este servicio a formar parte de las labores de la Dirección de Irrigación, quedó incluido su estudio en el campo de las investigaciones hidrológicas, las que se han iniciado por medio de Comisiones de esta índole y por conducto de las Agencias Generales de la Secretaría y de los Jefes de Zona de Irrigación.

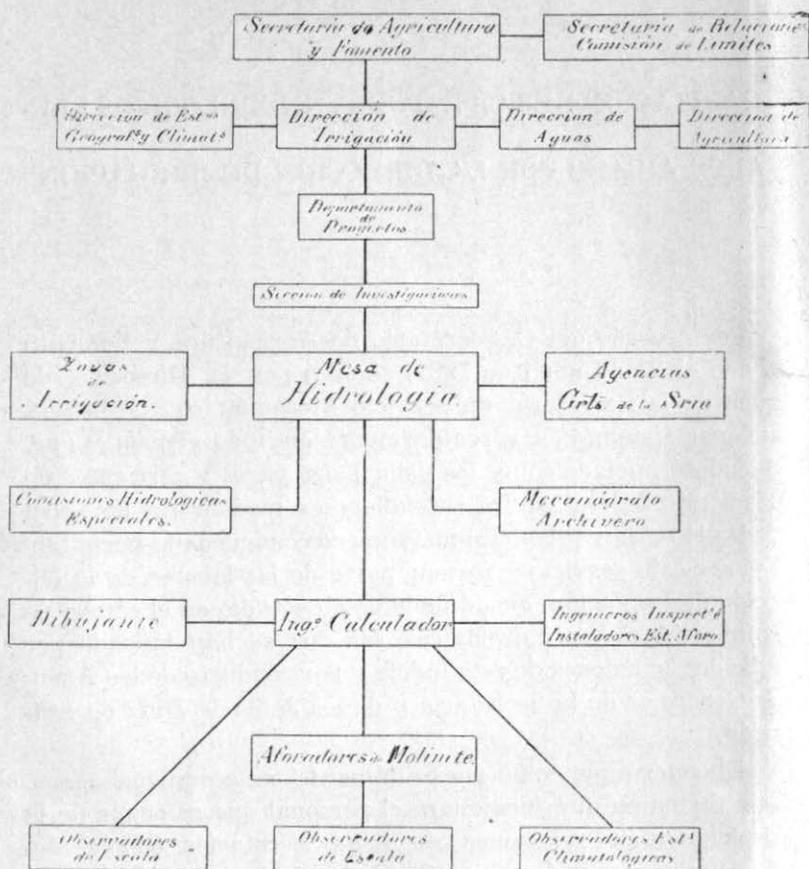
El cuadro que como anexo número 1 se acompaña muestra la forma en que funcionará el personal que se ocupe de la hidrología y sus relaciones con otras Secretarías, con las demás Direcciones y Agencias Generales de la de Agricultura y Fomento y con las diversas Comisiones Técnicas y Zonas de esta misma Dirección.

El cuadro anexo número 2 contiene el conjunto de los datos que deben recabar las Comisiones Hidrológicas especiales, y de entre ellos se marcarán, en cada caso, los que deban estudiar las Comisiones u Oficinas a que se refiere el cuadro número 1.

Organización del servicio hidrológico.

Datos hidrológicos que deben recabarse.

*Cuadro que muestra la organizacion del personal encargado de los estudios Hidrológicos.*



## CAPITULO I.

### Relaciones entre la Dirección de Irrigación y las Oficinas y Comisiones que Colaboran en los Estudios Hidrológicos.

Por conducto de la Secretaría de Relaciones Exteriores, tiene conexión la de Agricultura y Fomento con la Comisión Mexicana de Límites con los E. U. de Norte América en lo referente a los estudios hidrológicos del río Bravo que se efectúan por la referida Comisión, en combinación con la similar americana.

Comisión de Límites

Para los estudios hidrológicos en el país, la Dirección de Irrigación tiene conexiones con la de Estudios Geográficos y Climatológicos por todo cuanto a climatología se refiere, siendo esta última Dirección la que proporciona los aparatos para las observaciones en esta naturaleza, las especificaciones para su instalación y las instrucciones para su manejo.

Dirección de Estudios Geográficos

La Dirección de Aguas está también en conexión con la de Irrigación en lo relativo al estudio de los vasos y corrientes de jurisdicción federal, régimen, gastos, servidumbres establecidas y sobrantes. Su personal foráneo ayuda, además, en el funcionamiento de todos los servicios de hidrología.

Dirección de Aguas

Con la Dirección de Agricultura tiene las relaciones naturales sobre intercambio de estadísticas, métodos de riego, coeficientes de los mismos, etc., así como en lo que ve al auxilio de su personal foráneo en la vigilancia de los servicios.

Dirección de Agricultura

Por acuerdo Superior, las Agencias Generales de la Secretaría también prestarán ayuda para esta clase de estudios, tanto en la instalación de estaciones como en el funcionamiento de ellas, bien sea con el personal de las mismas o agregando alguno a algunos ingenieros auxiliares si el caso lo requiere, quedando éstos bajo la inmediata dirección y vigilancia de la Agencia.

Agencias Generales de la Secretaría.

Siempre que sea posible, se encomendarán los estudios hidrológicos a los Jefes de Zona de Irrigación, proporcionándoles personal especial en los casos en que se juzgue necesario, de preferencia a encomendarlo a dependencias extrañas a la Dirección.

Zonas de Irrigación

Las diferentes Comisiones técnicas que se formen por la Dirección recabarán todos los datos hidrológicos que se les se-

Comisiones Técnicas Especiales de la Dirección

ñalen, de acuerdo con la importancia de la zona en que operen. En los casos en que se estime conveniente, se agregará un ingeniero especialmente encargado de estas labores, bajo la vigilancia y dirección del Jefe de la Comisión.

Comisiones Hidrológicas.

A medida que las circunstancias lo permitan, se irá aumentando el número de las Comisiones Hidrológicas especiales que con detalle deban hacer el estudio de las principales cuencas del país a fin de reglamentar debidamente el uso de las aguas sujetas a servidumbre y estudiar la existencia y la futura aplicación de los sobrantes en cada vaso o corriente.

Mesa de Hidrología

Para la tramitación de los asuntos de carácter hidrológico, existe una Mesa en la Sección de Investigaciones del Departamento de Proyectos, Mesa cuyo personal residente se compone de un 1er. Ingeniero Encargado de ella y un 2o. Ingeniero, calculador, teniendo aquél a sus inmediatas órdenes a un dibujante y a un mecanógrafo para los asuntos de la Mesa.

Instaladores e Inspectores.

Como personal foráneo, se tendrán dos o más ingenieros instaladores de estaciones y que también vigilarán su funcionamiento y rectificaran periódicamente los elementos hidráulicos de las mismas.

Aforadores de Primera

Directamente de la Mesa, o de los Inspectores si éstos son residentes o de las Agencias, Zonas o Jefes de Comisión, dependen los Aforadores de Primera (no necesitan ser Ingenieros), quienes tienen marcado un circuito para practicar aforos directos con molinete, circuito que se les fija de acuerdo con la frecuencia de observación que se juzga necesaria en las corrientes comprendidas en él.

Observadores de Escala.

Directamente de la Mesa, o de la Oficina, Comisión o Aforador de Circuito encargado de una zona, dependen los observadores de escala, los que se eligen entre personas de la localidad y a los que se les asigna una gratificación lo más módica posible, teniendo en cuenta que, dado el corto tiempo que esta atención les demanda, debe considerarse ese ingreso como un extra que agregan a sus ganancias habituales.

Encargados de Estaciones de Evaporación. CASO.

Quedan en las mismas condiciones que los observadores en cuanto a dependencia, y su remuneración se fijará en cada caso.

## CAPITULO II.

### Lineamientos Generales para el Funcionamiento.

---

Para que esta clase de estudios se lleve adelante con la unidad, regularidad y continuidad que son indispensables para obtener datos estadísticos utilizables (que tanta falta hacen en la actualidad al Ingeniero que estudia una obra cualquiera de irrigación, pues no encuentra casi nunca datos hidrológicos locales en que basar sus cálculos, sino que tiene que hacerlo sobre hipotéticos o deducidos), se trazan en seguida los lineamientos generales que se ruega sigan las dependencias que operen en conexión con la Dirección y a los que se sujetarán las Oficinas, Comisiones o empleados de ésta en lo tocante a los estudios hidrológicos.

Se solicitará de la Comisión de límites, por los conductos debidos, que, al reinstalar las estaciones hidrométricas del río Bravo que en años pasados estuvieron a su cargo, envíe a la Dirección de Irrigación copias de sus registros mensuales de observaciones, a fin de que se conozca por medio de ellos continua y oportunamente el régimen del río Bravo.

De la  
Comisión  
de  
Límites.

A la referida Comisión, se le remitirán en cambio, también mensualmente, copias de los registros de aforos de los canales que parten del río Bravo y de los ríos afluentes suyos que le interese conocer.

Se recabarán de la Dirección de Estudios Geográficos los datos climatológicos que obtenga por medio de sus estaciones termoplumiométricas, y con los registros mensuales que mande, se formarán diagramas de lluvias y temperaturas para cada estación. Se recabarán igualmente de ella cartas representativas de la lluvia anual.

Dirección  
de Estudios  
Geográficos y  
Climatológicos.

Se pedirán a la misma Dirección los pluviómetros y termómetros necesarios, a fin de que todas las Comisiones de Irrigación instalen en sus respectivas zonas de trabajo estaciones termoplumiométricas homogéneas.

Se solicitará el auxilio de los inspectores especialistas del Servicio Meteorológico para la instalación de las Estaciones de evaporación que se sigan estableciendo en las diferentes partes de la República en que interese conocer este dato, en conexión con los estudios de presas de almacenamiento.

Se remitirán mensualmente a la citada Dirección copias de los registros de las estaciones de evaporación y termopluiométricas que funcionen bajo el cuidado del personal de la de Irrigación, así como copias azules de los diagramas que se formen en ésta y en general de cuanto dato climatológico se recabe.

La misma Dirección de Estudios Geográficos dará las instrucciones técnicas que juzgue convenientes para la instalación y mejor manera de observar los aparatos meteorológicos, a fin de que sean comparables los resultados que se obtengan con los de las demás estaciones ya establecidas por ella.

Dirección  
de  
Aguas.

De la Dirección de Aguas, se recabarán los datos relativos a los aforos que practiquen sus Inspectores o Comisiones Residentes sobre los vasos o corrientes del país.

Se le pedirá nota de las servidumbres de cada vaso o corriente, con el fin de saber cuáles son sus excedentes.

El personal foráneo de la misma Dirección, que en casos especiales se encargue de la instalación o el funcionamiento de alguna estación, se servirá pedir por conducto de ella a la de Irrigación los registros y especificaciones que necesite, a fin de que las observaciones que se hagan y registren bajo el mismo sistema y se servirá remitir por el mismo conducto los planos, perfiles y elementos de cálculo de las estaciones que instalen, así como los registros de observación. Se remitirá a la Dirección de Aguas por esta de Irrigación, copia de todos los diagramas que se formen referentes a hidrometría, a fin de que puedan ser utilizados por ella en la inspección de sus concesiones otorgadas y para su conocimiento de sobrantes.

Dirección  
de Agri-  
cultura.

Se recabarán de la Dirección de Agricultura las publicaciones y los datos estadísticos que posea y cuyo conocimiento sea útil a la de Irrigación. Se encargará a los especialistas de la referida Dirección de los análisis de las muestras de tierras y aguas que se le envíe y cuyos resultados sean útiles de conocer al estudiar los coeficientes de riego y los procedimientos para efectuar éstos.

Se le ministrarán mensualmente informes sobre el resultado que se obtenga de los estudios de coeficientes de riego, acompañados de los que rindan sobre el particular las Comisiones Hidrológicas.

Se le pedirán los datos globales de producción en las diferentes zonas agrícolas del país y los que tenga relativos a la potencialidad agrícola y clases de cultivos en cada zona, a fin de coleccionar todos aquellos que sean útiles al Ingeniero de Irrigación para normar su criterio sobre la región en que tenga que estudiar algún problema. Se le ministrarán copias de las estadísticas que sobre su ramo obtengan las Comisiones Hidrológicas.

En todas aquellas regiones del país en que no existan Comisiones dependientes de la Dirección de Irrigación, serán de preferencia las Agencias Generales de la Secretaría las encargadas de efectuar los estudios hidrológicos. Para este fin, se sujetarán a las instrucciones que sobre recolección de datos, instalación de estaciones, funcionamiento de ellas, formas de registros, su envío, etc., se dan en los anexos números 3 al 15.

Agencias  
Generales  
de la  
Secretaría.

Previa revisión de los datos que les envíen los encargados de estaciones climatológicas, aforadores de molinete y observadores de escala, los remitirán a la Dirección para que sean calculados, recopilados y discutidos.

Las diversas zonas fijas foráneas de esta Dirección continuarán la instalación de estaciones relacionada con los estudios climatológicos e hidrométricos que se tienen ya aprobados, para lo cual se sujetarán a las prevenciones que en los anexos acabados de citar se especifican para cada clase y categoría de ellas.

Zonas de  
Irrigación

Además de las estaciones que han sido aprobadas, propondrán las que estimen de importancia establecer de acuerdo con el conocimiento inmediato que tengan del territorio bajo su jurisdicción.

Propondrán el número de aforadores que encuentren justificado, expresando en detalle cuál será el circuito que se les marque y el tiempo que emplearán en recorrerlo, para que sea estudiado el punto y resuelto.

Remitirán presupuesto de instalación de las estaciones que se tienen aún pendientes y el detallado para el mantenimiento de las ya establecidas y por establecer.

Vigilarán el funcionamiento de las mismas y concentrarán los datos que ministren los aforadores, encargados de estación y observadores de escala, datos que, después de revisados, remitirán a la Dirección con la frecuencia que en cada clase de registro se establece.

Comisiones Técnicas Especiales de la Dirección

Lo que se dice para los encargados de las zonas de Irrigación se aplica también a las comisiones técnicas especiales de esta Dirección, dentro de la región en que practiquen sus estudios. Recabarán estas últimas, además, los datos del **anexo número 2** que se les señalen en cada caso y procurarán que en la región que estudien queden establecidas las estaciones termopluviométricas y de aforo indispensables para conocer el régimen de los vasos y corrientes principales de ella.

Comisiones Hidrológicas.

Estas Comisiones, especialmente establecidas para llevar a cabo investigaciones y estudios de carácter hidrológico, practicarán con sumo cuidado todas las observaciones tendientes a recabar los datos que aparecen en el **anexo número 2**.

Con el fin de hacer comparables los resultados de las observaciones practicadas por diferentes personas y en distintas regiones, se marca en el capítulo III la secuela que se ha adoptado para la recolección de datos.

Mesa de Hidrología

Estará a cargo de esta dependencia la tramitación de todos los asuntos de carácter hidrológico y la concentración de las investigaciones que se practiquen sobre el asunto por las diferentes oficinas o comisiones que se llevan descritas, practicando todas aquellas operaciones pendientes para hacer utilizables los elementos de observación de cada registro y se comprobarán las de aquellos que lleguen ya calculados. Los datos pertenecientes a cada cuenca y corriente se ordenarán de manera de poder formar con ellos cuadros gráficos y numéricos que contengan la síntesis de cada registro o conjunto de datos, como sigue:

Registro **Hidr. 1 A. 1a.**, gráficos de las variaciones de:

Presión atmosférica.

Tensión del vapor.

Velocidades del viento.

Evaporación.

Lluvia.

Temperaturas de máxima y mínima.

Registro **2 A 2a.**, gráficos de temperatura, evaporación y lluvia.

Registro **3 A 3a.**, gráficos de temperaturas y lluvias.

Registro **4 B 1a. y 2a.**, gráficos de almacenamiento; volúmenes totales de entradas;

Id. Id. de salidas; y pérdidas en el almacenamiento.

Registro 6 C 1a., gráfico de los volúmenes diarios corridos.

Registro 9 C 2a. y 3a., gráficos de volúmenes diarios corridos.

Además, con los datos que se reciban sobre los estudios de coeficientes de riego y estadística agrícola, se formarán cuadros en que de manera clara se aprecien de un golpe de vista los detalles y elementos que concurren en el estudio.

Finalmente y con el conjunto de datos así resumidos, se formularán críticas y discusiones sobre los resultados obtenidos para cada corriente o zona, ejecutando esos análisis al terminar el estudio de ella y también anualmente, sobre su funcionamiento durante el período.

Estos cuadros gráficos y numéricos y discusiones se tendrán cuidadosamente ordenados y archivados a fin de que puedan ser utilizados y publicados en su oportunidad.

Se encargarán de instalar las estaciones de aforo que les encomiende la Dirección, Ingenieros nombrados especialmente para ello, los cuales seguirán las especificaciones que para cada categoría de estaciones se dan en los **anexos números 3, 4, 5 y 7**. Buscarán en la localidad un observador para la escala, al que fijarán gratificaciones de acuerdo con la Dirección y con lo que ya antes se ha dicho sobre la modicidad de esos pagos, los cuales deberían ser lo menor posible en vista de la sencillez en el desempeño de este encargo. Es además preciso que se elija a tales observadores de entre personas que merezcan confianza por sus antecedentes de honorabilidad, para eliminar la posibilidad de que presenten lecturas falsas o incorrectas. Con los elementos de cálculo de cada estación, remitirán al quedar instalada ésta un informe descriptivo que contenga la información necesaria para darse bien cuenta de las condiciones en que quedó establecida, su ubicación, referencias a puntos conocidos, fecha en que empiece a funcionar, nombre y dirección del encargado de ella, etc.

Ingenieros-  
Instalado-  
res e Ins-  
pectores.

En las corrientes que por su importancia sea conveniente un mayor conocimiento de las variaciones en las alturas del agua, se pondrá un limnógrafo, para tener registradas todas las fluctuaciones. Enseñarán a los aforadores el manejo de estos aparatos.

Además de las instalaciones, tendrán a su cargo la vigilancia de las estaciones ya establecidas, comprobando periódicamente

dicamente sus elementos de cálculo. Esto último deberá hacerse: en las estaciones de 1a. clase, efectuando personalmente y por lo menos una vez al mes, aforos de molinete al mismo tiempo que los que hagan los aforadores; en las de 2a., rectificando las secciones y pendiente y haciendo un aforo directo cada mes; y en las de 3a., rectificando las secciones y la pendiente antes y después de cada temporada de crecientes.

Se les marcará un circuito de inspección que se fijará de acuerdo con el número e importancia de las corrientes.

Remitirán mensualmente un informe de los trabajos efectuados.

Aforadores de 1a.

Los aforadores de 1a. practicarán sus observaciones y cálculos de acuerdo con las instrucciones que se dan en el **anexo número 6**. Recorrerán con toda regularidad el circuito que se les marque y vigilarán a los observadores de escala, comprobando la veracidad de sus lecturas. En las estaciones en que existan limnógrafos, se enterarán de si está en buen estado el aparato, y una vez en la semana cambiarán la hoja registradora, pondrán en posición el lápiz, darán cuerda al reloj y le pondrán un poco de aceite especial en los lugares en que se les indicará por el ingeniero inspector. Remitirán quincenalmente a la oficina de que dependen copia de su cartera de registros directos en las hojas del modelo **Hidr. 5 C 1a. y 2a.**; resumen de los mismos registros y de los gastos intermedios entre dos observaciones, en función de la altura de escala en las estaciones de 1a. clase, en los registros modelo **Hidr. 6 C 1a.**, y con las tarjetas semanarias, modelo **Hidr. 8 C 1a., 2a. y 3a.**, que les remitirán los observadores de escala comprendidos en su zona, llenarán los registros modelo **Hidr. 9 C 2a. y 3a.**

Informarán por escrito de las reparaciones que sean necesarias en las estaciones y de todas las novedades o irregularidades que noten en su régimen y funcionamiento.

Observadores de Escala.

Los observadores de escala anotarán la altura del agua en la escala tres veces al día en su libreta modelo **Hidr. 7 C 1a., 2a. y 3a.**

Además de las lecturas ordinarias, anotarán en casos de crecientes la altura máxima a que llegaron las aguas durante ellas, la hora aproximada en que ocurrieron y su duración, si es de día, y solamente la altura de las huellas que dejaron si la creciente ocurrió por la noche.

Cuadro que manifiesta el conjunto de datos que  
deben recabar las  
*Comisiones Hidrológicas*

*Hidrología*

}	1- Climatología	{ <ul style="list-style-type: none"> <li>1- Lluvias</li> <li>2- Presión Atmosférica</li> <li>3- Tensión del vapor</li> <li>4- Vientos { Intendencia Dirección dominante</li> <li>5- Evaporación</li> <li>6- Temperatura { Máxima Mínima</li> </ul>	Estaciones de Evaporación de 1ª y 2ª Clase  Estaciones Termoplucvome- tricas	
	2- Hidrometría	{ <ul style="list-style-type: none"> <li>A- Vasos (naturales o artificiales)</li> <li>B- Corrientes (ríos, arroyos y canales)</li> </ul>	{ <ul style="list-style-type: none"> <li>1- Capacidad del almacenamiento</li> <li>2- Cantidades de agua que reciben</li> <li>3- Cont. agua que suministran</li> <li>4- Pérdidas en el almacenamiento</li> <li>5- Materias en sus- pensión en el agua</li> </ul>	Estaciones 1ª, 2ª Clase  Estaciones 1ª, 2ª y 3ª Clase
	3- Coeficientes de riego	{ <ul style="list-style-type: none"> <li>1- Clasificación de las tierras.</li> <li>2- Inclinación de las mismas</li> <li>3- Variedades de cultivos</li> <li>4- Métodos de riego</li> <li>5- Medidas directas de las cantidades de agua aplicadas en los riegos</li> <li>6- Superficie de riego para cada canal</li> <li>7- Frecuencia en los riegos</li> <li>8- Época para cada riego</li> <li>9- Número de riegos para cada cultivo</li> </ul>		
	4- Estadística Agrícola (en conexión con la hidrología)	{ <ul style="list-style-type: none"> <li>1- Clases de cultivos en la región</li> <li>2- Métodos usados en cada uno de ellos</li> <li>3- Costos según los diferentes métodos</li> <li>4- Época en que se inicia cada cultivo y los de sus diferentes labores</li> <li>5- Rendimientos unitarios</li> <li>6- Estimación global de producción en la región.</li> </ul>		

En las tarjetas modelo **Hidr. 8 C 1a., 2a. y 3a.**, copiarán su registro de la semana y las remitirán al aforador u oficina de que dependan.

Cuando alguna creciente arranque la escala, darán inmediato aviso a su superior y, si es posible, establecerán una provisional mientras se coloca otra definitiva. Estos cambios en la escala los expresarán claramente en sus registros.

Encargados de Estaciones de evaporación. Los encargados de estaciones de evaporación de 1a. clase se remitirán semanalmente a su superior inmediato el registro de observaciones **Hidr. 1 A 1a.**, indicando en la columna de notas el estado del tiempo, según la clasificación que aparece en el **anexo número 4**, e informando sobre las condiciones en que se encuentra la estación.

Los de estaciones de evaporación de 2a. clase, así como los de las termopluiométricas, informarán mensualmente haciendo uso de los modelos de registro **Hidr. 2 A 2a. e Hidr. 3 A 3a.**, efectuando sus observaciones de acuerdo con las instrucciones contenidas en el **anexo número 4** y para la parte relativa al evaporómetro en el **anexo número 3**.

### CAPITULO III.

#### Datos Técnicos por Recogerse.

Los datos técnicos de carácter hidrológico se han dividido en los cuatro grandes grupos que marca el cuadro **anexo número 2**, y para la recolección de ellos se observarán las instrucciones que se dan a continuación:

I. DATOS CLIMATOLOGICOS.—Se obtendrán por medio de estaciones de evaporación de 1a. y 2a. clase y termopluiométricas.

Estaciones de evaporación. Habrá dos categorías de esta clase de estaciones, según la precisión que se requiera, de acuerdo con la importancia del vaso o de la región por estudiar.

En las de 1a. clase, se obtendrán por medio de los aparatos apropiados todos los elementos determinantes de la evaporación, teniéndose en los casos de vasos importantes un equipo en tierra y otro sobre las aguas. En las de 2a. clase, sólo se observarán los resultados.

Las de 1a. clase se instalarán de acuerdo con los detalles que marca el **anexo número 3**, practicando las observaciones según las instrucciones del mismo y usando el registro modelo **Hidr. 1 A 1a., anexo número 8**, anotando en él a las horas marcadas para la observación: la lectura del barómetro, las temperaturas que marquen los termómetros seco y húmedo, la lectura de la superficie del agua en el evaporómetro, la lectura del medidor, la altura de la lluvia y las temperaturas máxima y mínima.

Estos registros semanarios los remitirá el encargado de la estación al Jefe de la Comisión o Zona de que dependa o a la Dirección, según se establezca en cada caso. La oficina que reciba el registro practicará las operaciones de cálculo respectivas en la forma establecida en el **anexo número 3**, y en la Mesa de Hidrología se construirán gráficas de las variaciones de temperatura, evaporación y lluvia.

Las estaciones de 2a. clase solamente observarán: la evaporación, por medio de un evaporómetro ordinario de índice; la temperatura máxima y mínima, en un termómetro de esta naturaleza, y la cantidad de lluvia. La instalación de los aparatos se hará en la misma forma que se establece en el **anexo número 3** para las de 1a. clase, variando solamente las dimensiones del abrigo para el termómetro, que serán menores. Para las observaciones, véase la parte relativa a estos aparatos en el mismo anexo, y en cuanto al registro, que se remitirá mensualmente en igual forma que los anteriores, se usará del modelo **Hidr 2 A 2a. (anexo número 9)**. La Mesa de Hidrología construirá gráficas condensadas con los datos que le ministren estos registros.

En esta clase de estaciones se observan las temperaturas del aire máxima y mínima y las cantidades de lluvia. Para la instalación y manera de observar, deben seguirse las instrucciones del **anexo número 4** y el registro que se remitirá mensualmente es el que se acompaña como **anexo número 10**.

Estaciones  
Termoplu-  
viométricas.

II. DATOS HIDROMETRICOS.—El estudio hidrométrico está dividido en dos grupos: el de **vasos**, ya sean éstos naturales (lagos y lagunas) o artificiales (presas y cajas), y el de **corrientes**, también naturales (ríos y arroyos) o artificiales (canales).

**Vasos.**—El estudio de vasos se hace por medio de estaciones de 1a. o de 2a. clase, en las que se determinan los cinco

elementos que aparecen en el cuadro **anexo número 2**, dependiendo la categoría de la estación de los procedimientos y precisión de las observaciones.

1.—Capacidad del almacenamiento.

Se determinará la capacidad del vaso por medio de procedimientos topográficos e hidrográficos lo bastante precisos para conocer su superficie y los volúmenes de almacenamiento (dentro de los límites en que éste oscile) con un error que no pase de 1|10,000 para las de 1a. clase y de 1|1,000 para las de 2a. clase.

2.—Cantidades de agua recibidas.

En los vasos de 1a. clase, se aforarán por medio de estaciones de la misma categoría (medidas directas de velocidad cada tres días) todas las corrientes que reciba el vaso, a fin de conocer sus fuentes de alimentación externas a él.

En los vasos de 2a. clase, el aforo de sus afluentes se hará por medio de estaciones de 2a y 3a. clase, según la importancia de cada uno de ellos.

3.—Cantidades de agua suministradas por el Vaso.

Se determinará con los mismos procedimientos que se usan para los afluentes el volúmen de aguas suministrado del vaso a sus diversos usuarios.

4.—Pérdidas en el almacenamiento

En los vasos de 1a. clase, se determinará la evaporación por medio de las estaciones respectivas, también de 1a. clase, y además por comparación con las variaciones de la altura del agua en el vaso, las que se determinarán usando de una escala libre y de un limnígrafo. Con los registros de entradas y salidas y los de evaporación y lluvia, se determinará si el vaso tiene fuentes propias o filtraciones y la cuantía e importancia relativas de unas y otras.

5.—Materias en suspensión.

Mensualmente se tomarán muestras del agua en las corrientes afluentes del vaso o que salgan de él y en el vaso mismo, muestras que deberán recogerse en botellas cerca del fondo, tapándolas y lacrándolas para ser remitidas a la Dirección con la anotación clara de la corriente o vaso, la cuenca y la fecha en que se tomó cada muestra.

Para informar a la Dirección quincenalmente sobre los vasos, tanto de 1a. como de 2a. clase, se usará de los registros modelos **Hidr 4 B 1a. y 2a. (anexo número 11)**.

1.—Regimen.

**Corrientes.**—En los ríos, arroyos y canales, importa saber cuáles son los volúmenes anuales que escurren por una sección dada, en qué épocas se tienen las mayores crecientes y el caudal y duración de las mismas. Para llegar a este conocimiento, habrá que hacer determinaciones directas de los

gastos y con ellas periódicamente calcular los escurrimientos entre cada dos de esas determinaciones, construyendo en seguida gráficas que representen estos volúmenes de un modo continuo.

Para determinar el gasto de las diferentes corrientes que se estudien, se establecerán estaciones de aforo que se han dividido en tres categorías, según los procedimientos empleados, categorías que se asignarán de acuerdo con la importancia de cada corriente y con la precisión que se requiera en la medida de los gastos.

En las estaciones de 1a. clase se practican aforos directos midiendo la sección por medio de sondeos y la velocidad con molinete hidráulico, por lo menos cada tres días. El cálculo del gasto en los días intermedios se efectúa por interpolación, usando de la curva de gastos determinada con los promedios de los aforos directos y de las alturas del agua anotadas diariamente sobre una escala que se relacione con los aforos directos y que se leerá invariablemente al iniciar y terminar la operación. Los aforos directos se practicarán recogiendo los datos necesarios para llenar los registros de los modelos **Hidr 5 C 1a.**, libreta y block (**anexo número 12**). Se efectuarán, según la importancia de la corriente, desde un puente fijo o provisional, desde un cable en el que se suspenda una canastilla o desde una barca. Las instrucciones para instalar una estación de cable, constan en detalle en el **anexo número 5** y la secuela que debe seguir el aforador (el cual no necesitará ser ingeniero) se explica en el **anexo número 6**. Con los resultados de dichos aforos, que se deben remitir quincenalmente a la Dirección, se formará el resumen de aforos directos para cada estación en el modelo de registro **Hidr 6 C 1a.** (**anexo número 13**).

En las estaciones de 2a. clase, el cálculo del gasto se hará por medio de fórmulas en función de la pendiente y de un número suficiente de secciones transversales, relacionando ambos elementos con una escala de alturas del agua. Por lo menos una vez en el mes, se practicarán aforos directos con molinete para hacer las correcciones a los coeficientes que para el cálculo de la velocidad se estén empleando. Las lecturas de escala, que se observarán tres veces al día, se anotarán en una libreta, modelo **Hidr 7 C 1a., 2a. y 3a.** (**anexo 14**) y se remitirán al aforador en las tarjetas modelo **Hidr 8 C 1a., 2a. y**

**3a. (nexo número 15).** Los detalles de elección del lugar para la estación, manera de instalar la regla y recolección de los elementos de cálculo se detallan en el **anexo número 13.**

c.—Estaciones de aforo de 3a. clase.

Para las estaciones de 3a. clase son en un todo aplicables las instrucciones que se dan para las de la clase anterior, sólo que en éstas no se hará mensualmente la comprobación con aforo directo, sino sólo una vez en la temporada de avenidas y después de pasadas ellas se rectificarán las secciones y pendiente

Tanto para las estaciones de 2a. como para las de 3a. clase, se formarán curvas de gastos en función de las alturas de escala y con ellas se calcularán los gastos y volúmenes totales del período de los registros modelo **Hidr 9 C 2a. y 3a. (anexo número 16)**, que serán los que se remitan a la Dirección o los que se llenen en la Mesa vaciando las tarjetas del modelo 8 que remiten los observadores de escala.

3.—Servidumbres.

Se tomará nota en la Dirección de Aguas de todas las servidumbres que tenga constituida la corriente por estudiarse, con expresión de las condiciones particulares de toma, gasto, épocas, etc. Sobre el terreno y mediante recorridos preliminares de inspección a las corrientes, se comprobará si se cumplen las estipulaciones de cada concesión y se formará detalladamente sobre todos y cada uno de los puntos siguientes: estado de las presas y boca-tomas de derivación, con las dimensiones, localización y descripción de cada una de ellas y de las obras limitadoras y reguladoras del gasto y las especificaciones de carácter local que para éstas hayan de exigirse; elementos hidráulicos de los dos primeros kilómetros del canal, comprendiendo su perfil, secciones y rugosidad de sus paredes; descripción de las obras de limpia, desarenadoras y desfogue del mismo tramo, y, en general, cuantos datos locales se considere de utilidad poseer para conocer el régimen de cada canal y el gasto máximo que por él puede derivarse.

4.—Aprovechamientos futuros.

Es punto de primera importancia para el fomento de la irrigación poseer datos ciertos y basados en estadísticas de varios años sobre los sobrantes que corren o deben correr legalmente por cada una de las corrientes de jurisdicción federal en el país, y este renglón aumenta en importancia en los valles cuya potencialidad agrícola depende de la irrigación, y para poder proyectar más tarde en ellos las necesarias obras de riego sobre bases seguras, se emprenderá desde ahora el estudio de esos sobrantes y de los lugares propicios para su futuro aprovechamiento.

Por comparación de los aforos que se practiquen en diversos lugares de una corriente, se estudiarán las pérdidas que se experimenten en la conducción, investigando con toda esmerulosidad, siempre que fuere posible, de qué naturaleza son esas pérdidas y las relaciones que puedan establecerse entre ellas y la formación del lecho y capas del subsuelo, volumen de la corriente, pendiente, etc.

5.—Pérdidas en trayecto

Como en el caso de los vasos, se tomarán mensualmente muestras de agua, que se remitirán a la Dirección perfectamente tapadas, lacradas y con su leyenda respectiva.

6.—Materias en suspensión.

III. DATOS DE COEFICIENTES DE RIEGO.—Para completar el estudio de los aprovechamientos y una vez conocido con exactitud el gasto de cada canal y el régimen con que toma el volumen a que tiene derecho, es indispensable conocer la forma de aplicar el riego en el área servida por el canal, la cantidad unitaria de agua que para ello se emplea y la superficie a que se aplica, elementos todos necesarios para determinar si se hace un buen uso de las aguas y si las cantidades que de ellas se derivan están en correcta relación con las áreas regadas.

Condiciones que modifican los coeficientes.

Las cantidades empleadas en la irrigación varían:

1o., con la clase de tierras, tanto en la capa superficial como en el subsuelo y por lo tanto es indispensable un estudio de ellas examinando sus elementos componentes en general.

Clase de tierras.

2o., con la inclinación del terreno, que influye de manera muy especial en la cantidad de agua que tiene que aplicarse para llegar a obtener la humedad requerida. Muchas veces los abundantes sobrantes que se producen en una tabla de riego muy inclinada, son aprovechados más abajo; pero es siempre inevitable que los desperdicios de estos casos sean mucho mayores que en las tierras de pendiente suave y uniforme, condición esta última que en México es a menudo descuidada, aconteciendo por lo regular que para que unas partes de la tabla de riego obtengan la humedad requerida, otras se han dejado convertidas en un pantano. Por lo expuesto se comprenderá la necesidad de hacer cuidadosas secciones de nivel en la tabla en que se estudien los coeficientes de riego, para obtener un conocimiento cierto de su pendiente general y de la uniformidad de ésta.

Pendiente del terreno.

3o., con los diferentes cultivos, por lo que será necesario, al estudiar los coeficientes, determinarlos para cada uno de los cultivos de la región.

Diversos cultivos.

Método de riego.

4o., con los procedimientos de riego, pues mientras algunos agricultores usan el método de aplicación directa del agua sobre todo el terreno, otros lo hacen solamente por el de capilaridad. Será, pues, indispensable una buena especificación de la forma en que se aplican los riegos.

Medida de coeficientes.

Recabados todos los datos anteriores, que se refieren a las condiciones locales en que está determinada tabla, habrá que hacer la medida directa de la cantidad de agua que se le aplique en cada riego. Esta medida se hará por medio de un vertedor que se procurará instalar en las mejores condiciones posibles a fin de eliminar el mayor número de causas de error. (**Anexo número 17**) Se vigilarán por un peón cuidadoso las variaciones que pueda haber en el régimen de la acequia regadora, evitando que haya pérdidas en las zanjas de riego o en los "machos" hacia otras tablas o hacia los desagües. Con los gastos observados en el vertedor, se formarán diagramas como el del ejemplo adjunto (**anexo número 18**).

Superficie de la tabla.

Conocida la cantidad de agua que entra a una tabla y medida también la que cae a los desagües, habrá que determinar su superficie para obtener el coeficiente de riego.

Coefficiente de riego.

Desechando las observaciones que no merezcan confianza por alguna deficiencia en las condiciones de observación o por referirse a riegos notoriamente mal efectuados o inapropiados, se determinará el coeficiente medio racional que deberá aplicarse a cada cultivo en la región estudiada.

Superficie de riego de cada canal.

Se medirá la superficie de riego de cada canal para determinar, de acuerdo con el coeficiente apropiado, si los volúmenes de agua que deriva y que le han sido aforados están justificados. Este estudio lo completará los datos de: frecuencia en los riegos, la época en que se da cada uno de ellos y el número total de los mismos para cada cultivo.

Datos complementarios para conocer la región.

**DATOS DE ESTADISTICA AGRICOLA.**—Como un complemento a los estudios anteriores y para el más completo conocimiento de la región en sus conexiones con la irrigación, es útil conocer el desarrollo agrícola de aquélla. Por lo tanto y con los informes que merezcan más confianza, así como por observaciones personales, se harán pequeñas memorias sobre:

Clases de cultivo. Métodos usados.

1.—Las diferentes clases de cultivos y la importancia de cada uno de ellos. 2.—Los métodos usados para efectuarlos y las variantes observadas entre los labradores de la localidad o los de otras comarcas que se conozcan. 3.—La variación de cos-

tos entre diferentes métodos de cultivo, guiándose por los datos que se recojan de los agricultores mismos, que se elegirán entre los que sean conocidos como cuidadosos y amantes de la investigación, sugiriéndoles la conveniencia de este estudio y guiándolos en sus investigaciones, que seguramente efectuarán de la mejor voluntad. 4.—Sobre las épocas en que se efectúan las diferentes labores en cada cultivo. 5.—Los rendimientos unitarios en la producción, para relacionarlos con la calidad de las tierras, condiciones en que se hacen los riegos y cantidad de agua utilizada en ellos. 6.—Estimación global de la producción, dato interesante para conocer la importancia agrícola de la zona que se estudia y deducir la influencia que hayan tenido en ella las obras de irrigación.

Variación de costos entre los diferentes métodos.

Épocas para cada labor.

Rendimientos unitarios.

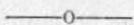
Estimación global de la producción en la región.

Como complemento a esta serie de investigaciones, deberá informarse sobre los mejoramientos que deban introducirse en los sistemas de riego; el incremento que éste pudiera tener extendiéndolo a zonas no irrigadas, para lo cual se harán estimaciones o medidas por procedimientos rápidos, según el caso amerite, de las superficies de tales zonas; y, en general, sobre todos aquellos puntos de interés que el conocimiento de la región y el desarrollo de los estudios aconsejen.

Mejoramiento en los sistemas de riego y medida de las zonas no irrigadas que pudieren serlo.

El Director,

F. B. PUGA.



## ESTACIONES DE EVAPORACION.

---

En los principales vasos del país, o en los lugares en que se proyecte algún almacenamiento de importancia, se instalarán estaciones de evaporación las que serán de 1a. y 2a. clase, según que se obtenga la evaporación calculada y observada, o solamente esta última.

En cada Estación se colocarán uno o más evaporómetros, según la importancia del estudio que se trate de hacer y las facilidades que se presenten para llevarlo a cabo.

Con objeto de hacer comparables los datos de evaporación que se obtengan, es importante que los aparatos que se establezcan sean iguales y su colocación idéntica, pues un ligero cambio, especialmente en las dimensiones del evaporómetro y material de que esté hecho, hará variar la cantidad de evaporación, lo cual no permitirá hacer comparación de los resultados obtenidos en diversas Estaciones.

---

### ELECCION DEL SITIO PARA LA ESTACION

---

Al escoger el lugar en que deba establecerse una Estación de evaporación, deberá procurarse que sea en campo abierto ligeramente horizontal y en el que dé el Sol todo el día si es posible, evitando la proximidad de árboles, edificios, montañas que den sombra en la mañana o en la tarde a los aparatos de la Estación.

El lugar escogido se deberá cercar con una reja de madera y con alambre hasta un metro y medio de altura y en un espacio de seis metros por ocho que será el que ocupen todos los aparatos de la Estación; dicho espacio se procurará que esté cubierto con césped o pasto.

(Véase Láminas Números 1 y 2).

## DOTACION DE APARATOS.

Las Estaciones especiales, de evaporación estarán formadas con la siguiente dotación de aparatos:

Un evaporómetro Standard.

Un soporte para el mismo.

Un cilindro de reposo.

Un nivel.

Un índice para medir la evaporación.

Un pluviómetro de 226 m. m.

Un termómetro de máxima y mínima.

Un psicrómetro.

Un termómetro para medir la temperatura del agua.

Un anemómetro.

Un abrigo de madera.

**EVAPOROMETRO.**—Los evaporómetros serán de lámina galvanizada del número 24 de forma cilíndrica y tendrán un metro veintidós centímetros de diámetro interior (4 pies) por doscientos cincuenta y cinco milímetros de altura (10 pulgadas), el fondo será completamente plano y en la parte superior e inferior se reforzará exteriormente la lámina con una solera de hierro de tres centímetros de ancho convenientemente remachada.

El interior de ese recipiente y la parte cilíndrica exterior se pintarán de blanco con pintura de aceite y el exterior del fondo con chapote.

El evaporómetro se colocará sobre una plataforma de mampostería de un metro de altura, y de un metro veintidós centímetros por lado para que la base del evaporómetro quede completamente apoyada en toda su extensión.

**CILINDRO DE REPOSO.**—Con objeto de que al medir la evaporación se tenga una superficie de agua tranquila para que las lecturas puedan hacerse con la mayor aproximación posible se coloca dentro del evaporómetro y próximo a la orilla un cilindro de hierro galvanizado (Lám. No. 3) terminando en su parte inferior en base triangular de veinticinco centímetros de lado y cinco milímetros de espesor, la base tendrá tres tornillos que servirán para nivelarla; el cilindro tendrá veinte centímetros de altura por ocho centímetros de diámetro interior y se comunicará con el agua del evaporómetro por medio de un taladro hecho en su parte inferior, de medio centímetro de diámetro.

**NIVEL.**—El nivel de burbuja estará montado sobre una base plana y tendrá por objeto hacer que la base del cilindro quede en posición horizontal, para lo cual se moverán los tornillos respectivos hasta lograrlo.

**INDICE MICROMETRICO.**—Para medir el agua evaporada de una observación a la otra, se hará uso de un índice formado por un tornillo que tenga de paso un milímetro terminando en la extremidad inferior en un gancho, y en la superior en un disco de metal dividido en 100 partes iguales; este tornillo girará sobre una tuerca provista de tres brazos de diez centímetros de longitud cada uno, y sobre uno de ellos se colocará una escala vertical dividida en milímetros.

[Lámina Número 4.]

Para medir la evaporación se llevará el gancho que termina en punta hasta la superficie del agua y se anotará la lectura indicada por la escala vertical y por el círculo horizontal; en la siguiente observación se hará la misma operación, y la diferencia de una otra dará la cantidad de agua evaporada en milímetros de altura.

Este aparato se colocará sobre el cilindro de reposo, apoyado en los tres brazos y con el gancho sumergido en el agua. (Lámina No. 3).

**PLUVIOMETRO.**—El pluviómetro será de 226 milímetros y se colocará a inmediaciones del evaporómetro con objeto de que en los casos en que haya precipitación se descuenta la cantidad de agua al hacer la observación de evaporación. (Lám. Núm. 6 y 6 bis).

**TERMOMETROS.**—Para tomar las temperaturas máximas y mínimas se usará un termómetro de mercurio y otro de alcohol, teniendo cuidado que al instalarlos dentro del abrigo de madera, se haga sobre un poste que atravesase el piso de dicho abrigo sin tocarlo, a fin de evitar las trepidaciones que tengan lugar cuando se haga la observación del psicrómetro de ventilación. El psicrómetro deberá colocarse sobre un aparato giratorio a fin de que al hacer cada observación se pongan en movimiento los termómetros antes de hacer cada lectura, siguiendo en todo las Instrucciones especiales para el uso de ellos.

El termómetro para medir la temperatura del agua deberá ser de mercurio y se adaptará a una pequeña tabla de madera con objeto de que se mantenga en la superficie del agua con el bulto cubierto por ella al hacer cada observación.

**ANEMOMETRO.** —El anemómetro será del tipo Robinson con cuatro casquetes esféricos montados sobre cuatro brazos horizontales en cruz y que se mueven por la fuerza que el viento ejerce sobre ellos; se montará sobre una varilla vertical colocada en una de las esquinas de la plataforma del evaporómetro.

**ABRIGO DE MADERA.**—El abrigo de madera para termómetros, será de la forma y dimensiones de los que se usan en las Estaciones Meteorológicas, y en él se colocarán como se ha dicho, los termómetros de máxima y mínima, así como el psicrómetro. (Lám. 7 y 8)

## MANERA DE EFECTUAR LAS OBSERVACIONES.

**TERMOMETROS.**—Para observar los termómetros es preciso tener cuidado de colocar el ojo viendo la extremidad de la columna líquida, de manera que la línea de la visual sea perpendicular al tubo del termómetro.

En general los termómetros están divididos en grados, algunas veces en medios grados, y quintos de grado; pero las lecturas deberán siempre hacerse en décimos de grado, lo que se hace fácilmente por simple estimación. Se puede ejercitar la vista a esta operación trazando sobre un papel dos líneas que representen la menor división de la escala termométrica, si ésta es de un grado se dividirá cada espacio en diez partes iguales, cada una representa un décimo grado; si la escala tiene medios grados la separación de las líneas se dividirá en cinco partes iguales, y por último si son quintos de grado bastará tomar la mitad de cada una de sus divisiones, la cual representará un décimo. Se llega así rápidamente a no equivocarse en la apreciación de la temperatura a un décimo de grado, cuando la escala está solamente dividida en grados.

Por diversas causas las graduaciones de las escalas termométricas tienen siempre pequeños errores, y es preciso que todos los instrumentos sean comparados en el Observatorio Meteorológico Central, el que extiende un certificado de comparación para cada uno de ellos. Este certificado da las correcciones que es preciso hacer a las lecturas en las diferentes partes de la escala, para deducir de ellas la temperatura exacta. Si por ejemplo, se indica una corrección de  $0^{\circ}2$  abajo de  $15^{\circ}$ , y de  $0^{\circ}3$  arriba, cuando el termómetro marque  $10^{\circ}6$ , la temperatura verdadera será:  $10^{\circ}6 - 0^{\circ}2 = 10^{\circ}4$ ; de la misma manera, cuando el termómetro marque  $20^{\circ}5$ , la temperatura verdadera será de  $20^{\circ}5 - 0^{\circ}3 = 20^{\circ}2$ .

Cuando el termómetro indique lecturas abajo de  $0^{\circ}$ , se hace preceder el número leído del signo menos; así, por ejemplo, una temperatura de  $5^{\circ}6$  abajo de  $0^{\circ}$  se escribirá  $-6^{\circ}6$ .

En la lectura de temperaturas negativas se debe tener presente que los números van creciendo en sentido inverso a partir de  $0^{\circ}$ ; así es que cuando la extremidad de la columna del líquido termométrico esté comprendida entre dos divisiones de la escala, será preciso siempre tomar por número entero de grados, el de la división que está del lado del 0, y a partir de esta división se deben contar los décimos de grado.

Para preparar el termómetro de máxima de extrangulación se debe desprender de la armadura de metal en que está colocado, y des-

pués de humedecer el bulbo en un vaso de agua, se hace girar con el brazo extendido para que la columna de mercurio baje hasta llegar al depósito. El termómetro de mínima de alcohol se prepara inclinándolo con el bulbo hacia arriba y el índice por su propio peso desciende hasta colocarse en contacto con la extremidad de la columna. Si se hace uso de termométrógrafos de Bellani para tomar las temperaturas máximas y mínimas, se preparan llevando los índices con un imán hasta colocarlos en contacto directo con las extremidades de las columnas de mercurio.

Cuando los termómetros de máxima están instalados en tableros y sujetos por la extremidad opuesta del bulbo a un perno alrededor del cual pueden girar libremente, para prepararlos se les imprimirá con la mano derecha un movimiento giratorio alrededor de dicho perno, teniendo cuidado de que no haya algún obstáculo que pueda impedir este movimiento y sea causa de que se rompan estos termómetros.

Cuando se hagan observaciones por la noche y que haya necesidad de servirse de una lámpara para alumbrar el instrumento, deberá tenerse especial cuidado en colocar esta lámpara bastante lejos de él, a fin de que el calor no haga cambiar la lectura de los aparatos.

**PSICROMETRO.**—El psicrómetro está formado por dos termómetros, uno seco y otro húmedo, este último tiene el bulbo envuelto en una muselina que se mantiene constantemente mojada por medio de una mecha absorbente que va a dar a un vaso con agua, colocado a corta distancia del aparato; al evaporarse el agua, en la muselina se produce un enfriamiento que queda indicado por la temperatura más baja del termómetro en comparación de la del seco. Las dos temperaturas son solamente iguales cuando el aire se encuentra saturado. Ambos termómetros se colocan generalmente en una misma armadura, la cual se suspende en medio del abrigo; las ampollitas de los dos termómetros es conveniente separarlas por una división de metal a fin de impedir que el enfriamiento producido en el termómetro mojado llegue al termómetro seco, haciendo variar un poco la temperatura de este último.

El lienzo con el cual se cubre el termómetro mojado no debe ser ni muy grueso ni muy delgado, y para fijarlo a la ampollita se hace uso de una hebra de cáñamo. Antes de hacer cada observación deberá vigilarse que el lienzo se encuentre mojado, y en caso contrario se humedecerá con una pequeña probeta que tenga agua a la temperatura ambiente y se esperará algunos minutos para que se produzca el enfriamiento por la evaporación, con objeto de que ésta sea lo más completa posible; se observa la extremidad de la columna mercurial desde el momento en que se ha humedecido el lienzo y se anota la temperatura mínima a la cual llegue.

Siempre que la temperatura descienda abajo de 0°, hay necesidad de humedecer directamente la muselina de la ampollita antes de la observación, y se vigilará que dicha ampollita se encuentre enteramente cubierta con una capa continua de hielo tan uniforme como sea posible, teniendo presente que en estas condiciones con mucha frecuencia el psicrómetro da indicaciones muy inciertas.

La muselina de la ampollita deberá cambiarse cada 2 o 3 meses, y aún con más frecuencia si es necesario, a fin de tenerla constantemente limpia; a veces se podrá lavar sin quitarla por medio de una pequeña jeringa con la cual se le inyectará agua.

Además del psicrómetro descrito anteriormente, hay el de honda y el de aspiración, en los cuales el enfriamiento del termómetro húmedo se hace con más seguridad y da resultados mejores. El de honda puede también sustituirse por un mecanismo en el cual los dos termómetros se sujetan a dos varillas que reciben un movimiento gíatorio antes de cada observación; y en el de aspiración del enfriamiento es producido por una corriente de aire que recibe la ampollita del termómetro húmedo, mediante un aparato que se adapta al mismo, y al cual se da cuerda en el momento que se va a hacer la observación.

Las lecturas de los termómetros se harán de la manera indicada, mojando previamente la muselina del húmedo e imprimiendo en los de honda el movimiento gíatorio durante 2 o 3 minutos. Se procurará que el termómetro seco de los psicrómetros esté bien seco y si estuviere mojado o cubierto de hielo o nieve, deberá secarse previamente antes de hacer la observación.

**BAROMETRO.**—Para hacer la observación del barómetro se debe abrir la caja protectora 5 o 10 minutos antes de la hora de observación. Se anotará primero la temperatura del termómetro fijo y en seguida se darán con el dedo ligeros golpes sobre la armadura del tubo con el fin de destruir la adherencia que pudiera haber entre éste y el mercurio, y hacer que el efecto de la capilaridad sea siempre constante; después se establece la tangencia del índice con el menisco y se hace la lectura valiéndose del vernier correspondiente.

El observador tendrá especial cuidado de colocar en la caja del aparato una nota con la corrección de él, según el certificado de comparación, altura de la cubeta sobre el nivel del mar, así como las correcciones por altura. (1)

---

(1) Lo anterior se refiere especialmente a los barómetros Tonneleto, si la estación u Observatorio tiene otra clase de aparatos se deberán tener presentes las instrucciones especiales de cada uno o pedir las al Observatorio Central en caso necesario.

**VELETA.**—Las observaciones de la veleta son sumamente sencillas, pues se reducen a determinar el rumbo de donde viene el viento, y para lo cual el observador se colocará debajo de ella, al pie del poste que la sostiene, de tal manera que se distinga claramente sin que se produzca el error que ocasionaría la inclinación de la visual. Las rosas de los vientos de las veletas tienen ocho radios que están colocados en la dirección de los vientos cardinales e intermedios, y se orientan previamente de tal manera que la línea N-S, esté en la dirección del Polo Norte de la tierra; en tal virtud, para anotar la dirección del viento basta ver el lugar donde la flecha esté colocada en la citada rosa; si está entre dos radios inmediatos y más próxima a la mitad de la abertura de estos, el rumbo que se deberá anotar será el intermedio entre la letra W y el que tiene la NW, la dirección del viento será WNW.

**ANEMOMETRO.**—Para obtener con el anemómetro la velocidad del viento en un momento dado, se anotará el número de kilómetros y fracciones indicadas en la circunferencia exterior del disco, por el índice fijo a la parte superior de la armadura de dicho aparato; en el mismo instante se anotarán también las horas, minutos y segundos que marque un reloj de bolsillo, (es preferible valerse de un contador de segundos); se deja transcurrir un tiempo comprendido entre 5 y 10 minutos, pasado el cual se volverá a anotar el número de kilómetros y fracciones indicadas nuevamente en la circunferencia exterior del citado disco, y la hora señalada por el reloj de que se haga uso; la diferencia de las dos lecturas del reloj dará el tiempo transcurrido de la observación, y la diferencia de las indicaciones del anemómetro el número de kilómetros y fracciones recorridos por el viento; la velocidad se obtendrá por una simple división. Para mayor facilidad llamemos  $t$  al tiempo anotado al hacer la observación primera en el reloj, y  $k$  el número de kilómetros marcados por el índice fijo del aparato en el mismo instante;  $t'$  y  $k'$  las anotaciones correspondientes en la segunda observación; el tiempo transcurrido entre las dos observaciones será  $t' - t$ , y el espacio recorrido por el viento  $k' - k$ ; la velocidad será entonces:

$$v = \frac{k' - k}{t' - t} = (k' - k) \times \frac{1}{t' - t}$$

A fin de facilitar la determinación de este valor de  $v$ , se da a continuación la explicación de la tabla IX calculada por el señor ingeniero Manuel Pastrana para la determinación del factor  $\frac{1}{t' - t}$ ; dicha tabla se ha formado entrando como datos el número de minutos y segundos correspondientes a cada intervalo de observación, que como se ha dicho estará comprendido entre 5 y 10 minutos,; por tanto, para encontrar el valor de dicho factor en la tabla, se buscará en la primera columna de la izquierda el número de minutos y segundos de que se trate y a su derecha se encontrará el valor de dicho factor; este valor se multipli-

cará por la diferencia en kilómetros  $k' - k$ , y el resultado será la velocidad del viento en kilómetros por hora.

EJEMPLO: Supongamos que a la hora de empezar la observación el índice fijo del anemómetro señale en la circunferencia exterior del disco 6.4 km. en el momento en que un reloj marca 6 h, 25 m. 10 s., después de algún tiempo se vuelve a leer la cantidad indicada por el índice, que supongamos sea 18.6 km. en el momento que el reloj marca 6 h. 31 m. 12 s; de lo anterior se deducirá lo siguiente:

Primera observación . . . . .	<sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup> 6.25.10 . . . . .	km 6.4
Segunda observación . . . . .	6.31.12 . . . . .	18.6
—————		—————
Diferencia . . . . .	0. 6. 2 . . . . .	12.2

Para 6 m 2 s el valor de  $\frac{1}{t' - t}$  es según la tabla correspondiente, de 9.95, por consiguiente el valor de la velocidad en kilómetros por hora será igual a  $9.95 \times 12.2 \text{ km} = 121.390 \text{ km}$ .

Es conveniente que la segunda observación se haga en el instante en que los décimos de kilómetro sean iguales a los de la primera observación, a fin de que de esta manera se tenga la diferencia  $k' - k$  en número entero de kilómetros.

Como las velocidades de los vientos deben anotarse en los registros de observaciones en metros por segundo, a continuación se convertirá la cantidad de 121.390 km. valiéndose de la tabla XI, que para este caso da 34 metros por segundo, que corresponde a un viento huracanado.

En el anemómetro de dos cuadrantes se hará uso del disco de la izquierda para determinar la velocidad del viento en kilómetros por hora, de la misma manera que se ha indicado para el aparato de un cuadrante.

Los vientos de velocidad máxima se anotarán en el registro diario después de haber hecho todas las observaciones del día y según el resultado que tengan.

Los anemómetros para que funcionen bien, deben estar perfectamente ajustados en todas sus piezas, a fin de que las velocidades registradas sean las verdaderas, por consiguiente los observadores deberán asegurarse que estén limpios y convenientemente engrasados cada uno de los engranes, pues es muy frecuente que estos aparatos después de algún tiempo, cuando no se tiene el cuidado necesario para su buena conservación, se llenan de polvo y se entorpecen por consiguiente sus movimientos, dando indicaciones completamente incorrectas; por tanto, se recomienda revisar con alguna frecuencia el aparato, cerciorándose de que no haya entorpecimiento en su giración y que las piezas estén perfectamente ajustadas.

**PLUVIOMETRO.**—La cantidad de lluvia caída se anotará solamente en las observaciones de las 6, hora de Tacubaya; para ello bastará vaciar el agua contenida en el pluviómetro en una probeta de cristal graduada en centímetros cúbicos, y se leerá la altura a que llegue el agua, la cual dividida por 40 dará la altura de lluvia en milímetros, o más bien se determina esta altura por medio de la tabla correspondiente.

Aun cuando está prevenido que las anotaciones de lluvia se hagan dos veces al día, será conveniente indicar las horas en que éstas tienen lugar, especialmente si se trata de aguaceros, y como es útil conocer el dato de mayor precipitación en una hora, se recomienda igualmente se hagan las observaciones a medida que haya terminado cada precipitación y anotar los datos en el renglón "Horas de lluvia."

En caso de que en el Observatorio o Estación Meteorológica haya pluviógrafo, se anotará por separado en los registros de observaciones simultáneas las lluvias correspondientes al día civil contado de media noche a media noche.

**TERMOMETROS DE MAXIMA Y MINIMA.**—Las lecturas de los termómetros de máxima y mínima se harán a las 18 hora de Tacubaya, y únicamente a esta hora se prepararán para la observación del día siguiente; además como es útil conocer la temperatura mínima de la noche, se recomienda anotar la que marque el termómetro en la observación de las 6, pero no se moverá para nada el índice correspondiente a esta hora. La temperatura mínima a la intemperie se tomará alrededor de las 7 de la mañana antes de que los rayos del sol empiecen a calentar el termómetro correspondiente, y después de haber anotado su lectura se llevará al abrigo de madera y no se volverá a instalar sino previamente preparado después de la observación de la tarde, a fin de que durante el día no quede expuesto al calor del sol que haría con el tiempo variar sus indicaciones.

En el caso de que se prevea mayor descenso en la temperatura durante el día, se dejará expuesto el citado termómetro hasta que tenga lugar la mínima extrema que será la que se anote; además, en la columna de "Notas" se indicará la hora aproximada en que la mínima tuvo lugar.

**EVAPORACION.**—Para medir la altura de agua evaporada se hace uso del índice micrométrico descrito anteriormente, para lo cual se harán las lecturas correspondientes al principio y fin de cada período considerado; la diferencia entre dos lecturas consecutivas dará directamente la cantidad del agua evaporada en dicho intervalo. Cuando por alguna circunstancia faltare el índice micrométrico, se podrá suplir con otro índice terminado en punta y fijo a una base pesada que se colocará dentro del tubo de reposo, y para hacer la observación se pon-

drá agua en el tanque hasta que la punta del índice toque la superficie del agua y al hacer la siguiente observación se vuelve hacer esta operación contando el número de litros y décimos de litros que se haya necesitado para que la punta del índice vuelva a tocar la citada superficie; multiplicando dicha cantidad por 0.855 se obtendrá en milímetros la altura de agua evaporada. La tabla I facilita la reducción.

Para medir la temperatura de la superficie del agua se hará uso como se dijo, de un termómetro flotante para lo cual se colocará en posición horizontal en el evaporómetro; el bulbo de dicho termómetro deberá quedar cubierto por el agua, pero no se sumergirá más de lo necesario, a fin de que indique únicamente la temperatura de la superficie del agua. Se tendrá cuidado que los rayos del Sol no den sobre el termómetro para lo cual se le dará sombra durante la observación.

**OBSERVACIONES.**—Diariamente se harán las siguientes observaciones: determinación de la altura del agua evaporada, temperatura de la superficie del agua, temperatura de los termómetros del abrigo, velocidad del viento y cantidad de lluvia.

Estos elementos se observarán a las 14 y 18 de tiempo local (2 p. m. y 6 p. m.) y además en las mañanas a las 8 durante los meses de marzo, abril, septiembre y octubre; a las 9 en noviembre, diciembre, enero y febrero y a las 7 en los meses calurosos de mayo, junio, julio y agosto.

**REGISTRO DE OBSERVACIONES.**—Se hará uso de los registros modelo Hidr 1 A 1a. en los que se anotará el día y hora de la observación y temperatura de la superficie del agua. En las columnas de "Tensión de vapor" se anotarán las temperaturas del termómetro seco y húmedo, la diferencia entre los dos, así como la tensión del vapor de agua calculada con las tablas psicrométricas (VII y VIII) según el psicrómetro que se tenga en uso, ya sea ventilado o no ventilado, recomendándose siempre el uso del primero. En las columnas de "viento" se pondrá la lectura del anemómetro y la diferencia entre ésta y la anterior. En las columnas destinadas a la "Evaporación observada" se anotará la lectura del gancho medidor y la diferencia entre la anterior y la de la hora de observación; si no ha llovido, esta diferencia será la altura evaporada; si ha llovido el intervalo entre las dos observaciones, se anotará también la cantidad de agua que ha caído; pueden presentarse dos casos: que la lectura del medidor sea menor que la anterior, es decir que el nivel del agua sea más bajo en la segunda observación que en la primera; entonces la altura del agua evaporada se obtiene agregando a la cantidad de lluvia la diferencia entre las dos lecturas del medidor. El otro caso será aquel en que el nivel del agua haya subido en el evaporómetro; entonces la altura del agua evaporada se obtiene restando de la cantidad de lluvia la diferencia entre las dos lecturas del

medidor. La altura evaporada en 24 horas es la suma de las tres alturas evaporadas en los intervalos del día.

En la columna de "Notas" se pondrá el estado general del tiempo y las indicaciones especiales necesarias.

El nivel del agua debe permanecer casi constante; este detalle es de mucha importancia; para esto hay que llenar el evaporómetro cada dos o tres días, operación que se hace únicamente a las 18 (6 de la tarde) después de haber tomado la lectura respectiva. En los registros se pone una raya abajo de la última lectura.

Después de llenar el tanque se hace la última lectura que se anotará abajo de la anterior y que es el punto de partida para las observaciones siguientes.

Si en vez del gancho medidor se emplea el índice fijo, se usará el mismo registro, pero anotando en la columna "Lectura del medidor" la cantidad de agua necesaria para que el nivel quede a la altura del índice; esta cantidad se estima en litros y décimos, y cuando haya llovido y sea necesario quitar agua en vez de agregarla, se pondrá el signo menos antes del número respectivo.

En la columna inmediata, en vez de "diferencia" se pondrá "altura equivalente" y se deducirá multiplicando por 0.855 el número de litros y décimos de la columna anterior, o tomando este valor de la Tabla I ya citada.

La deducción de la altura evaporada se hará como en el caso del gancho medidor.

La velocidad del viento, durante el intervalo de dos observaciones se obtiene dividiendo la diferencia entre dos lecturas del anemómetro por el número de horas del intervalo. El promedio diario se obtiene dividiendo por 24 la diferencia entre la lectura del anemómetro a las 18 y la que se hizo del día anterior a la misma hora.

**EVAPORACION CALCULADA.**—La evaporación calculada en 24 horas se obtendrá de las Tablas II, III y IV anexas, que han sido calculadas por la fórmula Bigelow puesta de este modo:

$$\log. E = \log. A + \log. B + \log. C$$

en ella «E» es la altura en milímetros evaporada durante 24 horas y su logaritmo se obtiene sumando los valores de  $\log. A$ ,  $\log. B$  y  $\log. C$  que se encuentran en las Tablas II, III y IV. La Tabla II contiene los valores de  $\log. A$  para los diversos valores de la temperatura (s) de la superficie del agua, de décimo en décimo de grado. La Tabla III contiene los valores de  $\log. B$  para los diversos valores de la tensión del vapor ( $e_a$ ) estimada en milímetros y décimos. La Tabla IV contiene los valores de  $\log. C$  que dependen del tamaño del evaporómetro y de la velocidad (v) del viento en kilómetros por hora, aproximada hasta décimos de kilómetro.

Debe usarse la Tabla correspondiente según se trate de lagos o evaporómetros. Para entrar en estas Tablas deben tomarse por valores de «s», « $e_a$ » y «v» los promedios diarios obtenidos del modo ya citado.

La «diferencia» será con signos el valor de  $E_c - E_o$  (evaporación calculada menos evaporación observada).

Con la suma de los promedios diarios de la temperatura, tensión y velocidad del viento, se obtiene la altura evaporada (calculada y observada) en el período que abarca el registro, sumando las evaporaciones diarias. Dividiendo por el número de días la suma de los promedios diarios de temperatura, tensión y velocidad, se obtienen los promedios del período y con ellos se calcula la evaporación total del mismo, para lo cual se hará uso de las mencionadas Tablas, de donde se obtendrán las tres cantidades correspondientes a estos promedios, y su suma dará el logaritmo del número relativo a la evaporación media por día; obtenida esta cantidad bastará multiplicarla por el número de días de observación para obtener la evaporación total del período considerado.

Al final de cada decena se calculan los promedios decenales y con ellos la evaporación decenal y al fin de cada mes la mensual.

Al terminar el año se hace un resumen de todos los meses y se calculan los promedios anuales y la evaporación total.

---

## EJEMPLOS DE CALCULO DE EVAPORACION

Octubre 2

Promedio de temperatura del agua.....	$s = 19^{\circ}3$
Promedio de tensión del vapor.....	$e_a = 11.6$ m.m.
Promedio de velocidad del viento.....	$v = 10.1$ km. por hora
La Tabla II da para $s = 19.3$ .....	log. $A = 1.375$
La Tabla III da para $e_a = 11.6$ .....	log. $B = 8.936$
La Tabla IV (evaporómetro de 4 pies) da para $v = 10.1$ ....	log. $C = 0.426$
	Suma = log. $E = 0.737$

$E =$  evaporación en 24 horas = 5.46 milímetros.

Si los mismos datos de temperatura, tensión y velocidad ( $19^{\circ}3$ , 11.6 m.m. y 10.1 kl. por hora) hubieran sido observados en una presa, la evaporación calculada sería:

Tabla II.....	log. $A = 1.375$
Tabla III.....	log. $B = 8.936$
Tabla IV (para presas).....	log. $C = 0.232$
	Suma=log. $E = 0.543$

$E =$  evaporación en 24 horas = 3.49 milímetros.

Promedio de dos días:

	$s = 18^{\circ}4$ ; $e_a = 10.8$ m.m.; $v = 10.1$ kl. por hora.
Tabla II; para $s = 18^{\circ}4$ .....	log. $A = 1.328$
Tabla III; para $e_a = 10.8$ .....	log. $B = 8.967$
Tabla IV; (evaporómetro), para $v = 10.1$ .....	log. $C = 0.426$
	Suma = log. $E = 0.721$

$E =$  evaporación en 24 horas = 5.26 milímetros.

Evaporación en dos días =  $5.26 \times 2 = 10.52$  milímetros,

(1) TENSION DEL VAPOR DE AGUA.—La tensión del vapor de contenida en el aire, así como la humedad relativa de éste; y la temperatura del punto de rocío, son elementos que como se ha dicho, se determinan por medio de las temperaturas anotadas en el psicrómetro. Para determinar la tensión del vapor de agua se toman las lecturas  $t$  y  $t'$  de los termómetros seco y húmedo, después de corregidos los errores instrumentales; con la temperatura  $t$  del termómetro húmedo se determina en la Tabla VI, la tensión máxima del vapor de agua, para lo cual se busca en la primera columna de la izquierda los grados enteros y en la primera línea horizontal los décimos de grado; la tensión máxima se hará en el cruzamiento de la línea horizontal que pasa por la parte entera de la temperatura y la vertical correspondiente a los décimos de grado. A continuación con la diferencia  $t-t'$  se busca en la Tabla VII la corrección que debe hacerse a la tensión máxima encontrada en la Tabla VI si se trata de un psicrómetro no ventilado, y en la VIII de uno ventilado; esta corrección se resta de la tensión máxima, y el resultado será la tensión del vapor a 750 milímetros de presión.

La Tabla VII está dividida en dos partes, una para el caso en que el bulbo del termómetro húmedo esté completamente cubierto de hielo, y la otra para el caso en que el agua que lo moja esté líquida o parcialmente convertida en hielo. La Tabla VIII se aplica en cualquier caso de los dos anteriormente citados.

Las correcciones de las Tablas VII y VIII se determinan por medio de la diferencia  $t-t'$  de los termómetros seco y húmedo. La primera co-

lumna de la izquierda da los grados enteros de esta diferencia y la primera línea horizontal del encabezado, los décimos de grado; la corrección que se trata de determinar se encontrará en la intersección de la línea horizontal que pasa por la parte entera y la vertical de la parte decimal.

Como se dijo antes, la diferencia que resulte de esta operación será la tensión del vapor de agua para un lugar cuya presión atmosférica media sea de 750 m.m.; en los lugares en donde la presión media sea diferente de 750 m.m. debe aplicarse al valor encontrado para la tensión del vapor de agua, una corrección que se determinará por medio de la última columna de las Tablas VII y VIII ya mencionadas y en la cual van anotadas las correcciones correspondientes para cada 100 m.m. de diferencia de presión. Para determinar la corrección que debe aplicarse en cada lugar de observación, se toma la diferencia entre la presión media del lugar expresada en milímetros, y la de 750 m.m. de las Tablas; esta diferencia se divide por 100 y el número que resulte se multiplica por la cantidad anotada en la última columna de las Tablas, correspondiente a la línea horizontal que pasa por el número de grados de las diferencias  $t-t'$ ; por último, el producto obtenido de la corrección que debe aplicarse, la cual se sumará si la presión media del lugar es menor que 750 m.m. y se restará en caso contrario.

(1) FORMACION DE LAS TABLAS PSICROMETRICAS

*Fórmulas de Angot para calcular la tensión del vapor de agua contenido en el aire por medio de los PSICROMETROS NO VENTILADOS instalados en un abrigo modelo francés.*

Cuando el bulbo del termómetro húmedo está cubierto con agua líquida o ésta se halla convertida parcialmente con hielo, la tensión del vapor de agua llamándola  $f$ , se calcula por la fórmula siguiente:

$$f = f' - 0.000\ 79\ H\ (t - t') \dots\dots\dots (1)$$

Cuando el agua que humedece el bulbo está completamente transformada en hielo la fórmula será:

$$f = f' - 0.000\ 69\ H\ (t - t') \dots\dots\dots (2)$$

*Fórmula de Ferrel para los PSICROMETROS DE HONDA.*

Esta es:

$$f = f' - 0.000\ 66\ H\ (t - t') \dots\dots\dots (3)$$

la cual coincide con la de Sprung para los de aspiración.

En todas estas fórmulas  $f$  es la tensión que se busca,  $f'$  la tensión máxima correspondiente a  $t'$ ,  $t$  la temperatura del termómetro de bulbo seco,  $t'$  la del termómetro de bulbo húmedo y  $H$  la presión atmosférica.

Los valores de  $f'$  los de la Tabla 1 para las diversas temperaturas para cada décimo de grado.

Estos valores fueron tomados de las Instrucciones Meteorológicas de Angot de 1911, quien a su vez los tomó de las Tablas de Landolt que constituyen una revisión de los valores de Broch para temperaturas arriba de 0.0, mientras que los correspondientes a temperaturas inferiores, son el resultado de las experiencias de Juhlin que tuvieron por objeto investigar la tensión del vapor en contacto con el hielo, experiencias que cambiaron los valores deducidos por Broch de las experiencias de Regnault.

EJEMPLO: Supongamos que en un lugar donde la presión media es de 584 m.m. se hayan obtenido por medio del *psicrómetro no ventilado* las observaciones siguientes:

Termómetro seco.....	$t = 20^{\circ}1$	
,,	húmedo.....	$t' = 12^{\circ}3$
	Diferencia.....	$t - t' = 7^{\circ}8$
La Tabla VI, de para $t = 12^{\circ}3$ .....		10.69 m m.
La Tabla VII, de para $t - t' = 7^{\circ}8$ .....		4.62
La tensión de vapor a 750 m.m. de		m. m.
presión será .....	6.07 m. m.	6.07

CORRECCION:

Presión de la Tabla .....		750 m.m.
,,	en el lugar de la observación.....	584
	Diferencia .....	166 m.m.

La corrección por esta diferencia, será  $1.66 \times 0.55 = 0.9130 = \dots 0.91$   
 Tensión del vapor en el momento y lugar de la observación.....6.98

Para anotarla en los registros solamente se aproximará hasta décimos, en el presente caso será igual a 7.0.

Si la presión en el lugar de observación fuere mayor que 750 m.m. la corrección obtenida del mismo modo deberá restarse.

En caso de que los datos indicados se hubieran obtenido por medio de un *psicrómetro ventilado*, de hondas o de aspiración, el cálculo de la tensión sería como sigue:

La Tabla VI, de para $t' = 12^{\circ}3$ .....		10.69 m.m.
La Tabla VIII, de para $t - t' = 7^{\circ}8$ .....		3.86
La tensión del vapor a 750 m.m. de presión será....	6.83 m.m.	6.83
La diferencia entre 750 y 584 m.m. es =		166 m.m.
La corrección por esta diferencia, será: $1.66 \times 0.46 = 0.7636 = \dots 0.76$		
Tensión del vapor en el momento y lugar de la observación.....		7.59

Debe hacerse notar que las experiencias de Marvín dan valores de tensión de máxima que difieren de los de Juhlín en más de 0.01 m.m. lo que justifica plenamente la adopción de los nuevos valores.

Los segundos términos de los segundos miembros de las ecuaciones (1) y (2), se encuentran tabulados en la Tabla II para el valor  $H = 750$  m.m. de la presión, y el correspondiente a la ecuación (3), se encuentra en la Tabla III para el mismo valor de la presión.

El uso del psicrómetro de honda o de aspiración se recomienda para todas las Estaciones del Servicio, pudiendo sustituir el de honda por el mecanismo de giración indicado anteriormente.

Para anotarla en los registros solamente se aproximará hasta décimos, en el presente caso será igual a 7.6.

**HUMEDAD RELATIVA POR CIENTO.**—La humedad relativa, es la relación, que existe entre la tensión del vapor contenido en el aire y la tensión máxima correspondiente a la misma temperatura del termómetro seco. Esta relación se expresa en tanto por ciento.

La humedad relativa se obtiene dividiendo la tensión del vapor, calculada según se acaba de indicar, por la tensión máxima del vapor que dé la Tabla, correspondiente a la temperatura del termómetro seco y multiplicando este cociente por 100, dará el tanto por ciento de humedad que existe en el aire.

**EJEMPLO:**

Tensión obtenida por uno de los cálculos anteriores..... 6.98 m.m.  
,, máxima del vapor correspondiente a  $t = 20^{\circ}1$ ..... 17.51

Cociente de estas tensiones:  $\frac{6.98}{17.51} = 0.399$

La humedad relativa, será  $0.399 \times 100 = 39.9$  o sea.....40%

**TEMPERATURA DEL PUNTO DE ROCÍO.**—La temperatura del punto de rocío es la que tendría el aire cuya tensión máxima fuera la calculada.

Por lo mismo, para tener este dato bastará buscar en la Tabla VI de tensiones máximas, la temperatura a que corresponde la tensión calculada.

**EJEMPLO:**

Una de las tensiones calculadas antes es.....6.98 m.m.  
Temperatura del punto de rocío, según la Tabla VI.....6°0

# SERVICIO METEOROLOGICO MEXICANO

## INSTRUCCIONES

PARA

### ESTACIONES TERMOPLUVIOMETRICAS.

Las Estaciones Termoplúviométricas de primera clase son las destinadas a hacer las siguientes observaciones: temperatura del aire, temperaturas máximas y mínimas diurnas, lluvias, dirección del viento y su velocidad estimativa, estado del tiempo. En tal concepto, los aparatos que deben formar su dotación son: un termómetro ambiente, uno de máxima, otro de mínima, un pluviómetro y una veleta.

Para que estos aparatos den indicaciones correctas, y las observaciones que se hagan con ellos sean útiles para el conocimiento del clima y comparables con las ejecutadas en las demás estaciones del Servicio, debe procurarse que su instalación llene las condiciones necesarias y que los termómetros se hayan comparado previamente en la Oficina Central.

## APARATOS

**Termómetros.**—Los instrumentos más usados para obtener la temperatura del aire, son los termómetros de mercurio. Están formados por un tubo capilar de vidrio o cristal, cerrado por uno de sus extremos y soldado por el otro a un depósito o bulbo de la misma substancia, el cual va lleno de mercurio así como parte del tubo. Los tubos están divididos en grados, algunas veces en medios grados o quintos de grado; pero las temperaturas deberán siempre leerse en décimos de grado, lo que se hace fácilmente por simple estimación. Se puede ejercitar la vista a esta operación, trazando sobre un papel dos líneas paralelas a una distancia igual a la menor división de la es-



Termómetro  
de mercurio  
Fig. 1.

cala termométrica; si ésta es de un grado se dividirá el espacio en 10 partes iguales, cada una representará un décimo de grado; si la escala tiene medios grados, la separación de las líneas se dividirá en cinco partes iguales, y por último, si son quintos de grado bastará tomar la mitad de cada una de sus divisiones, la cual representará un décimo. Se llega así rápidamente a no equivocarse en la apreciación de la temperatura a un décimo de grado, cuando la escala está solamente dividida en grados.

Por diversas causas las graduaciones de las escalas termométricas tienen siempre pequeños errores, y es preciso que todos los instrumentos sean comparados en el Observatorio Meteorológico Central, el que extiende un certificado de comparación para cada uno de ellos.

Este certificado da las correcciones que es preciso hacer a las lecturas en las diferentes partes de la escala, para deducir de ellas la temperatura exacta. Por ejemplo, si en el certificado de comparación se indica una corrección de  $-0^{\circ}.2$  abajo de  $15^{\circ}$  y de  $-0^{\circ}.3$  arriba, cuando el termómetro marque  $10^{\circ}.6$ , la temperatura verdadera será  $10^{\circ}.6 - 0^{\circ}.2 = 10^{\circ}.4$ ; de la misma manera, cuando el termómetro marque  $20^{\circ}.5$ , la temperatura verdadera será  $20^{\circ}.5 - 0^{\circ}.3 = 20^{\circ}.2$ .

Cuando el termómetro marca lecturas abajo de cero grados, se hace preceder el número leído del signo menos; así por ejemplo: una temperatura de  $5^{\circ}.6$  abajo de  $0^{\circ}$ , se escribirá  $-5^{\circ}.6$ . En la lectura de temperaturas negativas se debe tener presente que los números van creciendo en sentido inverso a partir de  $0^{\circ}$ ; así es que cuando la extremidad de la columna del líquido termométrico esté comprendido entre dos divisiones de la escala, será preciso siempre tomar por número entero de grados, el de la división que esté del lado del cero, y a partir de esta división se deben contar los décimos de grado.

**Termometrógrafos.**—Para conocer las temperaturas máximas y mínimas el aparato más usado en esta clase de estaciones es el

Termometrógrafo de "Bellani", figura número 1. Consiste en un tubo capilar en forma de U que está encorvado en una de sus extremidades, y en la otra tiene una ampolleta, en la parte baja de la U hay una columna de mercurio que está en contacto con guayacol

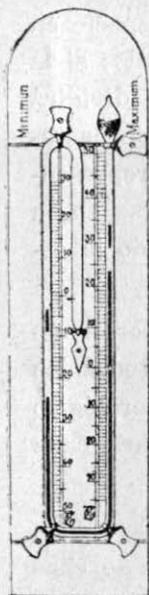


Fig. 2.

o alcohol contenido en las extremidades de dicho tubo; la ampolleta no se encuentra enteramente llena y la parte no ocupada con el líquido lo está por sus vapores o aire. En cada una de las ramas de la U, se encuentra un índice de hierro esmaltado, provisto de un muelle que le impide moverse por su propio peso. Para hacerlo cambiar de posición se hace uso de un imán en herradura que trae consigo el aparato. El tubo está fijo a una armadura en donde están hechas las graduaciones, y se coloca verticalmente con la ampolleta hacia arriba.

En esta disposición, la rama de la derecha que lleva la ampolleta da la temperatura máxima y la otra la mínima; las graduaciones de la primera aumentan de abajo para arriba y las de la segunda en sentido contrario hasta llegar a cero en donde nuevamente cambian de sentido para registrar temperaturas negativas.

Las temperaturas máximas o mínimas en cada período de observación, quedan indicadas por las extremidades de los índices que están frente a cada columna de mercurio; en la figura 2, la temperatura máxima es de 29° y la mínima 9°.

Con estos aparatos se puede tomar también las temperaturas de cualquiera hora de observación; para lo cual se leerá en la escala el número que corresponda a la extremidad de cada columna de mercurio.

De lo anterior se desprende que para servirse de este aparato se empezará por prepararlo, para lo cual se llevarán los índices en contacto con cada columna de mercurio por medio del imán, y al final del período considerado, se harán las lecturas de las extremidades interiores de cada índice, antes de moverlos para preparar el Termométrógrafo; dichas lecturas corresponderán a las temperaturas máxima y mínima del citado período.

**Termómetros de máxima y mínima.**—En estas Estaciones también pueden usarse termómetros separados de máxima y mínima. Los de máxima son de mercurio y están destinados a registrar automáticamente la más alta temperatura de cada día, en la parte inferior del tubo, cerca del bulbo, tienen una estrangulación de sección mucho más pequeña que el resto. Cuando la temperatura eleva, el mercurio al dilatarse pasa fácilmente la parte estrangulada

del tubo; al contrario, cuando la temperatura baja, como no hay ninguna fuerza que empuje al mercurio hacia arriba, la columna líquida que ha pasado el estrangulamiento queda detenida en el tubo del termómetro; de esta manera la temperatura máxima se encuentra indicada por la extremidad de la columna de mercurio.

El termómetro de mínima, generalmente de alcohol, está destinado a registrar automáticamente la menor temperatura de cada intervalo de tiempo; en el tubo puede deslizarse un pequeño índice que está siempre sumergido en el líquido, y que tiene en su parte superior un pequeño ensanchamiento. Cuando la temperatura se eleva, el alcohol pasa entre las paredes del tubo y el índice sin desalojar a este último; cuando la temperatura baja, la extremidad de la columna de alcohol viene a encontrar la cabeza del índice; éste es entonces arrastrado por razón de su adherencia con el alcohol, baja con la columna líquida y queda detenido en el punto del tubo que corresponda a la temperatura mínima, pues al volver a subir el alcohol por efecto del ascenso de temperatura, pasa sin mover el índice y por consiguiente la mínima queda indicada por la extremidad del índice más alejada del bulbo.

Para leer un termómetro es preciso tener cuidado de colocar el ojo al nivel de la extremidad de la columna líquida o de la extremidad del índice que indique la temperatura máxima o mínima, de manera que la línea de visual sea perpendicular al tubo del termómetro.

Para preparar el termómetro de máxima se desprende previamente de la armadura en que está colocado, se humedece su bulbo en agua y se hace girar con el brazo extendido hasta que la columna de mercurio llegue al bulbo y la extremidad indique en la escala una temperatura igual al ambiente de las (18.23 (1) El termómetro de mínima de alcohol, bastará inclinarlo con el bulbo hacia arriba, y el índice por su propio peso desciende hasta colocarse en contacto con la extremidad de la columna.

Cuando se hagan observaciones por la noche y haya necesidad de servirse de una lámpara para alumbrar el instrumento, deberá tenerse especial cuidado en colocarlo bastante lejos de él, a fin de que el calor no haga cambiar la lectura del aparato; en tal virtud, la observación deberá hacerse con la mayor rapidez, con objeto de evitar también que el calor del cuerpo haga cambiar las indicaciones.

---

(1).—Si el termómetro de máxima está colocado en su armadura especial, para prepararlo se retirará con cuidado la varilla en que está apoyado el bulbo, a continuación se le hará girar al derredor de la parte superior hasta que baje la columna.



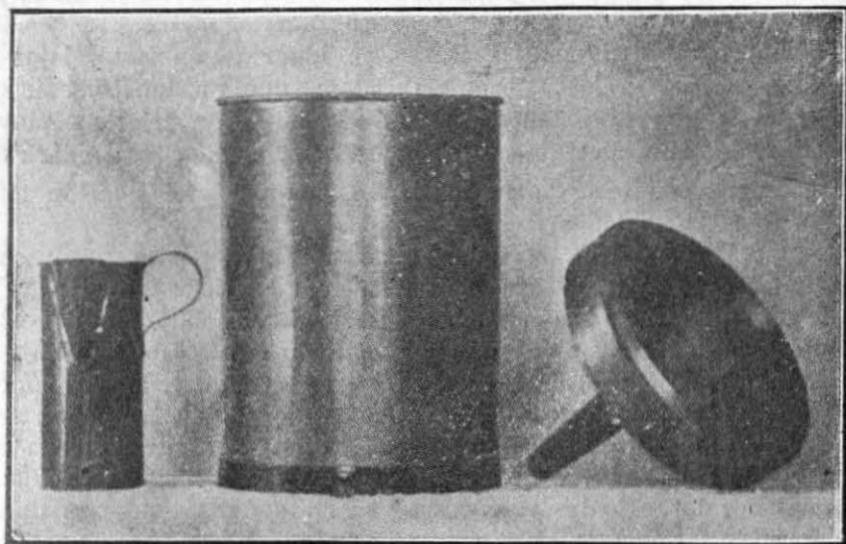


Fig. 4.

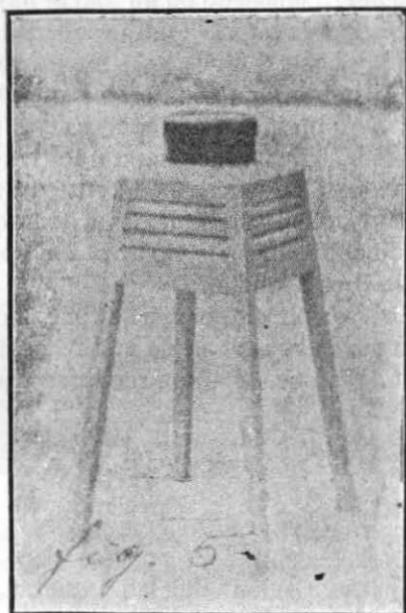


Fig. 5.

medidos. La lamina 6 representa el pluviómetro en conjunto, la Figura 4 desarmado y cada una de sus partes.

El pluviómetro debe colocarse en lugar descubierto, lejos de árboles, edificios o de cualesquiera objetos que puedan impedir que la lluvia caiga directamente sobre él. El anillo superior del pluviómetro debe ser perfectamente circular, y por lo tanto se cuidará que no se deforme en lo más mínimo, porque cualquiera deformación inutilizará el instrumento.

Para evitar que el calor del sol al calentar el depósito, produzca la evaporación de parte del agua contenida en él, conviene proteger las paredes del pluviómetro con alguna substancia mala conductora del calor, como una cubierta de petate, o mejor colocarlo dentro de una caja de madera sin fondo, provista de agujeros en todo el derredor para facilitar la renovación del aire entre ella y las paredes de instrumento; sería mejor hacer uso de un barrilito de madera sin tapas, armado con cinchos de fierro para evitar que el resecamiento de la madera producido por el calor del sol lo desarme. Este barrilito debe tener las duelas perforadas, las perforaciones deben hacerse inclinadas hacia abajo, de dentro para afuera, con objeto que los rayos del sol no puedan penetrar y que haya libre circulación del aire al derredor del pluviómetro; este aparato debe colocarse en el interior del barril, apoyado en una cruz de madera o lámina de fierro colocado en su parte baja, y de tal manera que solamente sobresalga la tapa del embudo. Dicho barril se sujetará al poste que le sirve de base, a fin de que no pueda ser derribado por algún viento fuerte. En la fig. 5, se muestra un pluviómetro protegido por cuatro persianas e instalado con la fijeza requerida. En los casos en que se pueda hacer la observación sin que transcurra mucho tiempo entre la lluvia y la medida correspondiente durante las horas de sol, puede suprimirse la protección de que se ha tratado y fijarse directamente el pluviómetro sobre un banco o armazón apropiado, y a una altura de 1 m. a 1.50 sobre el suelo.

Al fijar el pluviómetro sobre el banco se tendrá cuidado de que pueda fácilmente quitarse para el caso en que la lluvia caída sea mayor que el volumen del vaso y haya necesidad de medir la que se derrame en el depósito.

## VELETAS

---

**Construcción e instalación de las veletas.**—La dirección del viento se observa con una veleta que debe ser muy móvil, bien equilibrada y tan elevada como sea posible, a fin de que los edificios cer-

canos no tengan influencia sobre ella. Tanto como lo permita la disposición del lugar, se tendrán presentes para la construcción de este aparato las indicaciones siguientes:

La parte de la veleta destinada a recibir la acción del viento no se compone como se hace comúnmente, de una sola lámina de palastro, sino de dos que hacen entre sí un ángulo de  $20^\circ$  y terminan del lado opuesto al eje, por una flecha que hace equilibrio exactamente a las dos láminas. El plano bisector del ángulo que forman las dos láminas y que pasa por el eje de la flecha, se orienta en la dirección del viento y se obtiene así una veleta más estable que las que están formadas por una sola lámina.

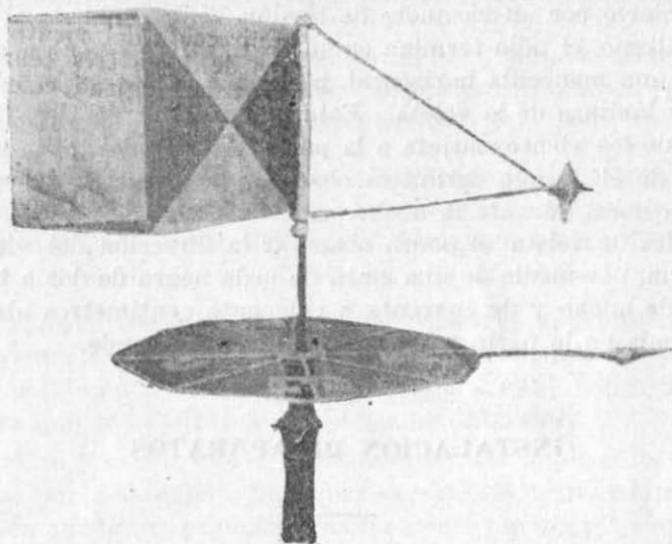


Fig. 6.

El sistema de dos láminas y de la flecha va soldado a un tallo, el cual deberá girar con la mayor libertad, dentro de un tubo de hierro que lleva en su parte inferior la rosa de los vientos, figura 6. Lo más sencillo es hacer descansar el sistema móvil sobre balines de acero y que quede siempre en posición vertical. La veleta se coloca sobre un poste aislado o sobre la parte más elevada de algún techo, a tres o cuatro metros de la parte superior, a fin de que esté fuera de los remolinos que se producen en la proximidad de los obstáculos.

Para poder hacer observaciones de noche, será cómodo que el aparato transmita sus indicaciones sobre un cuadrante, colocado en el interior del edificio, lo que permitirá hacer la observación a cualquiera hora sin salir de él. En este caso el tallo o tubo atravesará el

techo de la construcción, pasando en collares que estarán destinados a mantenerlo vertical y que no deben de ninguna manera oprimirlo ni entorpecer su movimiento; en la parte inferior llevará un disco horizontal que se apoya sobre balines, los cuales irán colocados en una caja metálica adaptada convenientemente. Cuando el aparato se ha instalado con cuidado, la veleta queda perfectamente móvil, debiendo asegurarse que no tenga tendencia marcada a detenerse en una posición particular, lo cual indicaría una falta de verticalidad del tallo que será preciso corregir.

A fin de impedir que las aguas de lluvia penetren en el orificio practicado en el techo, se le adapta un tubo de algunos centímetros de altura y por el cual pasa el tallo de la veleta sin tocarlo; este tubo irá cubierto por un casquete de lámina cónico soldado al tallo.

Por último, el tallo termina en su parte inferior por un apéndice que lleva una manecilla horizontal, paralela a la bisectriz del ángulo de las dos láminas de la veleta. Esta manecilla se desaloja frente a una rosa de los vientos sujeta a la parte inferior del techo y a poca distancia de él, lo que permitirá observar la dirección del viento a cualquiera hora, durante la noche.

A falta de veleta se podrá observar la dirección del viento durante el día, por medio de una cinta de seda negra de dos a tres centímetros de ancho y de cuarenta a cincuenta centímetros de longitud, colocada en la parte superior de un poste grande.

---

## INSTALACION DE APARATOS

---

**ABRIGOS DE MADERA.**—Los abrigos de madera para las Estaciones Termopluviométricas deberán llenar las condiciones de instalación establecidas para los abrigos de las Estaciones Meteorológicas, es decir que deberán quedar en un sitio despejado, expuesto a todos los vientos y a un metro y medio o dos de altura sobre el suelo con pasto, a fin de que quede bien aereado, de acuerdo con la recomendación hecha en el Código Meteorológico Internacional.

Los abrigos deberán proteger hasta donde sea posible a los aparatos termométricos de las influencias exteriores que harían variar sus indicaciones, sin dar la verdadera temperatura del aire ambiente, y en tal concepto se ha procurado que no queden bajo la influencia de los rayos directos del sol, de las reflexiones de objetos cercanos que los rodeen, de las radiaciones del suelo, así como de las lluvias, sin impedir con esto la libre circulación de aire en su interior.

El modelo queda ilustrado en las láminas 7 y 8 con las dimensiones que en él se marcan.

La caseta o abrigo está limitada lateralmente por dobles paredes de persianas; en su frente, por una puerta de rejas, y detrás por la prolongación del alero que le sirve de cubierta, siendo su techo de dos aguas, y la base de duelas angostas separadas unos dos centímetros entre sí.

El espacio donde se colocan los instrumentos es de 0m.20 por 0m.60 y quedará limitado en la parte superior por un cielo de duela, en el cual se harán perforaciones para la fácil circulación del aire. La cubierta superior del techo se reviste con ruberoide, lona pintada, zacate o alguna otra substancia que proteja de la lluvia la madera de que está formado.

Este abrigo se colocará sobre un poste o pie derecho de madera, a un metro treinta centímetros del suelo, sujetándolo en su parte inferior en un macizo de mampostería.

Cuando fuere preciso instalar un abrigo en lugares donde por la presión de obstáculos cercanos, como bardas, cercas, etc., se impidiere la libre circulación del aire, deberá aumentarse la altura de los postes, al hacerse la instalación en alguna azotea.

Los abrigos termométricos deben colocarse siempre orientados con el frente al Norte. Los termómetros se instalarán aproximadamente en el centro del espacio destinado a ellos, sobre una pieza de madera que se sujetará a las persianas laterales.

Se tendrá presente que el Termómetrografo ha de colocarse verticalmente con la ampolleta hacia arriba, que los termómetros de máxima deben quedar en posición sensiblemente horizontal, con el bulbo un poco más alto, y los de mínima horizontalmente.

Cuando por circunstancias especiales haya necesidad de colocar el abrigo sobre la azotea de un edificio, lo cual deberá evitarse siempre que sea posible, es necesario impedir la reflexión del calor en los termómetros, lo cual podrá hacerse interponiendo entre el abrigo y las bardas o muros de reflexión, enramadas destinadas a interceptar los rayos del calor reflejado, teniendo cuidado de no impedir la libre circulación del aire alrededor del abrigo.

Otro modelo de abrigo usado en las Estaciones del Servicio, es el indicado en la lámina 8 en el cual se pueden instalar los termómetros separados de máxima y mínima en posición horizontal, como se ha dicho anteriormente. Este abrigo se colocará en un poste de madera sujetándolo en la parte posterior con tornillos.

## EJECUCION Y ANOTACION DE LAS OBSERVACIONES

---

En las Estaciones Termopluviométricas de 1a. clase, se harán diariamente dos observaciones, correspondientes a las del servicio simultáneo que se practica en toda la Red Meteorológica; esto es, a las 6-23 y las 18 hora de Tacubaya. La hora local correspondiente de cada una de estas estaciones, está en la Tabla I que va al final.

A las 6-23 hora de Tacubaya, el observador medirá la lluvia caída durante las 12 horas anteriores de la manera que se ha hecho al tratar del pluviómetro. El valor obtenido se anota en el registro de la columna de la lluvia; si no ha llovido en el intervalo de tiempo de una observación a otra, se pone 0 en el registro, y si la lluvia caída es inferior a 0mm1, se pondrá "Inap" que indica inapreciable.

Siempre que sea posible, se procurará medir la cantidad de agua recogida en el pluviómetro momentos después que han tenido lugar las lluvias, pues de esta manera se evitarán las pérdidas de evaporación que sufre el agua cuando se deja algún tiempo en el depósito; se tendrán en este caso cuidado de hacer la suma de las cantidades parciales que se vayan observando en el período de 12 horas, a fin de hacer las anotaciones correspondientes en el registro de observaciones. Todas las anotaciones deberán hacerse con tinta o lápiz tinta; en dicho registro se anotará después la lectura del termómetro ambiente aplicándole la corrección del certificado de comparación y el resultado será la temperatura del aire que se escribirá en la columna correspondiente.

Después se anotará la temperatura mínima para lo cual se verá la indicación que tenga la extremidad del índice que está frente a la columna de mercurio, si se usa termómetrografo, o la extremidad del índice, más alejado del bulbo, si se usa termómetro de alcohol. Los índices de estos aparatos no se moverán en esta observación, pues la preparación deberá hacerse solamente después de la observación de las 18 (1).

Se anotará también la temperatura del termómetro ambiente en la columna respectiva del registro.

(1).—La temperatura ambiente a cualquiera hora puede tomarse del termómetrografo, leyendo las extremidades de las columnas de mercurio que deberán dar dichas temperaturas.

A continuación se observará la veleta para anotar la dirección y fuerza del viento, en caso de que lo hubiere en el momento de la observación; la dirección se indica por medio de las iniciales siguientes:

Norte . . . . .	N.	Sur . . . . .	S.
Nor-Este . . . . .	N. E.	Sur-Oeste . . . . .	S. W.
Este . . . . .	E.	Oeste . . . . .	W.
Sur-Este . . . . .	S. E.	Nor-Oeste. . . . .	N. W.

La fuerza del viento se estimará por la tabla siguiente:

0	Calma.	El humo se eleva verticalmente; las hojas de los árboles están inmóviles.
1	Débil.	Sensible a las manos y a la cara, hace remover una bandera; agita las hojas ligeras.
2	Moderado.	Hace flotar una bandera; agita las hojas, así cómo las pequeñas ramas.
3	Algo fuerte.	Agita las ramas gruesas de los árboles
4	Fuerte.	Dobla las ramas gruesas y los troncos de diámetro pequeño.
5	Violento.	Sacude violentamente todos los árboles, quiebra las ramas delgadas.
6	Huracán.	Tira las chimeneas, levanta los techos de las casas, quiebra y arranca los árboles.

En seguida se hacen las observaciones del estado del tiempo en ese momento, empezando por la que corresponde al estado del cielo, y para hacer la anotación respectiva se tendrá presente la escala siguiente:

Si está el cielo azul, sin nube alguna o hay pocas nubes, de manera que no alcancen a cubrir las tres décimas partes de la bóveda celeste se anotará. . . . . Despejado

Cuando la cantidad de nubes pasa de tres décimos y no llega a siete décimos . . . . . Medio nublado

Si pasa de siete décimos . . . . . Nublado

después, en vista de la tabla de signos convencionales que va al final de estas instrucciones, se anotará si está lloviendo, si hay tempestad, niebla, calina, etc., etc.

Supongamos como un ejemplo, que a la hora de la observación haya cielo medio nublado, esté lloviendo y haya niebla; la anotación correspondiente a esta hora será como sigue: medio nublado, lloviendo y niebla; o bien haciendo uso de los signos citados.



Igualmente se anotará en esta observación la fracción del cielo cubierta por nubes. Dicha determinación se hará por estimación, para lo cual se reunirán en un solo grupo todas las nubes que hay en el cielo, calculando la fracción de él, que ocuparían si estuvieran reunidas. Para verificarlo se ha adaptado el número 10 para indicar que toda la bóveda celeste está cubierta por nubes, y el 0, para el caso en que el cielo esté sin ninguna nube. Los números intermedios servirán por consiguiente para estimar las partes del cielo que cubren dichas nubes.

### **Clasificación Internacional de Nubes**

La clasificación Internacional de Nubes, se ha hecho con ligeras modificaciones según los grupos siguientes:

1o.—Nubes superiores a 9,000 metros de altura por término medio, Cirrus y Cirro Stratus.

2o.—Nubes medias, entre 3,000 y 7,000 metros de altura, Cirro-cumulus, Alto-cumulus, Alto-Stratus.

3o.—Nubes inferiores, entre 1,000 y 2,000 metros de altura, Strato-cumulus, Nimbus y Stratus.

4o.—Nubes de corrientes ascendentes, Cúmulus y Cúmulo Nimbus.

#### **CIRRUS**

**Se designan en los registros con la abreviación (Ci)**

---

Nubes aisladas, ligeras, de textura fibrosa, en forma de plumas, generalmente de color blanco, a menudo dispuestas en bandas que atraviesan una parte de la bóveda del cielo como círculos máximos que, por un efecto de perspectiva, convergen hacia un punto o hacia dos puntos opuestos del horizonte. Estos puntos indican entonces la orientación de las bandas.

#### **CIRRO-STRATUS**

**Se designan en los registros con la abreviación (Ci-st)**

---

Velo fino, blanquizco, ya difuso y dando solamente al cielo un aspecto blanquecino, ya mostrando más o menos distintamente la estructura de filamentos enredados. El velo da con frecuencia nacimiento a halos alrededor del Sol y de la Luna.

## CIRRO-CUMULUS

Se designan en los registros con la abreviación (Ci-cu)

---

Pequeñas bolas o pequeños copos blancos, sin sombras, o con sombras muy débiles, que están dispuestos en grupos y a menudo en filas.

## ALTO-CUMULUS

Se designan en los registros con la abreviación (A.-cu)

---

Bolas más grandes, blancas o grises, con partes sombreadas, dispuestas en grupos o en filas a menudo tan cercanas que sus bordes se confunden. Las bolas aisladas son generalmente más grandes y más compactas en el medio de la nube, y hacia las orillas forman copos más finos. Con frecuencia se presentan arregladas en filas siguiendo una o dos direcciones.

## ALTO-STRATUS

Se designan en los registros con la abreviación (A-st)

Velo espeso, de color gris azulado, que en las inmediaciones del Sol o de la Luna presenta una parte más brillante, y que sin dar lugar a la formación de halos puede producir coronas. Esta forma muestra las transiciones a las de los Cirro-stratus; pero según las medidas ejecutadas su altura es sólo la mitad de la de éstos.

## STRATO-CUMULUS

Se designan en los registros con la abreviación (St-cu)

---

Grandes bolas o rollos de nubes oscuras que cubren frecuentemente todo el cielo, sobre todo en invierno, y le dan algunas veces una apariencia ondulada. La capa de Strato-Cúmulus generalmente no es muy espesa y deja percibir en algunos lugares el azul del cielo. Se encuentran todas las transiciones entre esta forma y la de los Alto-Cúmulus.

## NIMBUS

**Se designan en los registros con las letras (Ni)**

---

Capa espesa de nubes oscuras, de bordes desgarrados, de donde caen generalmente lluvias más o menos persistentes. Por los intersticios que algunas veces presentan estas nubes se percibe casi siempre una capa elevada de Cirro-Stratus o de Alto-Stratus. Si la capa de nimbus se desgarran en pequeños fragmentos que corren muy bajos con gran velocidad, se les distingue con el nombre de Fracto-Nimbus (Fr.ni).

## CUMULUS (Nubes en montañas)

**Se designan en los registros con la abreviación (Cu)**

---

Nubes espesas cuyo vértice forma cúpula y está guarnecido de protuberancias, mientras que su base es horizontal. Estas nubes parecen formarse en un movimiento ascensional diurno casi siempre observable. Cuando estas nubes están al lado opuesto del Sol, las superficies que se presentan normalmente al observador son más brillantes que los bordes de las protuberancias. Cuando están iluminadas de lado presentan sombras bastante fuertes. Del lado del Sol, al contrario, parecen oscuras con los bordes iluminados.

El verdadero Cúmulus está netamente limitado arriba y abajo; pero se observa también una nube que semeja un Cúmulus desgarrado por vientos fuertes, cuyas diversas partes presentan continuos cambios; éstas nubes se designan con el nombre de Fracto-Cúmulus (Fr.cu).

## CUMUL-NIMBUS (Nubes borrascosas: Nubes de chubasco)

**Se designan en los registros con la abreviación (Cu-ni)**

---

Masas potentes de nubes que se elevan en forma de montañas, de torres o de yunques, acompañadas generalmente en su parte superior de un velo o de una pantalla fibrosa (falsos Cirrus) y en la inferior de masas de nubes semejantes a Nimbus. De su base caen generalmente chubascos locales de agua o de nieve, y algunas veces

granizo. A veces sus bordes superiores tienen la forma compacta y bien definida de los Cúmulus, y forman potentes mamelones o pezones a cuyo rededor flotan falsos Cirrus delgados, y otras son los bordes mismos los que franjean o desgarran en filamentos análogos a Cirrus. Esta última forma es común, principalmente en los chubascos de primavera.

El frente de las nubes borrascosas de gran extensión se presenta algunas veces bajo la forma de un gran arco que se extiende sobre una parte del cielo uniformemente más clara.

### STRATUS (Niebla elevada en la capa horizontal)

Se designan en los registros con la inicial (St)

---

Cuando esta capa se desgarrá por el viento o por las cumbres de las montañas en pequeños fragmentos irregulares, se les puede distinguir con el nombre de Fracto-Stratus (Fr.-st).

Los Stratus no son verdaderamente unas nubes sino una niebla producida por el primer efecto de la precipitación del vapor de agua en la atmósfera y su condensación más o menos ínfima; niebla elevada, pero sin llegar a la región habitual de las nubes inferiores, en donde se condensarían bajo la forma de Fracto-Cúmulus o de Cúmulus.

Para que la niebla constituya un Stratus es menester que esté elevada en capa horizontal, porque si estuviera reposando sobre el suelo o sobre la superficie de las aguas no sería Stratus, sino simplemente niebla o neblina. Cuando las nieblas altas o Stratus no están inmediatas al horizonte sino que ocupan la parte superior o casi toda la bóveda del cielo, son grises y esfumadas, sin formas distintas. Estas nieblas o Stratus son las que ocasionan el tiempo gris del invierno y a veces persisten por períodos largos cuando el tiempo está en calma y el barómetro alto.

### ANOTACION

La anotación de la clase, cantidad y dirección de nubes que se haga en cada observación, se ejecutará en el registro especial de nubes según modelo que va al final de estas instrucciones.

Después de haber hecho la anotación anterior, se llenará la columna del registro correspondiente al "Estado del tiempo en la 12 horas anteriores"; para ello se hará uso de la escala correspon-

diente "Al Estado del cielo", así como de los signos convencionales ya citados, teniendo en consideración que:

Si la mayor parte del tiempo ha llovido, se anotará . . .	Lluvioso
Si ha soplado viento . . . . .	Ventoso
Si domina la calma . . . . .	Calinoso
Si domina la calma y además se siente fuerte calor . . .	Bochornoso
Si se experimenta calor . . . . .	Caluroso
Si la temperatura es moderada y agradable se pondrá	Templado
Si se experimenta frío moderadamente	Fresco
Si hace frío . . . . .	Frío

Así, pues, una noche de cielo nublado, calma, fuerte calor y habiéndose observado relámpagos al Norte, se anotará:      Bochornoso  
al N.

Los demás fenómenos que no caracterizan el aspecto del tiempo transcurrido en las doce horas anteriores, y que sin embargo han tenido lugar durante él, como granizadas, heladas, nevadas, o tempestades se describirán haciendo uso de los signos ya referidos.

Terminada la anotación en el registro de observaciones simultáneas, se procederá inmediatamente a redactar el telegrama en clave que debe remitirse al Observatorio Meteorológico Central de Tacubaya a las 8; para ello se llenarán las casillas de los esqueletos de dichos telegramas con las palabras correspondientes, de acuerdo con las Instrucciones especiales que para el Servicio Telegráfico tiene la clave en vigor, la cual se **ha hecho** especialmente para la transmisión telegráfica de las observaciones que se ejecuten en las Estaciones Termopluviométricas de 1.ª clase.

A LAS 18 HORA DE TACUBAYA, se observará de la misma manera la lluvia, temperatura del aire, viento, estado del cielo y el estado del tiempo, anotando además las temperaturas máxima y mínima, que corresponderán al período de 24 horas anteriores; para hacer estas lecturas en el termómetrografo, se visarán las extremidades de los índices que están enfrente de las columnas de mercurio; si los aparatos usados son termómetros de máxima de estrangulación y mínima de alcohol, en el primero se leerá la extremidad de la columna de mercurio, (1) y en el segundo la del índice más alejado del bulbo. A las lecturas anteriores se les aplicará la corrección del certificado de comparación, antes de anotarlas en el registro.

(1)—Esta lectura deberá hacerse poniendo antes el termómetro en posición vertical con el bulbo hacia abajo hasta que la columna de mercurio toque la estrangulación si es que se ha separado de ella.

La temperatura del aire se tomará del termómetro ambiente, y deberá ser igual a la que señalen las extremidades de las columnas del termómetrografo.

Después de hechas estas lecturas se prepararán los citados aparatos; en el termómetrografo se ejecutará esta operación bajando con el imán los índices hasta colocarlos en contacto directo con las extremidades de la columna de mercurio; en el termómetro de máxima de estrangulación, se desprenderá éste de la armadura de metal en que está colocado, y después de humedecer su bulbo en un vaso de agua, se hará girar con el brazo extendido hasta que la columna de mercurio baje al llenar el bulbo. A veces estos termómetros están montados en tabletas especiales en donde se les puede imprimir un movimiento de rotación para prepararlos. Para preparar el termómetro de mínima de alcohol, basta inclinarlo con el bulbo hacia arriba y el índice por su propio peso bajará hasta colocarse en contacto con la extremidad de la columna.

En estas estaciones se observarán otros fenómenos que importa conocer, tales como crecientes en los ríos y los correspondientes a la agricultura, los cuales se darán en informe por separado a fin de cada mes.

Las crecientes de los ríos tienen más importancia cuando el observador puede medir la altura a que llegue el agua en el máximo de la creciente, sobre su nivel ordinario en el tiempo de secas.

Para medir esta altura bastará hacer en un árbol o en una roca situada en la orilla, o en un poste convenientemente establecido, una señal cuya altura sobre el nivel ordinario del río sea conocida, y a la cual no pueda llegar el agua en las crecientes más grandes. Midiendo la distancia vertical del nivel del agua, en el máximo de la creciente, a esta señal, y restándola de la altura de dicha señal sobre el nivel ordinario del río, se tendrá la del agua en el momento del máximo de la creciente. Con el objeto de evitarse de hacer esta medida cada vez que ocurra una creciente, será conveniente hacer señales de decímetro en decímetro en el sentido vertical sobre el árbol, roca o poste colocado según se dijo anteriormente, de manera que lo moje el agua del río al crecer, sin estar expuesto a ser arrastrado por ella, desde el nivel ordinario del río hasta una altura mayor que las de las mayores crecientes, numerando las divisiones para que con sólo ver hasta qué división llega el agua se sepa la altura que alcanzó sobre el nivel ordinario.

Siempre que puedan ejecutarse observaciones de la altura del agua en las crecientes de los ríos y lagos, se prestará un gran servicio a la agricultura y a la ganadería; en el informe correspondien-

te, se anotará la hora en que tenga lugar la creciente, así como la altura en metros a que llegue el agua.

Los fenómenos relativos a la agricultura que será útil observar, y que se remitirán en informe separado mensualmente, serán con especialidad los que se refieren al cultivo de las plantas del lugar, como maíz, frijol, garbanzo, trigo, cebada, alfalfa, avena, café, cacao, caña de azúcar, plátano, naranjas y frutas propias de la región, así como algodón, henequén, etc., etc., y especialmente las que sean características de determinada estación del año.

Estos fenómenos serán los que se refieran a la época de la preparación del terreno siembra, primeros frutos y final de la cosecha. Será conveniente que en dicho informe se dé cuenta del estado en que se encuentran las sementeras cómo pueden esperarse las cosechas, el fundamento que haya para hacer esta previsión, y por último, el resultado de ellas, y lo que motivó que fueran buenas, regulares o malas. Todas estas noticias son de gran importancia y se recomienda a los encargados de Estaciones que no dejen de darlas en su informe mensual.

#### REMISION DEL REGISTRO

Quincenalmente se remitirán a la Dirección dos tantos del registro **Hidr. 3A3a.**, lo que se hará a más tardar dentro de los dos días siguientes al final de la quincena.

Instrucciones para unir las columnas de alcohol o mercurio de los Termómetros, cuando se encuentran divididas



Fig. 12

índice queda separado de dicha columna rodeado de algunas pequeñas burbujas. En uno y otro caso para unir las partes separadas a la columna principal, se sujeta el termómetro con la mano derecha de la manera indicada en la figura núm. 12, a la tercera parte aproximadamente a partir del bulbo, y a continuación se darán golpes moderados con la base de dicha

Para unir la columna de alcohol o mercurio de un termómetro, cuando ésta se divide, hay varios procedimientos según la clase de termómetro.

En los termómetros de alcohol se observa algunas veces que la columna se encuentra dividida en la parte superior del capilar, y en otras el

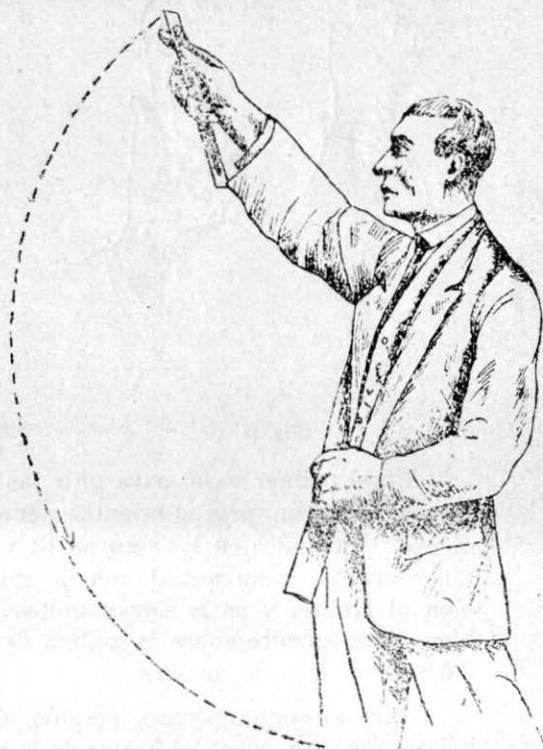


Fig. 13

mano contra la palma de la izquierda, hasta lograr que se unan las partículas de alcohol a la columna principal.

Si a pesar de haberse ejecutado esta operación varias veces no se logra dicha unión, se hará uso del procedimiento indicado en la figura núm. 13; para ello se sujetará el termómetro con la mano derecha a la tercera parte a partir del bulbo y con él hacia arriba se llevará aproximadamente a la altura de la cabeza; se le imprimirá a continuación un movimiento giratorio bajando rápidamente la mano de manera que el termómetro describa una trayectoria circular y deteniendo el movimiento cuando el instrumento esté en la parte más baja. Si el termómetro se ha sujetado en la mano convenientemente, se puede sacudir con bastante violencia sin peligro alguno de que se rompa; en algunos casos será preciso repetir la operación varias veces para lograr que se una la columna.

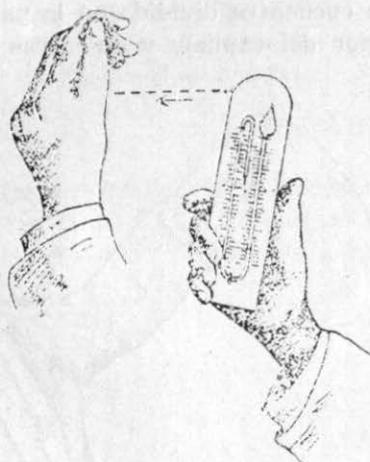


Fig. 14.

En el primer caso; para unir las partes de la columna de mercurio, se seguirán procedimientos semejantes a los descritos anteriormente, indicados en las figuras 13 y 14; para ello se sujetará el termómetro por su mitad con la mano derecha teniendo la graduación al frente, y se le darán golpes moderados sobre la izquierda, o bien directamente sobre la palma de esta mano cuando la armadura del aparato sea de madera.

Para el segundo caso, cuando algunas partículas de mercurio hayan pasado arriba del índice de la rama derecha, se pasarán dichas partículas a la ampolleta, para lo cual se sujetará el aparato con la

mano derecha, y dándole golpes moderados sobre la palma de la mano izquierda se hará pasar el mercurio que esté arriba del índice dentro de la ampolleta; después se llevará el índice por medio del imán a la misma ampolleta e inclinándolo el aparato se colocarán las partículas de mercurio frente a la entrada del capilar. Después, según lo indicado en la fig. núm. 14, se volverá a sujetar el aparato por su parte media de la manera indicada antes y dándole golpes moderados sobre la palma de la mano izquierda, figura núm. 14, se hará que se divida en pequeñas partículas el mercurio de la ampolleta, y de esta manera podrá ya pasar poco a poco en el capilar; después se llevará el índice por medio del imán en contacto con el mercurio y se unirán las partículas con la columna principal de la manera indicada anteriormente.

En caso de que parte del mercurio haya pasado sobre el índice de la rama izquierda, deberá devolverse el aparato al Observatorio Central a fin de ser substituído por otro. Igual devolución se hará con cualquiera de los termómetros que no se hayan podido componer, empleando los procedimientos que se han descrito en los párrafos anteriores.

## INSTRUCCIONES

### PARA LA INSTALACION DE UNA ESTACION DE AFORO DE 1a. CLASE.

Las estaciones de aforo de 1a. clase, son aquellas en que para determinar el gasto de la corriente se hacen medidas de velocidad con molinete con una frecuencia que por lo menos será de tres días.

La estación estará provista de alguna estructura desde la cual se practiquen los aforos directos y de una escala que sirva para determinar los gastos entre dos medidas directas.

#### ELECCION DEL SITIO DE AFORO.

Se deben tener presentes para este objeto las siguientes condiciones:

1a.—Que la sección de aforo esté comprendida en el tramo de la corriente en que importe conocer el volumen de las aguas que por ella corren.

2a.—Que la estación quede en un tramo recto de la corriente, para tener una sección la mas regular posible.

3a.—Que un poco abajo de la estación tenga la corriente una plantilla invariable que le sirva de control para que pueda tenerse una buena relación entre los gastos y las alturas de agua en la escala

4a.—Que se tenga alguna estructura desde la que se hagan los aforos del molinete, cuidando si se trata de un puente, de determinar si se producen remolinos causados por los machones, en cuyo caso debe desecharse y recurrir a la instalación de un cable aéreo por el que corra una canastilla. En este caso, se elegirá un tramo de río lo más angosto posible, para no tener un cable demasiado largo.

5a.—Que esté cercano a un centro poblado en el que fácilmente se consiga un observador de escala.

6a.—Que haya facilidades para que el aforador pueda hacer el recorrido de su circuito.

## ESTACION DE CABLE.

Si para efectuar los aforos directos se encontró necesaria la instalación de un cable, se hará la propuesta a la Dirección, remitiendo un plano del tramo de aforo con la pendiente y secciones del cauce en una longitud de 2 kilómetros. El plano se referirá a puntos fijos locales en el terreno y de manera aproximada a poblaciones o puntos importantes que cruce la corriente.

**MATERIALES QUE REQUIERE LA ESTACION.** Elegido el lugar, se determinará la longitud del cable necesaria anchura del cauce, más distancia del borde de éste a los postes, más distancia del apoyo en el poste al anclaje, más doblez sobre si mismo dimensiones que por lo común serán: (cauce + (2 X 10 + 2 X 8 + 2 X 2)Mts.)

La distancia del poste al borde del barranco dependerá de la consistencia del terreno. Se determinará también la longitud de la varilla de anclaje de que luego se hablará y la que depende de la profundidad a que haya que ponerse el muerto.

Obtenidos estos datos, se llevarán al lugar de la estación los siguientes materiales:

- N metros de cable de acero de 22 mm (7/8")
- 2 postes redondos de 0.40 m de grueso y 8 mts. largo.
- 2 trozos de madera dura (mezquite por ejemplo) de 0.40 X 2 m
- 1 templador de fierro para varilla de 22 mm (7/8")
- 2 varillas de fierro de 22 mm (7/8") X mts. largo, con ojo en un extremo y rosca en el otro.)
- 2 placas de fierro de 0.20 X 0.20 X 0.01 mts. con orificio en el centro de 25 mm (1")
- 2 tubos de fierro galvanizado de 5 ctms. por 3 mts.
- 100 metros de alambre de telégrafo número 10 para retenidas laterales de los postes.
- 12 abrazaderas con tuercas y contras para amarrar el cable sobre si mismo.
- 2 poleas de 0.20 mts. de diámetro para insertarse en los postes y que sobre ellas apoye el cable.
- 2 tornillos con cabeza y tuerca que sirvan de eje a las poleas.
- 12 pijas para escalones en el poste.
- 1 cajón o canastilla según diseño.
- 14 kilos de la composición siguiente:

Brea	10.0	kgs.
Sebo	0.5	"
Cal viva pul- verizada	1.0	"
Serrín de madera	2.5	"
	<hr/>	
	14.0	kgs.

- 12 costales viejos de yute, y papel de periódico
- 30 gramos de bicloruro de mercurio
- 12 estacones de 1 m. para fijar la escala y la madera necesaria de 0.038 X 0.15 ----- (1.1|2" X 6") para formar la misma.

De las cercanías del lugar se llevará suficiente piedra para fijar los postes y los muertos.

### Herramientas.

A cada cuadrilla de instaladores se les dotará de:

- 2 palas de punta acerada para tierras duras
- 1 pala especial para escavación de postes
- 2 zapapicos
- 1 barreta de dos metros
- 1 " " un "
- 1 serrucho
- 1 sierra
- 1 hacha-zuela
- 1 formón de 50 mm (2")
- 1 formón de 13 mm (1|2")
- 1 martillo
- 1 mazo
- 1 tenazas para torcer alambre.
- 2 desatornilladores (grande y chico)
- 2 llaves de tuercas inglesas.
- 1 garlopa.
- 1 garlopín
- 1 cepillo
- 1 escuadra

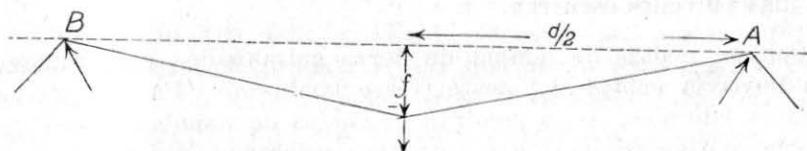
- 1 nivel de carpintero
- 1 medida métrica de doblar
- 1 regla
- 1 bote para agua
- 1 " para fundir brea
- 1 pisón
- 100 metros cable manila de 1 cm. de diámetro.
- 100 " " " " 2.5 " " "
- 2 juegos de garruchas para los cables anteriores.

### Colocación de los postes.

INSTALACION. Sobre una sección normal al eje de la corriente y a una distancia de la orilla del agua en que se pueda estar seguro de la estabilidad del poste, sin tener que gastar demasiado cable, se harán las excavaciones para ellos, excavaciones cuya profundidad dependerá de la consistencia del terreno (por lo general 1.5 metros) y se colocará una piedra grande en su fondo para que sobre ella descansa el poste.

Aunque para el caso general la longitud de los postes se calcula en 8 mts., variará ésta, según la profundidad del barranco, la altura máxima de las aguas y la flecha de la catenaria del cable. Para determinar la altura a que debe quedar el cable, se tomará como base que la canastilla tripulada y suspendida a mitad del tramo quede fuera del alcance de las más altas aguas.

Por el diseño de la canastilla que aparece en la lámina 14, se ve que del cable al fondo del cajón hay 1.20 m; pero es conveniente dejar además un espacio entre dicho fondo y las más altas aguas, por lo que se considerarán 2 metros para la altura del cable en el centro del río sobre el nivel de éstas.



$$P + w d$$

Tomando momentos con relación al apoyo A

$$(P + w d) \frac{d}{2} = T f \dots F = \frac{d}{2} (P + w d) \tan \theta \dots (1)$$

Fórmula que da la flecha  $f$  en función de:

- P. peso de la canastilla, dos hombres y sus instrumentos = 300 kgs.
- W. peso del metro de cable de 22 mm (7/8")
- d. distancia entre apoyos
- T. tensión máxima en el cable con coeficiente de seguridad de 5.

Por lo tanto la altura total de los apoyos del cable sobre las más altas aguas será de  $f + 2$  m: Determinada esta se procede a insertar en los postes las poleas sobre las que deslizará el cable en sus pequeños movimientos.

En la porción del poste que quedará enterrada, se practicará una oquedad que pueda contener el frasquito del bicloruro de mercurio, el que se colocará boca abajo y tapado solamente con una esponja o algodón, para que al humedecerse la tierra penetre el agua por capilaridad y disuelva parte de la substancia la que al escurrir matará a los gérmenes nocivos de la madera.

Para la mejor estabilidad de los postes, se les deberá poner inclinados y aproximándose a la dirección de la resultante del paralelogramo de las fuerzas que sobre ellos actúen, considerándose el caso en que la canastilla esté en el centro del claro y en ella dos observadores con sus utensilios de aforo se determinarán los ángulos  $\angle jck = \angle kct$  (fig. 1, lámina 11) sabiendo que los ángulos  $\angle mcj + \angle jck + \angle kct + \angle tca = 180^\circ$ , ——— (2) ecuación en la que:  $\angle mcj = 45^\circ$ , inclinación del cable, y

$$\text{sen. } \theta = 2f \sqrt{(2f)^2 + (d/2)^2} \dots (3).$$

Conocida la inclinación del poste, se fijará éste, rellenando la excavación con capas alternadas de piedra y tierra y las que apretarán perfectamente con ayuda de la barreta y del pisón. Se formará un montículo de 0.50 mts. de alto en derredor del poste para que las aguas pluviales escurran.

Con un pedazo de lámina de fierro galvanizado, se protegerá de la lluvia la cabeza del poste (véase lámina 13). Para evitar movimientos laterales, se le pondrán retenidas de alambre de telégrafo doble que se amarrarán a estacones colocados lateralmente, como aparece en la misma lámina.

**ANCLAS.**—Según la línea de la sección y a una distancia de los postes aproximadamente igual a la altura de éstos, se practican las excavaciones para los muertos de anclaje en la forma y dimensiones que se indican en las figuras 2a. y 3a. de la lámina 11. La profundidad N depende de la dureza del terreno y en caso de tierra común será de dos metros. En el eje se hará un pequeño canal de 45° de inclinación por el que llegará la varilla que se une al muerto. El resto del terreno deberá conservar su cohesión original, que será la que contrarreste la tensión del cable.

Excavaciones para los muertos

El muerto, trozo de madera dura, se taladra en su parte media para atravesarlo con la varilla que previamente se habrá preparado y la que deberá tener una longitud tal que sobresalga del terreno 40 cts. por lo menos, llevando en su extremo inferior rosca y tuerca y ojo en la superior (fig. 1, lám. 12), se corta un tubo de fierro galvanizado de 50 mm. (2") de diámetro y de la longitud de la varilla, menos la parte de ésta que atraviesa el muerto, se introduce la varilla en este tubo, se pasa por el barreno del muerto, por el ojo de la placa de fierro y se aprieta la tuerca hasta que el tubo se ajuste fuertemente sobre la madera del muerto. Ya bien apretado, se remacha la cabeza del tornillo a fin de inmovilizar la tuerca. Por la boca superior del tubo, que ha quedado apoyado en el ojo de la varilla, se vierte la preparación de brea caliente, a fin de rellenar el espacio entre la varilla y el tubo. Se pone estopa en la parte superior y con unas cuñas de madera se tapa esta boca lo mejor posible.

Muertos,

Con costales impregnados en la misma preparación de brea, se forra el trozo de madera con seis capas de papel, también impregnado en lo mismo. El fondo de la excavación, los costados y el muerto se cubren con piedras, de tal manera que quede protegido de la acción directa de la humedad de la tierra (fig. 1., lám. 12).

**COLOCACION DEL CABLE.**—Puestas las anclas en ambas márgenes, se procede a fijar uno de los extremos del cable de acero en el ojo de la varilla, interponiendo un collarín de metal "babbit" (de forma y dimensiones que aparecen en la fig. 2, lám. 12), a fin de ampliar el radio del doblé y por medio de las abrazaderas se amarra sobre sí mismo.

El otro extremo se lleva a la margen opuesta de la siguiente manera: haciendo pasar primero por medio de una barquilla un extremo del cable delgado de manila, con éste se hace cruzar el cable grueso, y finalmente, con dicho cable grueso y con ayuda de las poleas, se pasa el extremo del de acero, al que con ayuda del templador se le dará la tensión necesaria para que la flecha sea la que previamente se calculó.

**PINTURA.**—Hecha la instalación, se procederá a la pintura de todos los materiales para precaverlos contra la acción de la intemperie. Se pintará de rojo toda la madera y de aluminio el cable y demás piezas de fierro.

Después, y con el fin de poder determinar la distancia del origen a que se encuentra la canastilla en un momento dado, se pintarán los veinte primeros metros en tramos alternados de rojo y aluminio, de dos metros cada uno, en los veinte siguientes se alternará el aluminio con amarillo, los siguientes azul, luego verde, etc., de tal manera, que contando el número de divisiones de un color y sabiendo la distancia que hay del origen al principio de éste, se conocerá la distancia a que se encuentra la canastilla de la orilla del agua. En la propia canastilla se marcará con pintura la distancia del principio de cada color al origen.

**CANASTILLA.**—Se formará ésta con un cajón de madera delgada y fuerte, provisto de asientos adelante y atrás y que colgará por medio de soleras de fierro, de dos carretillas que corran por el cable. Se hará su fondo con duelas separadas, a fin de que no se junte el agua de lluvia. Las diferentes figuras de la lámina 14, dan los detalles y dimensiones necesarias para construcción.

**ESCALA.**—Para relacionar los aforos periódicos de molinete, con las alturas de agua, que se observarán tres veces al día por lo menos, se dotará a la estación de una escala graduada. La mejor colocación de ella es la que marca la lámi-

na 15. Sobre estacones sólidamente hincados en el terreno, se fijará con pernos una regla de 0.038 por 0.151 m. ( $1\frac{1}{2} \times 6$ ") que estará acepillada en sus dos caras y un canto. Considerando el cero lo suficiente bajo para que se tengan siempre lecturas positivas y con ayuda del nivel se marcará cada decímetro, y con líneas grabadas con el serrucho los quintos de decímetro con los que se podrán aproximar las lecturas al centímetro. Se referirá la escala a uno o más bancos de nivel cuidadosamente elegidos, en los que con pintura roja, se anotarán sus referencias y cota. **Siempre que sea posible, se tomará fotografía de los bancos para su más fácil y segura identificación.**

**LIMNIGRAFO.**—En las estaciones de mayor importancia, además de la escala se instalará un limnógrafo. En las láminas 16 y 16 bis aparece uno de los fabricados por la casa Gurley.

Instalación. Cerca de la orilla, se hará un pozo de 1. metro por lado y de una profundidad tal que se llegue un poco abajo del nivel del fondo de la corriente. Por medio de tubo de fierro, de barro, cemento, etc., se comunicará el fondo de la corriente con el pozo, para que tengan ambos el mismo nivel. Sobre el pozo se hará una caseta de  $2 \times 2$  mts. de planta inferior y 2.5 mts. de altura, en la que se instalará el limnógrafo.

**Pozo.**—Se procurará que el pozo quede localizado en un lugar en que el terreno sea lo bastante resistente para no necesitar de ademe.

Si esto no pudiese lograrse, el ademe, será de lo más económico, pudiendo hacerse con madera.

Para comunicar el pozo con la corriente se usará de un tubo de fierro de 6", pero si en la localidad se dificulta obtenerlo, se podrá emplear tubo de albañal, o hacer con ladrillo un caño.

La caseta podrá hacerse de adobe, y techarla con teja; tendrá una sólida puerta de madera, provista de un fuerte cerrojo.

**Colocación del limnógrafo.** La boca del pozo se cubrirá con madera, dejando unas ranuras para el paso de la banda que sostiene el flotador y el contrapeso. En los muros laterales y a un metro de altura se fijará un tablón de madera de pino de 2"×12". En este tablón se harán las dos ranuras y los cuatro taladros que tiene la tabla que trae como base el aparato, el cual se atornilla al tablón en la forma en que lo estaba la tabla, usando los 4 tornillos de 3" que lleva anexos cada aparato.

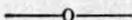
**Flotador.** En un extremo de la banda de latón se fija el flotador se pasa ésta por la polea dentada que está bajo el tambor y en el otro extremo se le fija el contrapeso.

**Funcionamiento.** Se coloca una hoja de papel especial, por medio de tiritas de papel engomado. Se le da cuerda al reloj y se coloca el lápiz en la hora y día que corresponde entre las líneas verticales, y sobre la relativa a la altura que tengan las aguas en ese momento con relación a la escala.

**Cambio de hoja.** Semanariamente se cambiará la hoja del registrador y se le dará cuerda al reloj.

## INSTRUCCIONES PARA LOS AFORADORES

(NO NECESITAN SER INGENIEROS)



### CAPITULO I.

#### Determinación del Gasto.

La cantidad de agua que pasa en un segundo de tiempo por una sección cualquiera de una corriente, se llama "gasto" de esa corriente.

El gasto es el producto del área de la sección por la velocidad de la corriente.

Aforo es la operación por medio de la cual se determina el gasto de una corriente, midiendo los factores de ésta, o sean la sección y la velocidad. Elementos para calcular el gasto.

#### Sección.

Para determinar la sección de una corriente, hay que medir las profundidades de ésta y la anchura de la misma.

El intervalo entre dos medidas de profundidad variará con la anchura de la sección y la regularidad de ella. Profundidades.

En corrientes de gran anchura y en que la profundidad sea muy uniforme, serán más espaciadas estas medidas que en corrientes pequeñas o en las que la profundidad sea muy variable. En general, para corrientes hasta de 50 metros de anchura y de lecho uniforme, se tomarán profundidades cada dos metros; para corrientes hasta de 100 metros, cada cinco, y para mayores anchuras cada 10 metros. Si se encuentran variaciones notables en las profundidades, se repetirán las medidas, tanto como el buen criterio aconseje, para obtener todas las variantes del fondo.

La medida se puede hacer por medio de sonda rígida o de cuerda. Si se usa molinete de vástago para medir la velocidad, el mismo vástago que está marcado en decímetros, sir- Sondas.

ve para determinar la profundidad. En caso de no ser de vástago el molinete, se llevará una sonda que consiste en una pesa de plomo (escandallo) de cinco a diez kilogramos y una cuerda o cadena (sondaleza). El peso del escandallo dependerá de la intensidad de la corriente, debiendo tener el suficiente para que no sea arrastrada.

Manera de  
Sondear.

Para hacer un sondeo, se arrojará el escandallo, soltando bastante cuerda, un poco hacia arriba de la sección a fin de que mientras baja al fondo la corriente lo arrastre hasta la vertical. Si la estructura desde la que se opera está muy próxima al nivel del agua, se marcará en la sondaleza, tomándola con dos dedos, el lugar en que sale del agua y se medirá la cantidad de cuerda que quede dentro de ésta, y si es de cadena, la que estará dividida por medio de fichas, se obtendrá la profundidad por la lectura de éstas. En caso de que la estructura quede más alta y el brazo del operador no alcance a tocar las aguas, se medirá primero con la misma sonda (si es de cadena) la distancia de un punto fijo de la estructura a la superficie del agua, y después de este mismo punto al fondo, sacando por resta la profundidad del agua.

Cuando la sondaleza sea de cuerda, se arrojará la sonda al agua y estando vertical, se tomará la cuerda por el punto que corresponda a uno fijo de la estructura, (borde de la canastilla, barandal del puente, etc.), y sobre una regla de madera de un metro y en la forma en que se miden las telas, se medirá la cantidad de cuerda que se va sacando, hasta que la base del escandallo quede en la superficie del agua. Esta cantidad es la profundidad del agua.

### **Anchura.**

Al ir efectuando los sondeos y para que éstos queden localizados, se va midiendo en la estructura (puente o cable) la distancia entre cada dos de ellos.

La suma de todas estas distancias, dará la anchura de la corriente. Como comprobación se obtendrá la anchura total determinando por medio de la sonda, los puntos de la estructura que corresponden a las orillas del agua, y midiendo sobre ésta la distancia.

## Velocidad.

La velocidad de la corriente será determinada por medidas directas con molinete.

Como no en todos los puntos de una sección, la corriente tiene la misma velocidad, hay que hacer numerosas medidas de ésta para obtener un resultado cercano a la verdad. Las velocidades van aumentando de las orillas de la corriente hacia el centro de ella, y aún en una misma vertical es diferente la velocidad en la superficie de la de las capas intermedias y la de éstas de las velocidades cercanas al fondo. Por lo tanto, para practicar las medidas se considerará la sección de aforo como compuesta de una serie de secciones parciales que tendrán una anchura igual a los intervalos entre dos sondeos, y a la mitad de esta sección parcial y sobre una misma vertical, se medirá la velocidad en los siguientes puntos: una vez cerca del fondo (cuidando que las aspas no lleguen al limo del lecho de la corriente), dos veces en la mitad de la profundidad y una vez cerca de la superficie (las aspas no deben salir del agua); pero si estos intervalos resultan de más de un metro, se aumentarán las lecturas intermedias que sean necesarias.

Medidas de  
velocidad  
en seccio-  
nes par-  
ciales.

## CAPITULO II.

### Molinete.

El molinete es un aparato que se emplea para medir la velocidad de una corriente, por la relación entre ésta y el número de revoluciones de las aspas de cada aparato, relación que se determina de un modo experimental. El número de revoluciones que da un aparato en determinado tiempo es transmitido a un registrador, por medios mecánicos y eléctricos o bien debe contarse por el observador con el auxilio de un sonador acústico. (Láminas 17, 18 y 19 respectivamente).

Descripción de los  
diferentes  
tipos de  
Molinete.

La manera de operar con cada uno de los tipos, tiene pequeñas variantes según se trate de molinetes que se deslizan sobre un vástago, que a la vez sirve para tomar la profundidad de la corriente a que se practique la operación, o bien que se trate de molinete de suspensión con pesas.

Después de usar el molinete, será secado perfectamente para que no se oxide y se cuidará de tenerlo siempre bien aceitado, para lo que se usará del aceite conocido en el comercio como de 3 en 1.

### CAPITULO III.

#### Manera de efectuar el aforo y de llevar el registro.

Hora y altura del agua en la escala.

Sondeos y velocidades.

Al efectuar un aforo de molinete se usará para hacer la anotación de los datos, de las libretas de registro (**Hidr. 5 C, 1a. y 2a.** La primera operación una vez armado el molinete y listo para funcionar, se anotará la hora en que se le comienza y la altura del agua en la escala. Si se opera desde una estructura (cable o puente) que tenga anotadas las distancias a partir de un punto inicial, se anotará a qué distancia de él se encuentra la orilla del agua, y en la segunda columna, **“profundidad”**, se anotará ésta como de 0.00. Si por las consideraciones anteriores sobre la frecuencia de los sondeos, se determina que para esa corriente se les hará cada dos metros, se trasladará el aforador a un metro de la orilla, y allí tomará las velocidades sobre esa vertical en la forma que ya se previno, anotando en la columna 3a. si la observación es **“superficial”**, **“media”**, a **“N. metros”**, o al **“fondo”**.

En la 4a. columna anotará el tiempo que duró la observación, que dependerá de la uniformidad de la corriente, bastando 50 segundos cuando ésta es muy uniforme, y haciéndolo de 100 ó 200 en los casos en que esté variando. En la cuarta columna se anotará el número de revoluciones que dió el molinete, las que se habrán registrado en el contador eléctrico o se habrán contado por medio del sonador acústico. Hechas las observaciones en la vertical a 1 metro de la orilla, se trasladará a los dos metros y allí tomará la profundidad de la corriente de la manera ya explicada. Anotará en la columna número 8 la anchura de la sección parcial (**2 mts. en el ejemplo**) y en la columna número 9 la profundidad medida. Se trasladará al 3er. metro (**mitad de la siguiente sección**) y allí repetirá sus medidas de velocidad como en el caso anterior. En el 4o. metro tomará la profundidad y así continuará en este orden hasta llegar a la orilla opuesta, en la que anotará la distancia de ella al punto inicial de las medidas.

Al terminar las operaciones anteriores, se registrará nuevamente la hora en que terminaron y la altura del agua en la escala. Este último detalle debe tenerse muy presente, porque es de la mayor importancia relacionar el resultado del aforo directo con la altura de agua en la escala.

En la columna de notas del registro se observará si no existe novedad en la estación o las reparaciones que sean necesarias de las que el observador informará por escrito al rendir sus informes.

### Cálculo del registro.

Tomará la suma de los números de revoluciones de la columna 5 que corresponden a una misma vertical, y esta suma, dividida por la suma de segundos que corresponden a estas lecturas, dará el número de revoluciones por segundo, que anotará en la columna número 6. Con la tabla que cada molinete que lleva adjunta, o en caso de no tenerla se le pedirá al ingeniero Inspector del circuito la calcule, obtendrá la velocidad media de la sección parcial, que anotará en la columna 7. Multiplicando la anchura de cada sección parcial, por la mitad de la suma de los sondeos anterior y posterior, se obtiene el área de la sección, que se anota en la columna núm. 10. Finalmente, multiplicando estas áreas por las velocidades medias, se obtienen los gastos parciales que se anotan en la columna número 11. Como comprobación, se hará la suma total de velocidades parciales (columna 7), la de las áreas (columna 10), y multiplicando estos totales, se obtendrá un resultado igual al de la suma de los gastos parciales de la columna número 11, siendo admisibles pequeñas diferencias debidas a las fracciones decimales que se desprecien. En el anexo núm. 19 se da un ejemplo.

## CAPITULO IV.

### Aforos en grandes crecientes.

Si por lo impetuoso de alguna avenida, no fuera posible introducir el molinete hasta el fondo de la corriente para tomar todas las velocidades de la misma vertical, se hará solamente la medida superficial, repitiéndola dos o tres veces para cada sección, y anotando claramente en los registros las condiciones en que se practicó el aforo. En el caso que no sea posible el acceso a la estructura, se tomará la velocidad por medio de flotadores. Para esto, se medirá un tramo del río en una longitud de 100 a 150 metros, poniendo unos postes o estacones en el principio y fin de la medida. Un poco co-

Por velocidad superficial medida con molinete.

Velocidad superficial con flotadores.

riente arriba de la primera estaca, el ayudante del aforador irá arrojando al agua pedazos de madera, de modo que caigan a diferentes distancias de la orilla. El aforador tomará el tiempo en segundos que tarda cada flotador en recorrer la distancia medida y anotará su registro en la siguiente forma: número de orden del flotador, hora en que pasó frente a la primera estaca, hora en que pasó frente a la segunda estaca, tiempo empleado en recorrer el tramo, distancia medida y distancia aproximada a la orilla de la línea que recorrió el flotador. Se harán tantas observaciones de flotador, como sea el número de secciones parciales en que se acostumbra dividir la corriente.

## CAPITULO V.

### Concentración y remisión de datos.

Datos de los observadores de escala.

Cuidará el aforador de que con toda regularidad, los observadores de escala le remitan semanalmente las tarjetas **modelo Hidr. 8 C 1a., 2a. y 3a.** Revisará la concordancia entre las lecturas que le envíen y las observadas por él en sus aforos.

Cálculo de volúmenes para Est. de 1ª clase Registro Hidr. 6 C 1ª

Con las tarjetas que correspondan a las estaciones de 1a. clase, calculará los gastos correspondientes a cada observación por medio de la tabla que le deberá formar el ingeniero instalador, para encontrar los gastos en función de las alturas de escala. Multiplicando estos gastos por el tiempo en segundos que transcurra entre dos observaciones consecutivas, obtendrá el volumen parcial. En el registro **modelo Hidr. 6 C 1a.**, anotará: los resúmenes de los aforos directos, número de orden del aforo directo (columna número 1), fecha (columna núm. 3), nombre del observador (col. núm. 4), número y marca del molinete (col. núm. 5), lectura de la escala (col. núm. 6), área de la sección (col. núm. 7), velocidad en mts. por segundo (col. núm. 8) y el gasto en metros cúbicos por segundo (col. núm. 9). En el mismo registro, anotará los aforos deducidos por la escala en el orden en que se verifican las lecturas, anotando la hora (col. núm. 2), fecha (col. núm. 3), nombre del observador (col. núm. 4), lectura de escala (col. núm. 6), gasto tomado de la tabla (col. núm. 9), volumen parcial (col. núm. 10) y volumen en 24 horas (col. núm. 11). Como quedan intercalados los resúmenes de aforos directos en el lugar que por tiempo les corresponde, se

podrá juzgar si los gastos dados por la tabla para una altura igual a la que se tuvo en el aforo director son correctos.

Con las tarjetas de las estaciones de 2a. y 3a. clase que estén comprendidas en su zona, calculará de manera análoga los gastos y volúmenes diarios, los que anotará en los registros modelo **Hidr. 9 C 2a. y 3a.**

Quincenalmente remitirá a la oficina de que directamente dependa los siguientes registros: copias de su libreta de aforos directos en las hojas del modelo **Hidr. 5 C 1a. y 2a.**, resumen de registros de aforos de cada estación de 1a. clase en los modelos **Hidr. 6 C 1a.**, registro del resumen de aforos en las estaciones de 2a. y 3a. clase en los modelos **Hidr. 9 C 2a. y 3a.** y un informe del estado en que se encuentren las estaciones de aforo y de las reparaciones que sean necesarias. Mientras no se hagan estas reparaciones, repetirá en los informes las que sean necesarias, aunque lo haya hecho en la quincena o quincenas anteriores.

Cálculo de volúmenes, para Est de 2ª y 3ª clase Registro Hidr 9 C 2ª y 3ª

**INSTRUCCIONES**  
**PARA LA INSTALACION DE ESTACIONES DE AFORO**  
**DE 2a. y 3a. CLASE.**

En las estaciones de aforo de 2a. y 3a. clase, el cálculo de los gastos se efectuará por medio de las fórmulas más apropiadas para el escurrimiento en ríos y canales.

Por lo tanto los elementos que habrán de determinarse son: la pendiente, la sección media del cauce y la altura de la lámina de agua. Con el auxilio de aforos de molinete, se fijará el coeficiente de rugosidad que debe adoptarse.

La diferencia de categoría entre estas dos clases de estaciones depende de la frecuencia con que se practiquen los aforos directos de comprobación, la que será de una vez al mes para la 2a. y antes y después de la época de crecientes para las de 3a.

**Elección del tramo de aforo.**

Este es el punto más importante de resolver satisfactoriamente para que los datos que se recojan en la estación sean verídicos.

Deben atenderse con todo cuidado los siguientes puntos de vista:

1o.—Que el tramo de aforo quede comprendido en la zona en que sea de mayor importancia el conocimiento del gasto.

2o.—Existencia en las cercanías del tramo de algún puente, cable, paso de barca, etc., desde donde se puedan hacer los aforos de molinete; o bien facilidades para poner alguna estructura provisional con este fin.

3o.—Condiciones favorables en el cauce del río, para tener una buena relación entre el gasto de la corriente y las alturas de agua en la escala.

4o.—Uniformidad de la sección del canal en el lugar en que se practiquen los aforos de molinete.

50.—Cercanía a un centro poblado en que se pueda encontrar un buen encargado de las lecturas de escala, y donde la estación tenga fácil acceso para el observador.

De entre las condiciones enumeradas, seguramente que la de mayor importancia para esta clase de estaciones es la 3a. relativa a la relación entre la descarga y la altura del agua en la escala.

Para garantizar esta relación, es indispensable que el tramo que sigue al lugar en que se ponga la escala tenga un lecho lo bastante estable para que no se verifiquen cambios en la pendiente del tramo. Las corrientes tienen generalmente "rápidas" y "estanques" y es en estos donde mejor colocada estará la escala, un poco arriba del comienzo de la rápida, siempre que el borde en que ésta se inicia sea de carácter estable. En los casos en que este borde, que sirve de control a la corriente, no se logre encontrar natural, será necesario ponerlo artificial en forma de un pequeño vertedor ahogado normal a la corriente y el que se pueda hacer con un estacado y enfajillado recubierto de enrocamiento. Si la corriente es muy impetuosa habrá que hacerlo en una forma más estable que se estudiará y aprobará en cada caso.

Además de esta condición, influye en manera importante la de el tramo de aforo sea lo más recto posible y de sección uniforme, para obtener una buena sección media que introducir en el cálculo.

Hecha la elección, se levantará el plano del tramo de aforo, refiriendolo a puntos locales fijos de fácil identificación. En cuanto a su ubicación sobre el curso de la corriente, se determinará su distancia aproximada a poblaciones ribereñas, puentes de F. C., caminos nacionales, haciendas, presas, etc., etc.

---

— 0 —

**Recolección de los elementos  
de cálculo.**

**PERFIL.**

Se tomará el perfil del lecho de la corriente hacia ambos lados de la escala y en una longitud que variará con la pendiente que se encuentre y con el volumen de la corriente, de tal manera que pueda conocerse la longitud de los remansos que se produzcan al venir aumentos en el volumen y los disturbios que se puedan ocasionar en las alturas de escala. Siempre se tendrá como un minimum 1 kilómetro hacia cada lado.

Se harán secciones transversales del cauce al comenzar el perfil y cada 100 metros, aumentando la frecuencia de ellas en las cercanías de la escala, en donde se hará una sección frente a ésta y espaciadas 20 metros en los 100 anteriores y posteriores a ella.

### Descripción de los bordes.

Con el fin de adoptar el coeficiente de rugosidad más apropiado, se hará una descripción del estado y clase del lecho y bordes de la corriente.

### Colocación de la escala.

Debe elegirse un sitio para la colocación de la escala que la proteja de los golpes de cuerpos flotantes y de la impetuosidad de la corriente y donde los remolinos no sean causa de error en las lecturas.

La mejor colocación es la que marca la lámina 15. En estaciones sólidamente hincados en el terreno, se atornillan girones de madera de (1"1/2 X 6") 0.038 X 0.15 cmts. puestos de canto, con los que se van siguiendo las sinuosidades del barranco de tal manera que quede la regla separada del terreno de 10 a 15 cmts.

Con el auxilio del nivel y colocando el estadal sobre el canto de la regla, se van marcando divisiones cada decímetro, en las que se le hace un pequeño escalón a la regla. La porción entre dos escalones se divide en quintos, marcando una línea con el serrucho.

Con estas divisiones que corresponden a 2 cm., fácilmente se aproxima la lectura al centímetro. Hecha la división, se pinta la escala con aceite y se marcan con números grandes los escalones que corresponden a los metros y medios metros.

Se cuidará de que el cero quede siempre bajo las aguas. Fija la escala, se referirá a bancos de nivel que serán claramente descritos, marcados en el plano de la estación y, si es posible, fotografiados.

Terminada la instalación de la regla, se practicará un aforo de molinete anotando las alturas de agua en la escala durante la operación.

Después de cada instalación, se rendirá el informe respectivo, acompañándole con la nivelación, las secciones, referencias de los B M, y los datos del levantamiento y del aforo.



# SECRETARIA DE AGRICULTURA Y FOMENTO

## DIRECCION DE IRRIGACION

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS. SECCION DE INVESTIGACIONES.

### MESA DE HIDROLOGIA

Estación de Evaporación de 2a. clase en..... Estado.....

Distrito..... Diámetro del evaporómetro.....  
id. del pluviómetro.....

Registro de las observaciones practicadas en la decena del mes de.....  
de 192.....

Fechas	Horas	TEMPERATURA DEL AIRE		EVAPORACION		LLUVIA		NOTAS
		Máxima	Mínima	En cent. cúbicos	Altura en mm.	En cent. cúbicos	Altura en mm.	
1	6							
1	18							
2	6							
2	18							
3	6							
3	18							
4	6							
4	18							
5	6							
5	18							
6	6							
6	18							
7	6							
7	18							
8	6							
8	18							
9	6							
9	18							
10	6							
10	18							
11	6							
11	18							
12	6							
12	18							
Sumas								
Promedios								

(Lugar y fecha).....

(Firma).....

Observador.

Revisó y calculó

(Firma).....

México, a..... de..... de 192.....

Anexo Número 9.





# SECRETARIA DE AGRICULTURA Y FOMENTO

DIRECCION DE IRRIGACION

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS. SECCION DE INVESTIGACIONES.

MESA DE HIDROLOGIA

Aforo hecho el día ..... de ..... de 192 ..... en la estación de ..... del río .....

Observador ..... Marca y Num. del molinete ..... Aforo Num. ...., hoja .....

Escala: principio ..... ; Prom ..... Area total ..... m. p. s.; gasto ..... m<sup>3</sup> p. s.

SONDEOS	OBSERVACIONES		Revoluciones por segundo	Velocidad Mts. por segundo	SECCION		Gastos parciales en metros cúbicos por segundo	NOTAS [Estado del cauce, viento, instrumentos y útiles, escala, bote cable, métodos, grado de aproximación, etc.]
	Profundidad de la observación	Tiempo en segundos			Número de revoluciones	Anchura		
Distancias del punto inicial								

## SECRETARIA DE AGRICULTURA Y FOMENTO

## DIRECCION DE IRRIGACION

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS. SECCION DE INVESTIGACIONES

## MESA DE HIDROLOGIA

## RESUMEN DE REGISTROS DE AFOROS

Estación de..... Estado de.....

1a. Clase

Río:..... Cuenca:.....

Mes de..... de 192

Número de la observación	Horas	Fecha	OBSERVADOR	Molinete Marca y N.ºm.	Lectura de la escala	Area de Sección en Metros cuadrados	Velocidad media metros por segundo	Gastos en litros por segundo	Volu- menes parciales	Volúmenes parciales	OBSERVACIONES

Mes de \_\_\_\_\_ de 192

Fechas	HORAS			EXTRA		NOTAS
	6	12	18	Hora	Esc	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						

Anexo Número 14.

# SECRETARIA DE AGRICULTURA Y FOMENTO

SECCION DE IRRIGACION. SECCION DE INVESTIGACIONES

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

MESA DE HIDROLOGIA

LECTURAS DE ESCALA en la Estación de .....

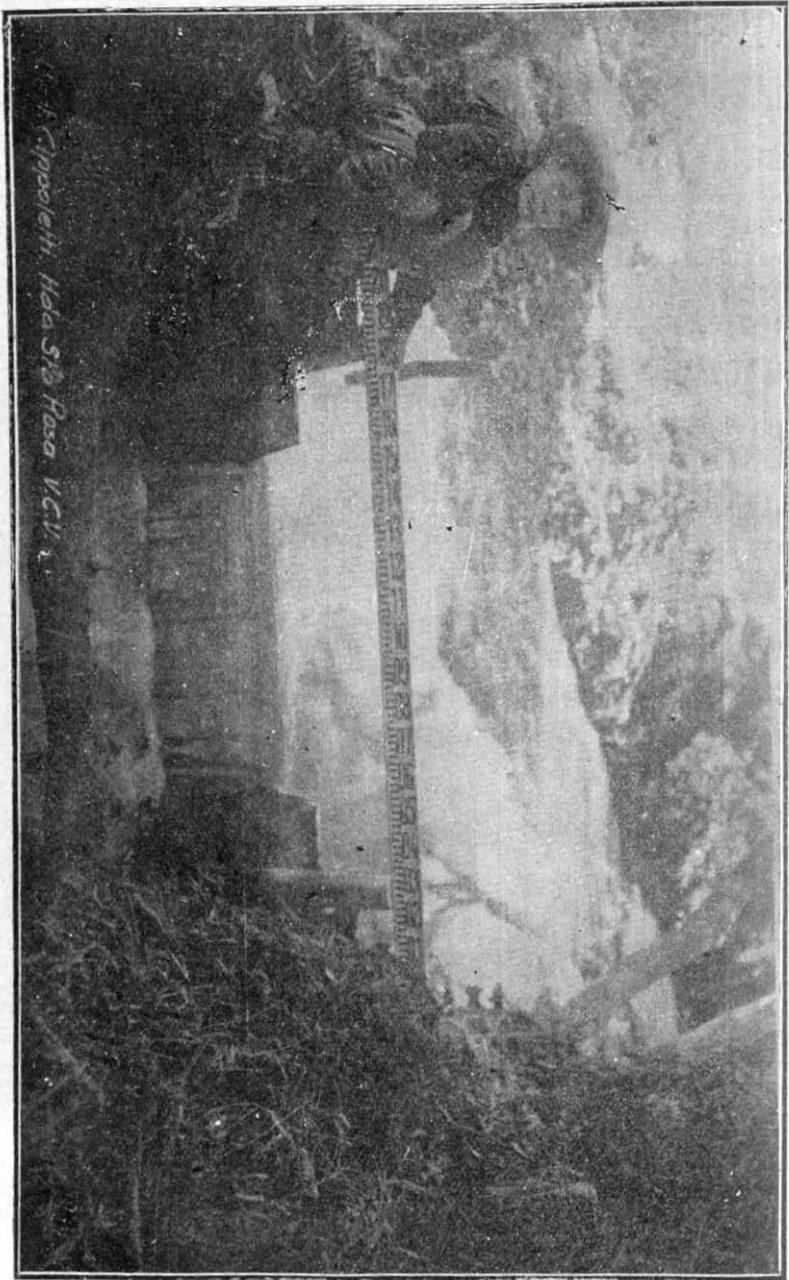
Río de ..... Cuenca de ..... Estado de .....  
 en la semana del ..... de ..... al ..... de ..... de 192 .....

DIAS	LECTURAS				OBSERVACIONES
	6	12	18	EXTRA ESCALA	
	HORAS				
Domingo.....	.....	.....	.....	.....	.....
Lunes.....	.....	.....	.....	.....	.....
Martes.....	.....	.....	.....	.....	.....
Miércoles.....	.....	.....	.....	.....	.....
Jueves.....	.....	.....	.....	.....	.....
Viernes.....	.....	.....	.....	.....	.....
Sábado.....	.....	.....	.....	.....	.....

NOTA.—En la columna de Observaciones díjase si hubo creciento y su duración, si el río está seco o con charcos, o cualquiera otra causa que afecte la altura del agua.

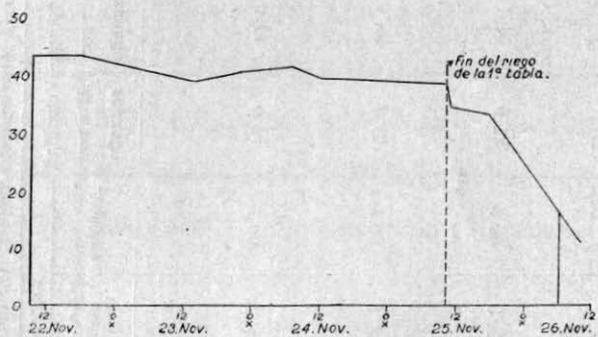
Vº Bº ..... (Aforador) Observador, ..... (Firma)





*La Cippoletti. Haba Sta Rosa VCU.*

Anexo Número 17.



Anexo Número 18.

# SECRETARIA DE AGRICULTURA Y FOMENTO

## DIRECCION DE IRRIGACION

### SERVICIO HIDROMETRICO

*Aforo hecho el día 13 de Septiembre de 1921 en la estación de "El Sabino" del río Lerma.  
Observador: José Arriola. Marco y Num del molinete A, Olt, Num. 2892 Aforo Num. 20, hoja 1.  
Escala: principio 1.43; fin 139; Prom 1.41 Area total 63.05 m<sup>2</sup>; velocidad media 0.696 m. p. s.; gasto 43,793 m<sup>3</sup> p. s.*

SONDEOS	Profundidad	OBSERVACIONES			Revoluciones por segundo	Velocidad Mis. por segundo	SECCION			Gastos parciales en metros cúbicos por segundo	NOTAS
		Profundidad de la observación	Tiempo en segundos	Numero de revoluciones			Anchura	Profundidad media	Area en Mis. cuadrados		
10.00	0.00	.....	.....	.....							[Estado del cauce, viento, instrumentos y filos, escala, bote, cable, molinos, errado, de aproximación, etc.]
11.00	1.80	x 0.45 0.90 1.35	50 50 50	30 26 10	0.44	0.24	2.00	1.90	3.80	0.912	
12.00	2.00	x 0.63 1.26 1.89	50 50 50	50 62 17	0.86	0.45	2.00	2.58	5.16	2.322	Hace falta volver a pintar el cable en la parte cercana al anclaje derecho porque se levanta la pintura en los días que estuvo bajo el agua con que inundaron el potrero en que está el anclaje.
14.00	2.64	x 0.66 0.98 1.96	50 50 50	67 79 64	1.40	0.73	2.00	2.57	5.14	3.752	En el resto de la estación no hay novedad.
16.00	2.50	x 0.63 1.26 1.89	50 50 50	73 84 69	1.50	0.78	2.00	2.35	4.70	3.666	[En esta forma se continúa hasta la margen opuesta que quedó a 39.40 del origen.]
18.00	2.20	x 0.55 1.10 1.65	50 60 50	88 99 79	1.77	0.92	2.00	2.20	4.40	4.048	
20.00	2.20		150	266		3.12	10.00	11.60	23.20	14.700	

# TABLA I.

## Evaporómetro de 4 pies de diámetro [1 m. 22.]

TABLA PARA REDUCIR LITROS EVAPORADOS A MILIMETROS DE ALTURA.

LITROS	DECIMOS DE LITRO									
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0	0.00	0.09	0.17	0.26	0.34	0.43	0.51	0.60	0.68	0.77
1	0.86	0.94	1.03	1.11	1.20	1.28	1.37	1.45	1.54	1.63
2	1.71	1.80	1.88	1.97	2.05	2.14	2.22	2.31	2.40	2.48
3	2.57	2.65	2.74	2.82	2.91	2.99	3.08	3.17	3.25	3.34
4	3.42	3.51	3.59	3.68	3.76	3.85	3.94	4.02	4.11	4.19
5	4.28	4.36	4.45	4.53	4.62	4.71	4.79	4.88	4.96	5.05
6	5.13	5.22	5.30	5.39	5.48	5.56	5.65	5.73	5.82	5.90
7	5.99	6.07	6.16	6.25	6.33	6.42	6.50	6.59	6.67	6.76
8	6.84	6.93	7.02	7.10	7.19	7.27	7.35	7.44	7.53	7.61
9	7.70	7.79	7.87	7.96	8.04	8.13	8.21	8.30	8.38	8.47

Quando el volumen evaporado exceda de diez litros, tómense las unidades y décimos del cuadro anterior. y las decenas del siguiente:

Litros	Milímetros
10	8.56
20	17.11
30	25.67
40	34.22
50	42.78

## TABLA II.

TABLAS para calcular la evaporación (E) en milímetros durante 24 horas.

$$\log. E = \log. A + \log. B + \log. C.$$

Valores de log. A.

Temperatura del agua S	DECIMOS DE GRADO									
	0,0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
<b>GRADOS</b>										
0	0.318	0.324	0.329	0.335	0.341	0.347	0.352	0.360	0.364	0.369
1	0.375	0.381	0.387	0.393	0.399	0.405	0.411	0.417	0.423	0.429
2	0.435	0.441	0.447	0.453	0.459	0.465	0.471	0.477	0.483	0.489
3	0.495	0.501	0.506	0.512	0.517	0.523	0.529	0.534	0.540	0.545
4	0.551	0.557	0.562	0.568	0.573	0.579	0.585	0.590	0.596	0.601
5	0.607	0.613	0.618	0.624	0.630	0.636	0.641	0.647	0.653	0.658
6	0.664	0.670	0.675	0.681	0.687	0.693	0.698	0.704	0.710	0.715
7	0.721	0.726	0.732	0.737	0.743	0.748	0.753	0.759	0.774	0.770
8	0.775	0.781	0.786	0.792	0.797	0.803	0.809	0.814	0.820	0.825
9	0.831	0.837	0.842	0.848	0.853	0.859	0.864	0.870	0.875	0.881
10	0.886	0.891	0.897	0.902	0.907	0.913	0.918	0.923	0.928	0.934
11	0.939	0.945	0.950	0.956	0.961	0.967	0.972	0.978	0.983	0.989
12	0.994	0.999	1.005	1.010	1.015	1.021	1.026	1.031	1.036	1.042
13	1.047	1.052	1.057	1.062	1.067	1.073	1.078	1.083	1.088	1.093
14	1.098	1.104	1.109	1.115	1.120	1.126	1.132	1.137	1.143	1.148
15	1.154	1.159	1.165	1.170	1.175	1.181	1.186	1.191	1.196	1.202
16	1.207	1.212	1.217	1.222	1.227	1.232	1.237	1.242	1.247	1.252
17	1.257	1.262	1.267	1.272	1.277	1.283	1.288	1.293	1.298	1.303
18	1.308	1.313	1.318	1.323	1.328	1.334	1.339	1.344	1.349	1.354
19	1.359	1.364	1.369	1.375	1.380	1.385	1.390	1.395	1.401	1.406
20	1.411	1.416	1.421	1.426	1.431	1.436	1.441	1.446	1.451	1.456
21	1.461	1.466	1.471	1.476	1.481	1.486	1.490	1.495	1.500	1.505
22	1.510	1.515	1.520	1.525	1.530	1.535	1.539	1.544	1.549	1.554
23	1.559	1.564	1.569	1.574	1.579	1.584	1.589	1.594	1.599	1.604
24	1.609	1.614	1.619	1.624	1.629	1.634	1.639	1.644	1.649	1.654
25	1.659	1.664	1.668	1.673	1.678	1.683	1.687	1.692	1.697	1.701
26	1.706	1.711	1.716	1.720	1.725	1.730	1.735	1.740	1.744	1.749
27	1.754	1.759	1.763	1.768	1.773	1.778	1.782	1.787	1.792	1.796
28	1.801	1.803	1.810	1.815	1.820	1.825	1.829	1.834	1.839	1.843
29	1.848	1.853	1.858	1.863	1.868	1.873	1.877	1.882	1.887	1.892
30	1.897	1.902	1.906	1.911	1.915	1.920	1.925	1.929	1.934	1.938
31	1.943	1.948	1.952	1.957	1.961	1.966	1.971	1.975	1.980	1.984
32	1.989	1.994	1.998	2.003	2.007	2.012	2.016	2.021	2.025	2.030
33	2.034	2.039	2.043	2.048	2.052	2.057	2.062	2.066	2.071	2.075
34	2.080	2.085	2.089	2.094	2.098	2.103	2.108	2.112	2.117	2.121
35	2.126	2.131	2.135	2.140	2.144	2.149	2.153	2.158	2.162	2.167

# TABLA III.

Valores de log. B.

Tensión del vapor e <sup>d</sup>	DECIMOS DE MILIMETRO									
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
mm										
2	9.669	9.678	9.685	9.638	9.620	0.602	9.585	9.569	9.553	9.538
3	9.523	9.509	9.495	9.481	9.469	9.456	9.444	9.432	9.420	9.409
4	9.398	9.387	9.377	9.367	9.357	9.347	9.337	9.328	9.319	9.310
5	9.301	9.292	9.284	9.276	9.268	9.260	9.252	9.244	9.237	9.229
6	9.222	9.215	9.208	9.201	9.194	9.187	9.180	9.174	9.167	9.161
7	9.155	9.149	9.143	9.137	9.131	9.125	9.119	9.114	9.108	9.102
8	9.097	9.092	9.086	9.081	9.076	9.271	9.066	9.060	9.056	9.051
9	6.046	9.041	9.036	0.032	9.027	9.022	9.018	9.013	9.009	9.004
10	9.000	8.996	8.991	8.987	8.983	8.979	8.975	8.971	8.967	8.963
11	8.959	8.955	8.951	8.947	8.943	8.939	8.936	8.932	8.928	8.924
12	8.921	8.917	8.914	8.910	8.907	8.903	8.901	8.896	8.893	8.889
13	8.886	8.883	8.879	8.876	8.873	8.870	8.866	8.863	8.860	8.857
14	8.854	8.851	8.848	8.845	8.842	8.839	8.836	8.833	8.830	8.827
15	8.824	8.821	8.818	8.815	8.812	8.810	8.807	8.804	8.801	8.799
16	8.796	8.793	8.790	8.788	8.785	8.783	8.780	8.777	8.775	8.772
17	8.770	8.767	8.764	8.762	8.759	8.757	8.754	8.752	8.750	8.747
18	8.745	8.742	8.740	8.738	8.735	8.733	8.730	8.728	8.726	8.724
19	8.721	8.719	8.717	8.714	8.712	8.710	8.708	8.706	8.703	8.701
20	8.699	8.697	8.695	8.693	8.690	8.688	8.686	8.684	8.682	8.680
21	8.678	8.676	8.674	8.672	8.670	8.668	8.666	8.664	8.662	8.660
22	8.658	8.656	8.654	8.652	8.650	8.648	8.646	8.644	8.642	8.640
23	8.638	8.636	8.635	8.633	8.631	8.629	8.627	8.625	8.623	8.622
24	8.620	8.618	8.616	8.614	8.613	8.611	8.609	8.607	8.606	8.604
25	8.602	8.600	8.599	8.597	8.595	8.593	8.592	8.590	8.588	8.587
26	8.585	8.583	8.582	8.580	8.578	8.577	8.575	8.573	8.572	7.570
27	8.569	8.567	8.565	8.564	8.562	8.561	8.559	8.558	8.556	8.554
28	8.553	8.551	8.550	8.548	8.547	8.545	8.544	8.542	8.541	8.539
29	8.538	8.536	8.535	8.533	8.532	8.530	8.029	8.527	8.526	8.524
30	8.523	8.521	8.520	8.519	8.517	8.516	8.514	8.513	8.511	8.510

# TABLA IV.

Valores de log. C.

Velocidad del viento en kilómetros por hora — V —  Ks. por hora.	DECIMOS DE KILOMETRO									
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0	0.000	0.009	0.018	0.027	0.036	0.045	0.054	0.063	0.072	0.081
1	090	095	100	105	110	116	121	126	131	136
2	141	146	151	157	162	167	172	177	183	188
3	193	198	203	208	213	218	223	228	233	238
4	243	247	252	256	261	265	269	274	278	283
5	287	291	294	298	301	305	309	312	316	319
6	323	326	330	333	336	340	343	346	349	353
7	356	359	361	364	366	369	371	374	376	379
8	381	383	385	388	390	392	394	396	399	401
9	403	405	407	409	411	414	416	418	420	422
10	424	426	427	429	431	433	434	436	438	439
11	441	443	444	446	448	450	451	453	455	456
12	458	460	461	463	465	467	468	470	472	473
13	475	477	478	480	481	483	484	486	487	489
14	490	492	493	495	496	498	499	501	502	504
15	505	507	508	510	511	513	514	516	517	519
16	520	521	523	524	526	527	528	530	531	533
17	534	535	537	538	540	541	542	544	545	547
18	548	549	551	552	553	555	556	557	558	560
19	561	562	564	565	566	568	569	570	571	573
20	574	575	576	578	579	580	581	582	584	585
21	586	587	588	590	591	592	593	594	596	597
22	598	599	600	602	603	604	605	606	608	609
23	610	611	612	613	614	616	617	618	619	620
24	621	622	623	625	626	627	628	629	631	632
25	633	634	635	636	637	639	640	641	642	643
26	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653
27	654	655	656	657	658	660	661	662	663	664
28	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674
29	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684
30	685	686	687	688	689	690	690	691	692	693
31	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703
32	704	705	706	707	708	709	709	710	711	712
33	713	714	715	716	717	718	718	719	720	721
34	722	723	724	725	726	727	727	728	729	730
35	731	732	733	734	735	736	736	737	738	739
36	740	741	742	742	743	744	745	746	746	747
37	748	749	750	751	752	753	753	754	755	756
38	757	758	759	759	760	761	762	763	763	764
39	765	766	767	767	768	769	770	771	771	772
40	773									

Esta Tabla se usa para evaporómetros de 1m 22 de diámetro [4 pies].

# TABLA V.

Valores de log. C.

Velocidad del viento por kilómetros por hora — V —  Ks. por hora.	DECIMOS DE KILOMETRO									
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0	0.000	0.003	0.006	0.009	0.012	0.015	0.017	0.020	0.023	0.026
1	029	032	035	037	040	043	046	049	051	054
2	057	060	062	065	067	070	073	075	078	080
3	083	085	088	090	093	095	097	100	102	105
4	107	109	112	114	116	119	121	123	125	128
5	130	132	134	137	139	141	143	145	148	150
6	152	154	156	158	160	163	165	167	169	171
7	173	175	177	179	181	183	185	187	189	191
8	193	195	197	199	201	203	204	206	208	210
9	212	214	216	217	219	221	223	225	226	228
10	230	232	234	235	237	239	141	243	244	246
11	248	250	251	253	255	257	258	260	263	265
12	265	267	268	270	271	273	275	276	278	279
13	281	283	284	286	287	289	291	292	294	295
14	297	299	300	302	303	305	306	308	309	311
15	312	313	315	316	318	319	320	322	323	325
16	326	327	329	330	332	333	334	336	337	339
17	340	341	343	344	346	347	348	350	351	353
18	354	355	357	358	359	361	362	363	364	366
19	367	368	370	371	372	374	375	376	377	379
20	380	381	383	384	385	387	388	389	390	392
21	393	394	395	397	398	399	400	401	403	404
22	405	406	407	409	410	411	412	413	415	416
23	417	418	419	420	421	423	424	425	426	427
24	428	429	430	431	432	434	435	436	437	438
25	439	440	441	442	443	445	446	447	448	449
26	450	451	452	453	454	456	457	458	459	460
27	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470
28	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480
29	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490
30	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500
31	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510
32	511	512	513	514	515	516	516	517	518	519
33	520	521	522	523	524	525	525	526	527	528
34	529	530	531	532	533	534	534	535	536	537
35	538	539	540	541	542	543	543	544	545	546
36	547	548	549	549	550	551	552	553	553	554
37	555	556	557	557	558	559	560	561	561	562
38	563	564	565	566	567	568	568	569	570	571
39	572	573	574	574	575	576	577	578	578	579
40	580									

Esta Tabla se usa para lagos y presas.

# TABLA VI.

Tensiones máximas del vapor de agua.

Grados	DECIMOS DE GRADO.									
	0° 0	0° 1	0° 2	0° 3	0° 4	0° 5	0° 6	0° 7	0° 8	0° 9
°	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
— 29	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30
— 28	0.36	0.35	0.35	0.35	0.34	0.34	0.34	0.33	0.33	0.33
— 27	0.40	0.39	0.39	0.39	0.38	0.38	0.37	0.37	0.37	0.36
— 26	0.44	0.43	0.43	0.43	0.42	0.42	0.41	0.41	0.41	0.40
— 25	0.48	0.48	0.47	0.47	0.47	0.46	0.46	0.45	0.45	0.44
— 24	0.53	0.53	0.52	0.52	0.51	0.51	0.50	0.50	0.49	0.49
— 23	0.59	0.58	0.58	0.57	0.57	0.56	0.56	0.55	0.55	0.54
— 22	0.65	0.64	0.64	0.63	0.62	0.62	0.61	0.61	0.60	0.60
— 21	0.71	0.71	0.70	0.69	0.69	0.68	0.67	0.67	0.66	0.65
— 20	0.79	0.78	0.77	0.77	0.76	0.75	0.74	0.74	0.73	0.72
— 19	0.87	0.86	0.85	0.84	0.84	0.83	0.82	0.81	0.80	0.79
— 18	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90	0.89	0.88	0.88
— 17	1.05	1.04	1.03	1.02	0.01	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96
— 16	1.15	1.14	1.13	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06
— 15	1.26	1.25	1.24	1.22	1.21	1.20	1.19	1.18	1.17	1.16
— 14	1.38	1.36	1.35	1.34	1.33	1.32	1.30	1.29	1.28	1.27
— 13	1.51	1.49	1.48	1.47	1.45	1.44	1.43	1.41	1.40	1.39
— 12	1.65	1.64	1.62	1.61	1.59	1.58	1.56	1.55	1.53	1.52
— 11	1.81	1.79	1.77	1.76	1.74	1.73	1.71	1.70	1.68	1.67
— 10	1.97	1.96	1.94	1.92	1.91	1.89	1.87	1.86	1.84	1.82
— 9	2.15	2.14	2.12	2.10	2.08	2.06	2.05	2.03	2.01	1.99
— 8	2.35	2.33	2.31	2.29	2.27	2.25	2.23	2.21	2.19	2.17
— 7	2.56	2.54	2.51	2.49	2.47	2.45	2.43	2.41	2.39	2.37
— 6	2.79	2.76	2.74	2.72	2.69	2.67	2.65	2.62	2.60	2.58
— 5	3.03	3.01	2.98	2.96	2.93	2.91	2.88	2.86	2.83	2.81
— 4	3.30	3.27	3.24	3.22	3.19	3.16	3.14	3.11	3.08	3.06
— 3	3.59	3.56	3.53	3.50	3.47	3.44	3.41	3.38	3.35	3.33
— 2	3.89	3.86	3.83	3.80	3.77	3.74	3.71	3.68	3.65	3.62
— 1	4.22	4.19	4.16	4.12	4.09	4.06	4.02	3.99	3.96	3.93
— 0	4.58	4.54	4.51	4.47	4.43	4.40	4.36	4.33	4.29	4.26
0	4.58	4.61	4.65	4.68	4.71	4.75	4.78	4.82	4.85	4.89
1	4.92	4.96	4.99	5.03	5.06	5.10	5.14	5.17	5.21	5.25
2	5.29	5.32	5.36	5.40	5.44	5.48	5.52	5.56	5.60	5.64
3	5.68	5.72	5.76	5.80	5.84	5.88	5.92	5.96	6.00	6.05
4	6.09	6.13	6.17	6.22	6.26	6.31	6.35	6.39	6.44	6.48
5	6.53	6.57	6.62	6.67	6.71	6.76	6.81	6.85	6.90	6.95
6	7.00	7.05	7.09	7.14	7.19	7.24	7.29	7.34	7.39	7.44
7	7.49	7.55	7.60	7.65	7.70	7.76	7.81	7.86	7.91	7.97
8	8.02	8.08	8.13	8.19	8.24	8.30	8.36	8.41	8.47	8.53
9	8.58	8.64	8.70	8.76	8.82	8.88	8.94	9.00	9.06	9.12

Las tensiones máximas abajo de 0° corresponden al vapor saturado en contacto con hielo.

# TABLA VI.

(Continuación.)

## Tensiones máximas del vapor de agua.

Grados	DECIMOS DE GRADO.									
	0° 0	0. °1	0. °2	0. °3	0. °4	0. °5	0. °6	0. °7	0. °8	0. °9
10	9.18	9.24	9.30	9.36	9.43	9.49	9.55	9.62	9.68	9.75
11	9.81	9.88	9.94	10.01	10.07	10.14	10.21	10.27	10.34	10.41
12	10.48	10.55	10.62	10.69	10.76	10.83	10.90	10.97	11.04	11.11
13	11.19	11.26	11.33	11.41	11.48	11.56	11.63	11.71	11.78	11.86
14	11.94	12.01	12.09	12.17	12.25	12.33	12.41	12.49	12.57	12.65
15	12.73	12.81	12.89	12.97	13.06	13.14	13.23	13.31	13.39	13.48
16	13.57	13.65	13.74	13.83	13.91	14.00	14.09	14.18	14.27	14.36
17	14.45	14.54	14.63	14.72	14.82	14.91	15.00	15.10	15.19	15.29
18	15.38	15.48	15.58	15.67	15.77	15.87	15.97	16.07	16.17	16.27
19	16.37	16.47	16.57	16.67	16.78	16.88	16.98	17.09	17.19	17.30
20	17.41	17.51	17.62	17.73	17.84	17.95	18.06	18.17	18.28	18.39
21	18.50	18.62	18.73	18.84	18.96	19.07	19.19	19.31	19.42	19.54
22	19.66	19.78	19.90	20.02	20.14	20.26	20.39	20.51	20.63	20.76
23	20.88	21.01	21.14	21.26	21.39	21.52	21.65	21.78	21.91	22.05
24	22.18	22.31	22.45	22.58	22.72	22.85	22.99	23.13	23.27	23.41
25	23.55	23.69	23.83	23.97	24.11	24.26	24.40	24.55	24.69	24.84
26	24.99	25.14	25.28	25.43	25.58	25.74	25.89	26.04	26.20	26.35
27	26.51	26.66	26.82	26.98	27.13	27.29	27.45	27.62	27.78	27.94
28	28.10	28.27	28.43	28.60	28.77	28.93	29.10	29.27	29.44	29.61
29	29.79	29.96	30.13	30.31	30.48	30.66	30.84	31.02	31.19	31.37
30	31.56	31.74	31.92	32.10	32.29	32.47	32.66	32.85	33.04	33.23
31	33.42	33.61	33.80	33.99	34.19	34.38	34.58	34.78	34.97	35.17
32	35.37	35.57	35.78	35.98	36.18	36.39	36.59	36.80	37.01	37.22
33	37.43	37.64	37.85	38.06	38.28	38.49	38.71	38.93	39.15	39.37
34	39.59	39.81	40.03	40.25	40.48	40.71	40.93	41.16	41.39	41.62
35	41.85	42.09	42.32	42.55	42.79	43.03	43.27	43.51	43.75	43.99
36	44.23	44.48	44.72	44.97	45.22	45.46	45.71	45.97	46.22	46.47
37	46.73	46.99	47.24	47.50	47.76	48.02	48.28	48.55	48.81	49.08
38	49.35	49.61	49.88	50.16	50.43	50.70	50.98	51.25	51.53	51.81
39	52.09	52.37	52.65	52.94	53.22	53.51	53.80	54.09	54.38	54.67
40	54.97	55.26	55.56	55.85	56.15	56.45	56.76	57.06	57.36	57.67
41	57.98	58.29	58.60	58.91	59.22	59.54	59.85	60.17	60.49	60.81
42	61.13	61.46	61.78	62.11	62.43	62.76	63.10	63.43	63.76	64.10
43	64.43	64.77	65.11	65.45	65.80	66.14	66.49	66.84	67.19	67.54
44	67.89	68.24	68.60	68.96	69.32	69.68	70.04	70.40	70.77	71.15
45	71.50	71.87	72.25	72.62	72.99	73.37	73.75	74.13	74.51	74.90
46	75.28	75.67	76.06	76.45	76.84	77.24	77.63	78.03	78.43	78.83
47	79.23	79.64	80.04	80.45	80.86	81.27	81.69	82.10	82.52	82.94
48	83.36	83.78	84.21	84.63	85.06	85.49	85.92	86.36	86.79	87.23
49	87.67	88.11	88.55	89.00	89.45	89.90	90.35	90.80	91.25	91.71

# TABLA VII.

Determinación de la tensión del vapor de agua por medio del Psicrómetro  
(Presión 750 m. m.)

## PSICROMETROS NO VENTILADOS

<i>t</i> - <i>t</i> '.		DECIMOS DE GRADO										CORRECCION por 100 mm. de dife- rencia de presión.
		0° .0	0° .1	0° .2	0° .3	0° .4	0° .5	0° .6	0° .7	0° .8	0° .9	
<b>TERMOMETRO HUMEDO, BULBO COMPLETAMENTE CUBIERTO DE HIELO.</b>												
0	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
0	0.00	0.05	0.10	0.16	0.21	0.26	0.31	0.36	0.41	0.47	0.00	
1	0.52	0.57	0.62	0.67	0.72	0.78	0.83	0.88	0.93	0.98	0.07	
2	1.03	1.09	1.14	1.19	1.24	1.29	1.35	1.40	1.45	1.50	0.14	
3	1.55	1.60	1.66	1.71	1.76	1.81	1.86	1.91	1.97	2.02	0.21	
4	2.07	2.12	2.17	2.23	2.28	2.33	2.38	2.43	2.48	2.54	0.28	
5	2.59	2.64	2.69	2.74	2.79	2.85	2.90	2.95	3.00	3.05	0.35	
6	3.11	3.16	3.21	3.26	3.31	3.36	3.42	3.47	3.52	3.57	0.41	
7	3.62	3.67	3.73	3.78	3.83	3.88	3.93	3.98	4.04	4.09	0.48	
8	4.14	4.19	4.24	4.30	4.35	4.40	4.45	4.50	4.55	4.61	0.55	
9	4.66	4.71	4.76	4.81	4.86	4.92	4.97	5.02	5.07	5.12	0.62	
<b>TERMOMETRO HUMEDO, BULBO MOJADO O PARCIALMENTE CUBIERTO DE HIELO</b>												
0	0.00	0.06	0.12	0.18	0.24	0.30	0.36	0.41	0.47	0.53	0.00	
1	0.59	0.65	0.71	0.77	0.83	0.89	0.95	1.01	1.07	1.13	0.08	
2	1.19	1.24	1.30	1.36	1.42	1.48	1.54	1.60	1.66	1.72	0.16	
3	1.78	1.84	1.90	1.96	2.01	2.07	2.13	2.19	2.25	2.31	0.24	
4	2.37	2.43	2.49	2.55	2.61	2.67	2.73	2.78	2.84	2.90	0.32	
5	2.96	3.02	3.08	3.14	3.20	3.26	3.32	3.38	3.44	3.50	0.40	
6	3.56	3.61	3.67	3.73	3.79	3.85	3.91	3.97	4.03	4.09	0.47	
7	4.15	4.21	4.27	4.33	4.39	4.45	4.50	4.56	4.62	4.68	0.55	
8	4.74	4.80	4.86	4.92	4.98	5.04	5.10	5.15	5.21	5.27	0.63	
9	5.33	5.39	5.45	5.51	5.57	5.63	5.69	5.75	5.81	5.87	0.71	
10	5.93	5.98	6.04	6.10	6.16	6.22	6.28	6.34	6.40	6.46	0.79	
11	6.52	6.58	6.64	6.70	6.75	6.81	6.87	6.93	6.99	7.05	0.87	
12	7.11	7.17	7.23	7.29	7.35	7.41	7.47	7.52	7.58	7.64	0.95	
13	7.70	7.76	7.82	7.88	7.94	8.00	8.06	8.12	8.18	8.24	1.03	
14	8.29	8.35	8.41	8.47	8.53	8.59	8.65	8.71	8.77	8.83	1.11	
15	8.89	8.95	9.01	9.06	9.12	9.18	9.24	9.30	9.36	9.42	1.19	
16	9.48	9.54	9.60	9.66	9.72	9.78	9.84	9.89	9.95	10.01	1.26	
17	10.07	10.13	10.19	10.25	10.31	10.37	10.43	10.49	10.55	10.61	1.34	
18	10.67	10.72	10.78	10.84	10.90	10.96	11.02	11.08	11.14	11.20	1.42	
19	11.26	11.32	11.38	11.44	11.49	11.55	11.61	11.67	11.73	11.79	1.50	

# TABLA VIII.

Determinación de la tensión del vapor de agua del aire por medio del Psicrómetro

(Presión 750 m. m.)

## PSICROMETROS VENTILADOS

$t-t'$ .	DECIMOS DE GRADO										CORRECCION por 100 m. m. de diferen- cia de pre- sión
	0° .0	0° .1	0° .2	0° .3	0° .4	0° .5	0° .6	0° .7	0° .8	0° .9	
0	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.00
1	0.50	0.54	0.59	0.64	0.69	0.74	0.79	0.84	0.89	0.94	0.07
2	0.99	1.04	1.09	1.14	1.19	1.24	1.29	1.34	1.39	1.44	0.13
3	1.49	1.53	1.58	1.63	1.68	1.73	1.78	1.83	1.88	1.93	0.20
4	1.98	2.03	2.08	2.13	2.18	2.23	2.28	2.33	2.38	2.43	0.26
5	2.48	2.52	2.57	2.62	2.67	2.72	2.77	2.82	2.87	2.92	0.33
6	2.97	3.02	3.07	3.12	3.17	3.22	3.27	3.32	3.37	3.42	0.40
7	3.47	3.51	3.56	3.61	3.66	3.71	3.76	3.81	3.86	3.91	0.46
8	3.96	4.01	4.06	4.11	4.16	4.21	4.26	4.31	4.36	4.41	0.53
9	4.46	4.50	4.55	4.60	4.65	4.70	4.75	4.80	4.85	4.90	0.59
10	4.95	5.00	5.05	5.10	5.15	5.20	5.25	5.30	5.35	5.40	0.66
11	5.45	5.49	5.54	5.59	5.64	5.69	5.74	5.79	5.84	5.89	0.73
12	5.94	5.99	6.04	6.09	6.14	6.19	6.24	6.29	6.34	6.39	0.79
13	6.44	6.48	6.53	6.58	6.63	6.68	6.73	6.78	6.83	6.88	0.86
14	6.93	6.98	7.03	7.08	7.13	7.18	7.23	7.28	7.33	7.38	0.92
15	7.43	7.47	7.52	7.57	7.62	7.67	7.72	7.77	7.82	7.87	0.99
16	7.92	7.97	8.02	8.07	8.12	8.17	8.22	8.27	8.32	8.37	1.06
17	8.42	8.46	8.51	8.56	8.61	8.66	8.71	8.76	8.81	8.86	1.12
18	8.91	8.96	9.01	9.06	9.11	9.16	9.21	9.26	9.31	9.36	1.19
19	9.41	9.45	9.50	9.55	9.60	9.65	9.70	9.75	9.80	9.85	1.25

# TABLA IX.

**Para obtener el valor C. para el cálculo de la velocidad del viento por el  
anemómetro simple de Robinson.**

$t'-t$	C	$t'-t$	C	$t'-t$	C	$t'-t$	C	$t'-t$	C
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
5.00	12.00	5.42	10.53	6.24	9.38	7.06	8.45	7.48	7.69
5.01	11.96	43	10.50	25	9.35	07	8.43	49	7.68
02	11.92	44	10.47	26	9.33	08	8.41	50	7.66
03	11.88	45	10.44	27	9.30	09	8.39	51	7.64
04	11.86	46	10.41	28	9.28	10	8.37	52	7.63
05	11.80	47	10.38	29	9.26	11	8.35	53	7.61
06	11.76	48	10.35	30	9.23	12	8.33	54	7.60
07	11.73	49	10.32	31	9.21	13	8.32	55	7.58
08	11.69	50	10.29	32	9.18	14	8.30	56	7.56
09	11.65	51	10.26	33	9.16	15	8.28	57	7.55
10	11.61	52	10.23	34	9.14	16	8.26	58	7.53
11	11.58	53	10.20	35	9.12	17	8.24	59	7.52
12	11.54	54	10.17	36	9.09	18	8.22	8.00	7.50
13	11.50	55	10.14	37	9.07	19	8.20	8.01	7.48
14	11.47	56	10.11	38	9.05	20	8.18	02	7.47
15	11.43	57	10.09	39	9.02	21	8.16	03	7.45
16	11.39	58	10.06	40	9.00	22	8.15	04	7.44
17	11.36	5.59	10.03	41	8.98	23	8.13	05	7.42
18	11.32	6.00	10.00	42	8.96	24	8.11	06	7.41
19	11.28	6.01	9.97	43	8.93	25	8.09	07	7.39
20	11.25	02	9.95	44	8.91	26	8.07	08	7.38
21	11.21	03	9.92	45	8.89	27	8.05	09	6.36
22	11.18	04	9.89	46	8.87	28	8.04	10	7.35
23	11.15	05	9.86	47	8.85	29	8.02	11	7.33
24	11.11	06	9.84	48	8.82	30	8.00	12	7.32
25	11.08	07	9.81	49	8.80	31	7.98	13	7.30
26	11.04	08	9.78	50	8.78	32	7.97	14	7.29
27	11.01	09	9.76	51	8.76	33	7.95	15	7.27
28	10.98	10	9.73	52	8.74	34	7.93	16	7.26
29	10.94	11	9.70	53	8.72	35	7.91	17	7.24
30	10.91	12	9.68	54	8.70	36	7.90	18	7.23
31	10.88	13	9.65	55	8.68	37	7.88	19	7.21
32	10.84	14	9.63	56	8.65	38	7.86	20	7.20
33	10.81	15	9.60	57	8.63	39	7.84	21	7.19
34	10.78	16	9.58	58	8.61	40	7.83	22	7.17
35	10.75	17	9.55	59	8.59	41	7.81	23	7.16
36	10.72	18	9.52	7.00	8.57	42	7.79	24	7.14
37	10.68	19	9.50	7.01	8.55	43	7.78	25	7.13
38	10.65	20	9.47	02	8.53	44	7.76	26	7.12
39	10.62	21	9.45	03	8.51	45	7.74	27	7.10
40	10.59	22	9.43	04	8.49	46	7.73	28	7.09
5.41	10.56	6.23	9.40	7.05	8.47	7.47	7.71	8.29	7.07

# TABLA IX.

(Continúa.)

Para obtener el valor C. para el cálculo de la velocidad del viento por el  
anemómetro simple de Robinson.

$t'-t$	C								
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
8.30	7.06	8.48	6.82	9.06	6.59	9.24	6.38	9.42	6.19
31	7.05	49	6.81	07	6.58	25	6.37	43	6.18
32	7.03	50	6.79	08	6.57	26	6.36	44	6.16
33	7.02	51	6.78	09	6.56	27	6.35	45	6.15
34	7.00	52	6.77	10	6.55	28	6.34	46	6.14
35	6.99	53	6.75	11	6.53	29	6.33	47	6.13
36	6.98	54	6.74	12	6.52	30	6.32	48	6.12
37	6.96	55	6.73	13	6.51	31	6.30	49	6.11
38	6.95	56	6.72	14	6.50	32	6.29	50	6.10
39	6.94	57	6.70	15	6.49	33	6.28	51	6.09
40	6.92	58	6.69	16	6.48	34	6.27	52	6.08
41	6.91	8.59	6.68	17	6.46	35	6.26	53	6.07
42	6.90	9.00	6.67	18	6.45	36	6.25	54	6.06
43	6.88	9.01	6.65	19	6.44	37	6.24	55	6.05
44	6.87	02	6.64	20	6.43	38	6.23	56	6.04
45	6.86	03	6.63	21	6.42	39	6.22	57	6.03
46	6.48	04	6.62	22	6.41	40	6.21	58	6.02
8.47	6.83	9.05	6.61	9.23	6.39	9.41	6.20	59	6.01
								10.00	6.00

# TABLA X.

SERVICIO METEOROLOGICO DE LA REPUBLICA MEXICANA

TABLA PARA REDUCIR LOS CENTÍMETROS CÚBICOS DE AGUA DEL PLUVIÓMETRO DE 0.<sup>m</sup>226 DE ABERTURA, A MILÍMETROS DE ALTURA DE LLUVIA.

cms.	mm.	cms	mm.	cms.	mm.	cms	mm.	cms.	mm
5	0.1								
10	0.2	410	10.2	810	20.2	1210	30.2	1610	40.2
20	0.5	420	10.5	820	20.5	1220	30.5	1620	40.5
30	0.7	430	10.7	830	20.7	1230	30.7	1630	40.7
40	1.0	440	11.0	840	21.0	1240	31.0	1640	41.0
50	1.2	450	11.2	850	21.2	1250	31.2	1650	41.2
60	1.5	460	11.5	860	21.5	1260	31.5	1660	41.5
70	1.7	470	11.7	870	21.7	1270	31.7	1670	41.7
80	2.0	480	12.0	880	22.0	1280	32.0	1680	42.0
90	2.2	490	12.2	890	22.2	1290	32.2	1690	42.2
100	2.5	500	12.5	900	22.5	1300	32.5	1700	42.5
110	2.7	510	12.7	910	22.7	1310	32.7	1710	42.7
120	3.0	520	13.0	920	23.0	1320	33.0	1720	43.0
130	3.2	530	13.2	930	23.2	1330	33.2	1730	43.2
140	3.5	540	13.5	940	23.5	1340	33.5	1740	43.5
150	3.7	550	13.7	950	23.7	1350	33.7	1750	43.7
160	4.0	560	14.0	960	24.0	1360	34.0	1760	44.0
170	4.2	570	14.2	970	24.2	1370	34.2	1770	44.2
180	4.5	580	14.5	980	24.5	1380	34.5	1780	44.5
190	4.7	590	14.7	990	24.7	1390	34.7	1790	44.7
200	5.0	600	15.0	1000	25.0	1400	35.0	1800	45.0
210	5.2	610	15.2	1010	25.2	1410	35.2	1810	45.2
220	5.5	620	15.5	1020	25.5	1420	35.5	1820	45.5
230	5.7	630	15.7	1030	25.7	1430	35.7	1830	45.7
240	6.0	640	16.0	1040	26.0	1440	36.0	1840	46.0
250	6.2	650	16.2	1050	26.2	1450	36.2	1850	46.2
260	6.5	660	16.5	1060	26.5	1460	36.5	1860	46.5
270	6.7	670	16.7	1070	26.7	1470	36.7	1870	46.7
280	7.0	680	17.0	1080	27.0	1480	37.0	1880	47.0
290	7.2	690	17.2	1090	27.2	1490	37.2	1890	47.2
300	7.5	700	17.5	1100	27.5	1500	37.5	1900	47.5
310	7.7	710	17.7	1110	27.7	1510	37.7	1910	47.7
320	8.0	720	18.0	1120	28.0	1520	38.0	1920	48.0
330	8.2	730	18.2	1130	28.2	1530	38.2	1930	48.2
340	8.5	740	18.5	1140	28.5	1540	38.5	1940	48.5
350	8.7	750	18.7	1150	28.7	1550	38.7	1950	48.7
360	9.0	760	19.0	1160	29.0	1560	39.0	1960	49.0
370	9.2	770	19.2	1170	29.2	1570	39.2	1970	49.2
380	9.5	780	19.5	1180	29.5	1580	39.5	1980	49.5
390	9.7	790	19.7	1190	29.7	1590	39.7	1990	49.7
400	10.0	800	20.0	1200	30.0	1600	40.0	2000	50.0

# TABLA XI.

Para convertir kilómetros por hora a metros por segundo.

K.	M.	K.	M.	K.	M.	K.	M.
1.0.....	0.28	12.0.....	3.33	23.0.....	6.39	34.0.....	9.44
1.2.....	0.34	12.2.....	3.39	23.2.....	6.45	34.2.....	9.50
1.4.....	0.39	12.4.....	3.44	23.4.....	6.50	34.4.....	9.55
1.6.....	0.45	12.6.....	3.50	23.6.....	6.56	34.6.....	9.61
1.8.....	0.50	12.8.....	3.55	23.8.....	6.61	34.8.....	9.66
2.0.....	0.55	13.0.....	3.61	24.0.....	6.67	35.0.....	9.72
2.2.....	0.62	13.2.....	3.67	24.2.....	6.72	35.2.....	9.77
2.4.....	0.67	13.4.....	3.72	24.4.....	6.78	35.4.....	9.83
2.6.....	0.73	13.6.....	3.78	24.6.....	6.84	35.6.....	9.88
2.8.....	0.78	13.8.....	3.83	24.8.....	6.89	35.8.....	9.94
3.0.....	0.83	14.0.....	3.89	25.0.....	6.94	36.0.....	10.00
3.2.....	0.89	14.2.....	3.95	25.2.....	7.00	36.2.....	10.05
3.4.....	0.94	14.4.....	4.00	25.4.....	7.05	36.4.....	10.11
3.6.....	1.00	14.6.....	4.06	25.6.....	7.11	36.6.....	10.16
3.8.....	1.05	14.8.....	4.11	25.8.....	7.16	36.8.....	10.22
4.0.....	1.11	15.0.....	4.16	26.0.....	7.22	37.0.....	10.27
4.2.....	1.17	15.2.....	4.22	26.2.....	7.28	37.2.....	10.33
4.4.....	1.22	15.4.....	4.27	26.4.....	7.33	37.4.....	10.38
4.6.....	1.28	15.6.....	4.33	26.6.....	7.39	37.6.....	10.44
4.8.....	1.33	15.8.....	4.38	26.8.....	7.44	37.8.....	10.49
5.0.....	1.39	16.0.....	4.44	27.0.....	7.50	38.0.....	10.55
5.2.....	1.45	16.2.....	4.50	27.2.....	7.56	38.2.....	10.61
5.4.....	1.50	16.4.....	4.55	27.4.....	7.61	38.4.....	10.66
5.6.....	1.56	16.6.....	4.61	27.6.....	7.67	38.6.....	10.72
5.8.....	1.61	16.8.....	4.68	27.8.....	7.72	38.8.....	10.77
6.0.....	1.67	17.0.....	4.72	28.0.....	7.78	39.0.....	10.83
6.2.....	1.72	17.2.....	4.78	28.2.....	7.84	39.2.....	10.88
6.4.....	1.78	17.4.....	4.83	28.4.....	7.89	39.4.....	10.94
6.6.....	1.84	17.6.....	4.89	28.6.....	7.95	39.6.....	10.99
6.8.....	1.89	17.8.....	4.94	28.8.....	8.00	39.8.....	11.05
7.0.....	1.94	18.0.....	5.00	29.0.....	8.05	40.0.....	11.11
7.2.....	2.00	18.2.....	5.06	29.2.....	8.11	40.2.....	11.16
7.4.....	2.05	18.4.....	5.11	29.4.....	8.16	40.4.....	11.22
7.6.....	2.11	18.6.....	5.17	29.6.....	8.22	40.6.....	11.27
7.8.....	2.16	18.8.....	5.22	29.8.....	8.27	40.8.....	11.33
8.0.....	2.22	19.0.....	5.28	30.0.....	8.33	41.0.....	11.38
8.2.....	2.28	19.2.....	5.34	30.2.....	8.39	41.2.....	11.44
8.4.....	2.33	19.4.....	5.39	30.4.....	8.44	41.4.....	11.49
8.6.....	2.39	19.6.....	5.45	30.6.....	8.50	41.6.....	11.55
8.8.....	2.44	19.8.....	5.50	30.8.....	8.55	41.8.....	11.61
9.0.....	2.50	20.0.....	5.55	31.0.....	8.61	42.0.....	11.66
9.2.....	2.56	20.2.....	5.61	31.2.....	8.67	42.2.....	11.72
9.4.....	2.61	20.4.....	5.66	31.4.....	8.72	42.4.....	11.77
9.6.....	2.67	20.6.....	5.71	31.6.....	8.78	42.6.....	11.83
9.8.....	2.72	20.8.....	5.77	31.8.....	8.83	42.8.....	11.88
10.0.....	2.78	21.0.....	5.83	32.0.....	8.89	43.0.....	11.94
10.2.....	2.83	21.2.....	5.89	32.2.....	8.95	43.2.....	12.00
10.4.....	2.89	21.4.....	5.94	32.4.....	9.00	43.4.....	12.05
10.6.....	2.95	21.6.....	6.00	32.6.....	9.06	43.6.....	12.11
10.8.....	3.00	21.8.....	6.05	32.8.....	9.11	43.8.....	12.16
11.0.....	3.05	22.0.....	6.11	33.0.....	9.17	44.0.....	12.22
11.2.....	3.11	22.2.....	6.17	33.2.....	9.23	44.2.....	12.27
11.4.....	3.16	22.4.....	6.22	33.4.....	9.28	44.4.....	12.33
11.6.....	3.22	22.6.....	6.28	33.6.....	9.34	44.6.....	12.38
11.8.....	3.27	22.8.....	6.33	33.8.....	9.39	44.8.....	12.44

K.	M.	K.	M.	K.	M.	K.	M.
45.0	12.50	62.5	17.36	92.0	25.56	121.5	33.75
45.2	12.55	63.0	17.50	92.5	25.69	122.0	33.89
45.4	12.61	63.5	17.64	93.0	25.83	122.5	34.03
45.6	12.66	64.0	17.78	93.5	25.97	123.0	34.17
45.8	12.72	64.5	17.92	94.0	26.11	123.5	34.31
46.0	12.77	65.0	18.06	94.5	26.25	124.0	34.44
46.2	12.83	65.5	18.19	95.0	26.39	124.5	34.58
46.4	12.88	66.0	18.33	95.5	26.53	125.0	34.72
46.6	12.94	66.5	18.47	96.0	26.67	125.5	34.86
46.8	13.00	67.0	18.61	96.5	26.81	126.0	35.00
47.0	13.05	67.5	18.75	97.0	26.94	126.5	35.14
47.2	13.11	68.0	18.89	97.5	27.08	127.0	35.28
47.4	13.16	68.5	19.03	98.0	27.22	127.5	35.42
47.6	13.22	69.0	19.17	98.5	27.36	128.0	35.56
47.8	13.27	69.5	19.31	99.0	27.50	128.5	35.69
48.0	13.33	70.0	19.44	99.5	27.64	129.0	35.83
48.2	13.38	70.5	19.58	100.0	27.78	129.5	35.97
48.4	13.44	71.0	19.72	100.5	27.92	130.0	36.11
48.6	13.50	71.5	19.86	101.0	28.06	130.5	36.25
48.8	13.55	72.0	20.00	101.5	28.19	131.0	36.39
49.0	13.61	72.5	20.14	102.0	28.33	131.5	36.53
49.2	13.66	73.0	20.28	102.5	28.47	132.0	36.67
49.4	13.72	73.5	20.42	103.0	28.61	132.5	36.81
49.6	13.77	74.0	20.56	103.5	28.75	133.0	36.94
49.8	13.83	74.5	20.69	104.0	28.89	133.5	37.08
50.0	13.89	75.0	20.83	104.5	29.03	134.0	37.22
50.2	13.94	75.5	20.97	105.0	29.17	134.5	37.36
50.4	14.00	76.0	21.11	105.5	29.31	135.0	37.50
50.6	14.05	76.5	21.25	106.0	29.44	135.5	37.64
50.8	14.11	77.0	21.39	106.5	29.58	136.0	37.78
51.0	14.16	77.5	21.53	107.0	29.72	136.5	37.92
51.2	14.22	78.0	21.67	107.5	29.86	137.0	38.06
51.4	14.27	78.5	21.81	108.0	30.00	137.5	38.19
51.6	14.33	79.0	21.94	108.5	30.14	138.0	38.33
51.8	14.39	79.5	22.08	109.0	30.28	138.5	38.47
52.0	14.44	80.0	22.22	109.5	30.42	139.0	38.61
52.2	14.50	80.5	22.36	110.0	30.56	139.5	38.75
52.4	14.55	81.0	22.50	110.5	30.69	140.0	38.89
52.7	14.61	81.5	22.64	111.0	30.83	140.5	39.03
52.8	14.66	82.0	22.78	111.5	30.97	141.0	39.17
53.0	14.72	82.5	22.92	112.0	31.11	141.5	39.31
53.5	14.86	83.0	23.06	112.5	31.25	142.0	39.44
54.0	15.00	83.5	23.19	113.0	31.39	142.5	39.58
54.5	15.14	84.0	23.33	113.5	31.53	143.0	39.72
55.0	15.28	84.5	23.47	114.0	31.67	143.5	39.86
55.5	15.42	85.0	23.61	114.5	31.81	144.0	40.00
56.0	15.56	85.5	23.75	115.0	31.94	144.5	40.14
56.5	15.69	86.0	23.89	115.5	32.08	145.0	40.28
57.0	15.83	86.5	24.03	116.0	32.22	145.5	40.42
57.5	15.97	87.0	24.17	116.5	32.36	146.0	40.56
58.0	16.11	87.5	24.31	117.0	32.50	146.5	40.69
58.5	16.25	88.0	24.44	117.5	32.64	147.0	40.83
59.0	16.39	88.5	24.58	118.0	32.78	147.5	40.97
59.5	16.53	89.0	24.72	118.5	32.92	148.0	41.11
60.0	16.67	89.5	24.86	119.0	33.06	148.5	41.25
60.5	16.81	90.0	25.00	119.5	33.19	149.0	41.39
61.0	16.94	90.5	25.14	120.0	33.33	149.5	41.53
61.5	17.08	91.0	25.28	120.5	33.47	150.0	41.67
62.0	17.22	91.5	25.42	121.0	33.61	150.5	41.81

# TABLA XII.

## SIGNOS CONVENCIONALES.

<i>Lluvia a la hora de la observación</i> .....	
<i>Lluvia anterior a la hora de la observación</i> .....	
<i>Nieve</i> .....	*
<i>Agujas de hielo</i> .....	↑
<i>Granizo</i> .....	▲
<i>Rocío</i> .....	∩
<i>Escarcha</i> .....	└┘
<i>Helada</i> .....	∨
<i>Niebla</i> .....	≡
<i>Tempestad (con relámpagos y truenos)</i> .....	⚡
<i>Truenos lejanos</i> .....	T
<i>Relámpagos sin truenos</i> .....	∧
<i>Cielo despejado</i> .....	○
<i>Cielo medio nublado</i> .....	◐
<i>Cielo nublado</i> .....	●
<i>Halo solar</i> .....	⊕
<i>Corona solar</i> .....	⊙
<i>Halo lunar</i> .....	∩
<i>Corona lunar</i> .....	∪
<i>Arco iris</i> .....	∩
<i>Luz zodiacal</i> .....	∩
<i>Calina</i> .....	∞
<i>Viento débil (de 0.5 a 4 metros por segundo)</i> .....	└┘
<i>Viento moderado (de 4 a 8 metros por segundo)</i> .....	└┘
<i>Viento algo fuerte (de 8 a 12 metros por segundo)</i> .....	└┘
<i>Viento fuerte (de 12 a 16 metros por segundo)</i> .....	└┘
<i>Viento violento (de 16 a 25 metros por segundo)</i> .....	└┘
<i>Viento tempestuoso (de 25 metros por segundo en adelante)</i> .....	└┘

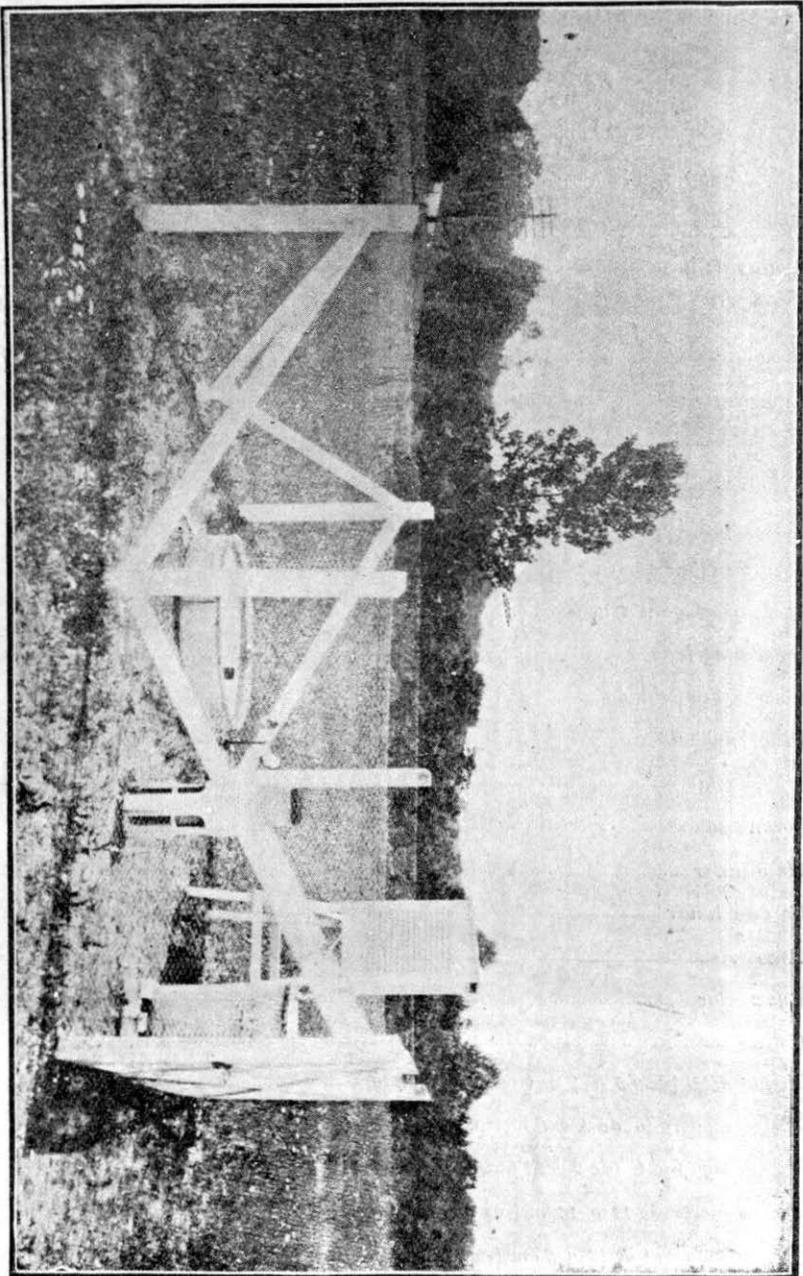
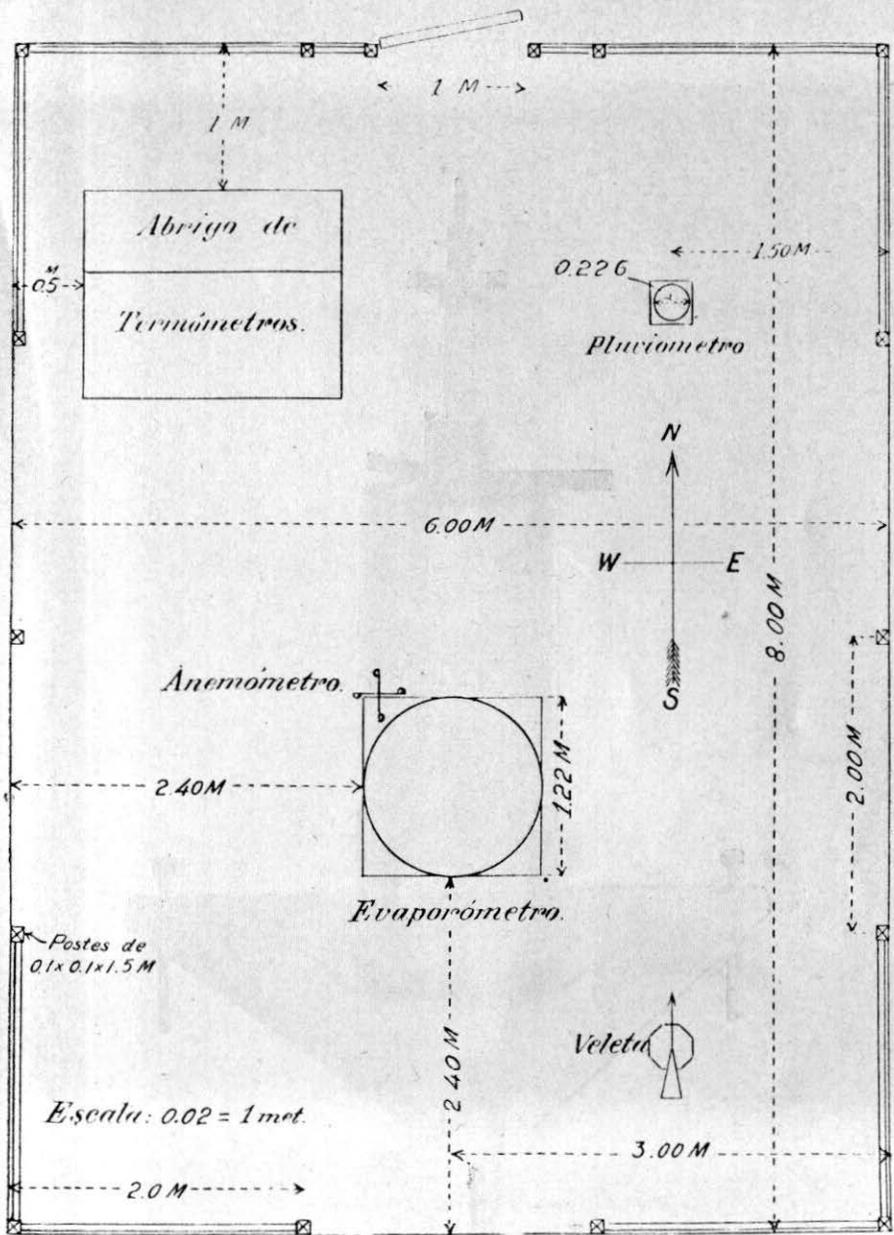


Lámina Número 1.



*Planta para una Estación de Evaporación de 1<sup>a</sup>*

*Lamina n.º 2*

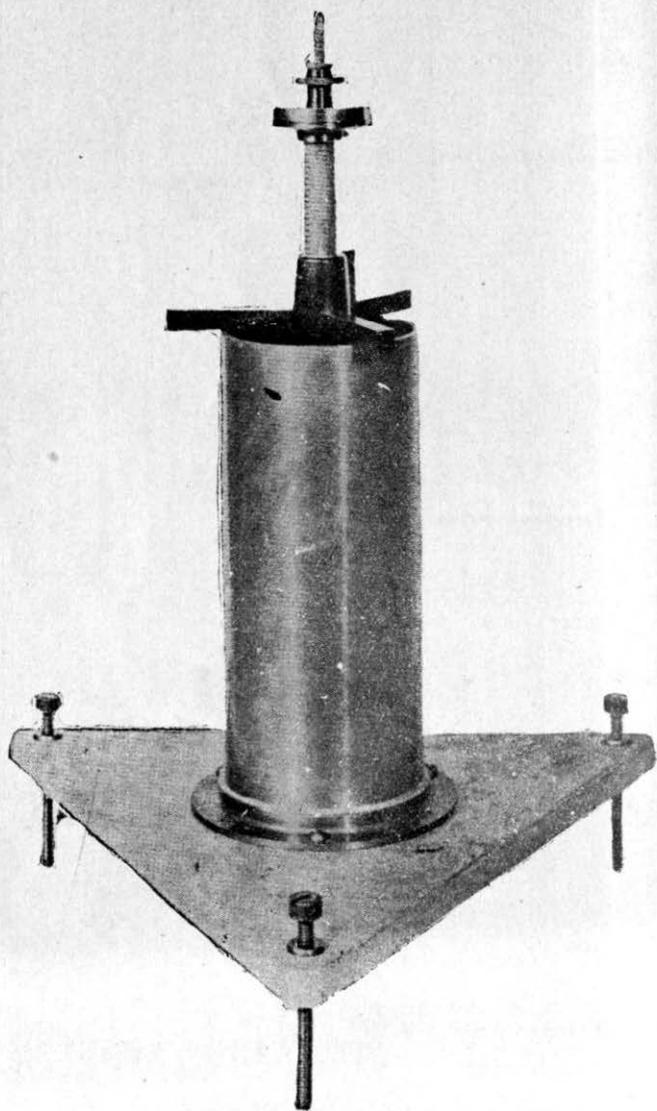


Lámina Número 3,

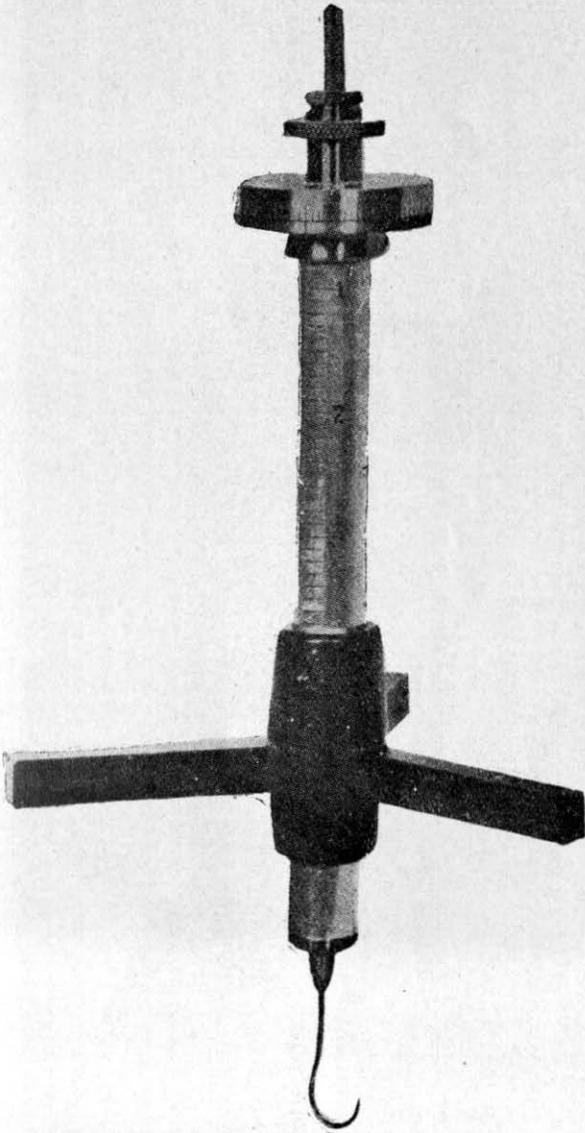
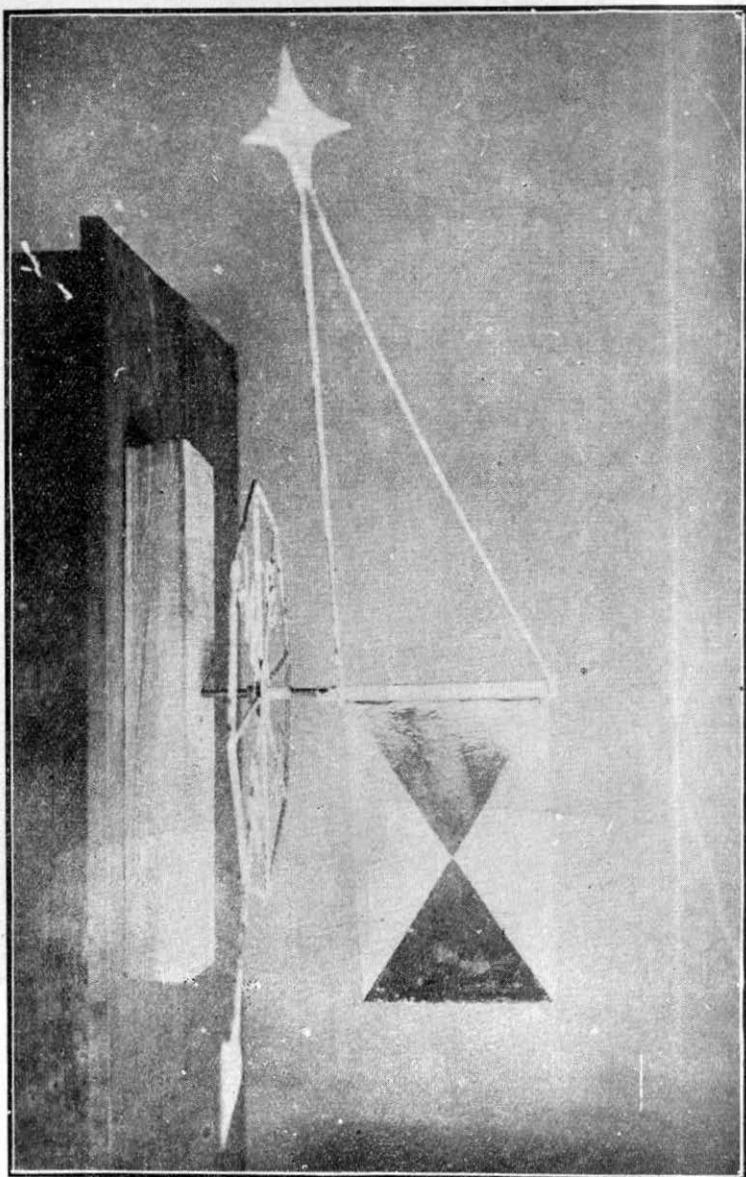


Lámina Número 4.

Lámina Número 5.



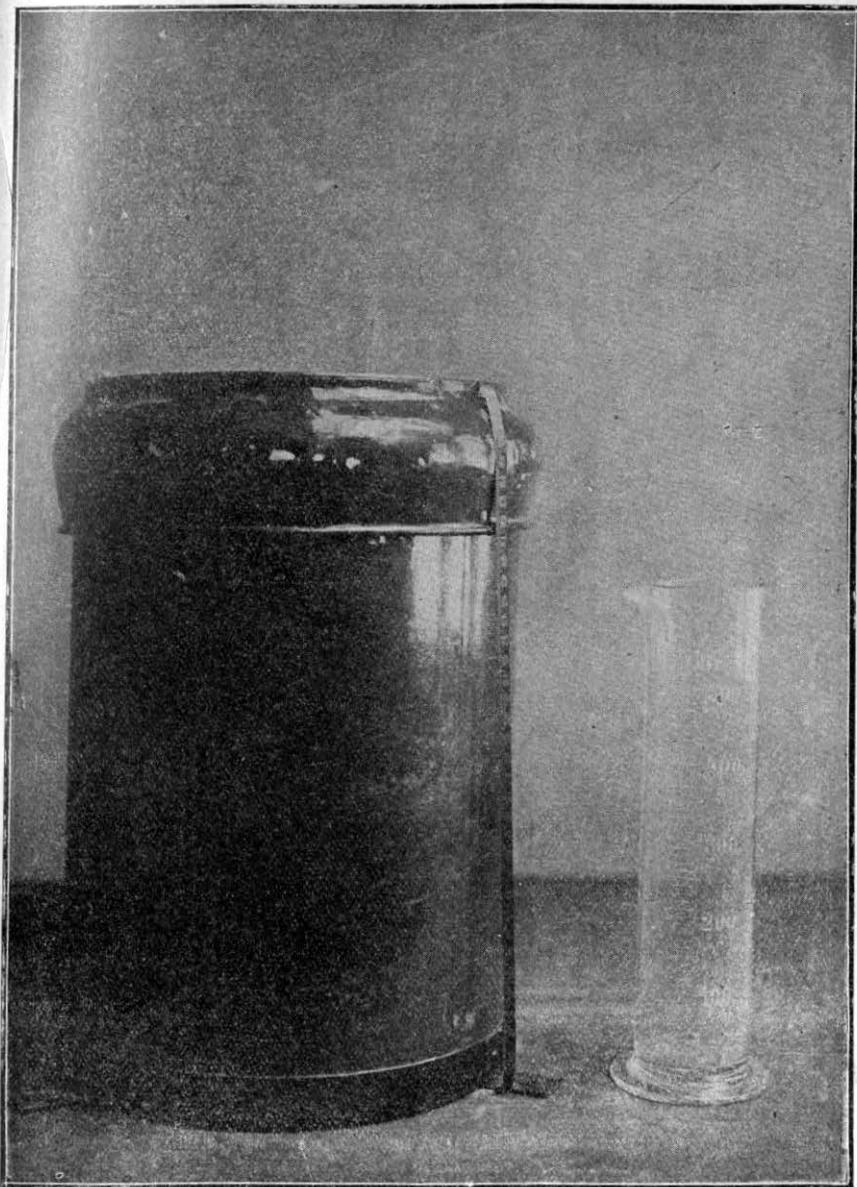
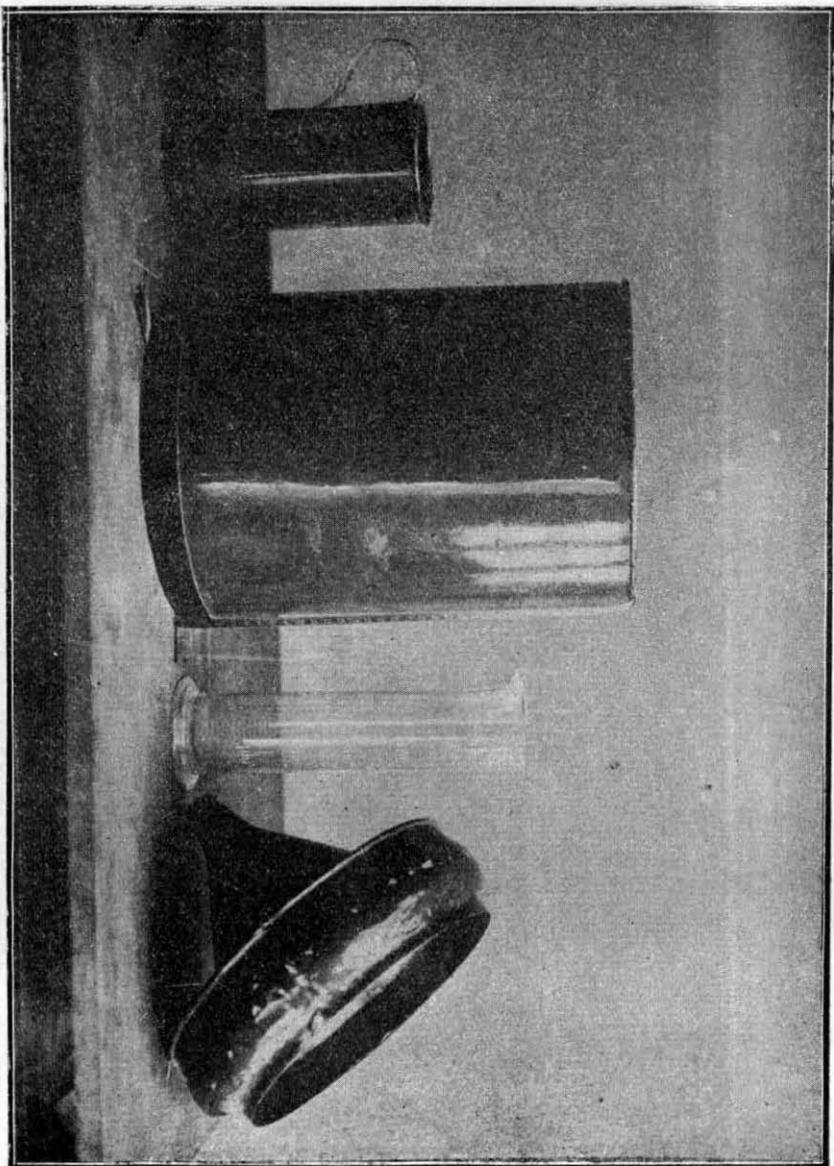


Lámina Número 6.

Lamina Número 6 bis.



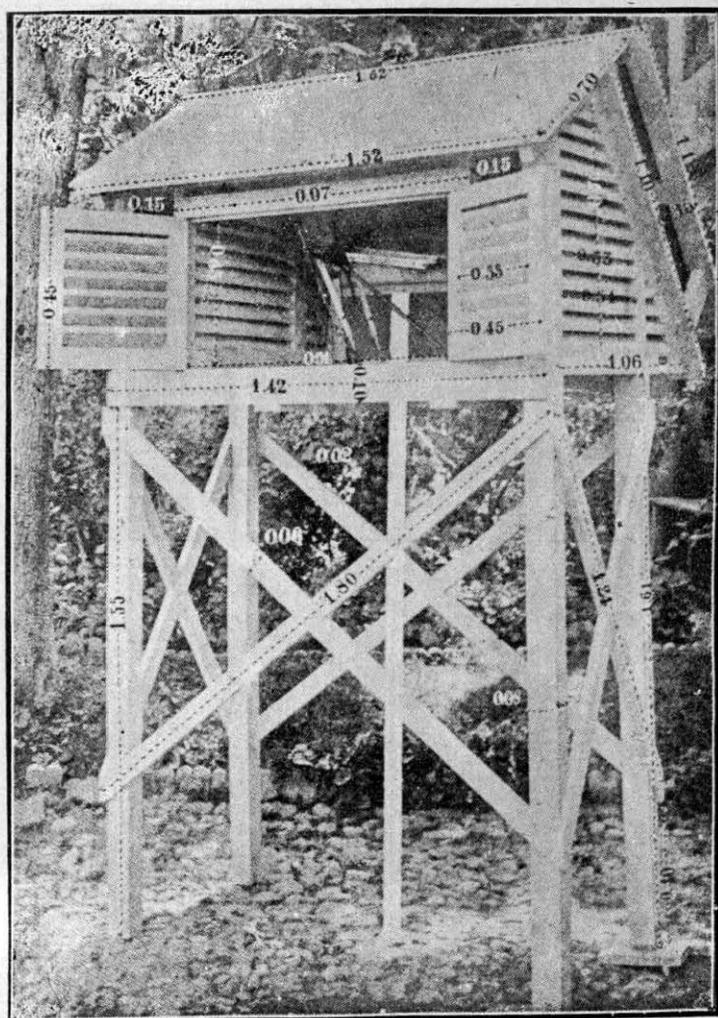


Lámina Número 7.

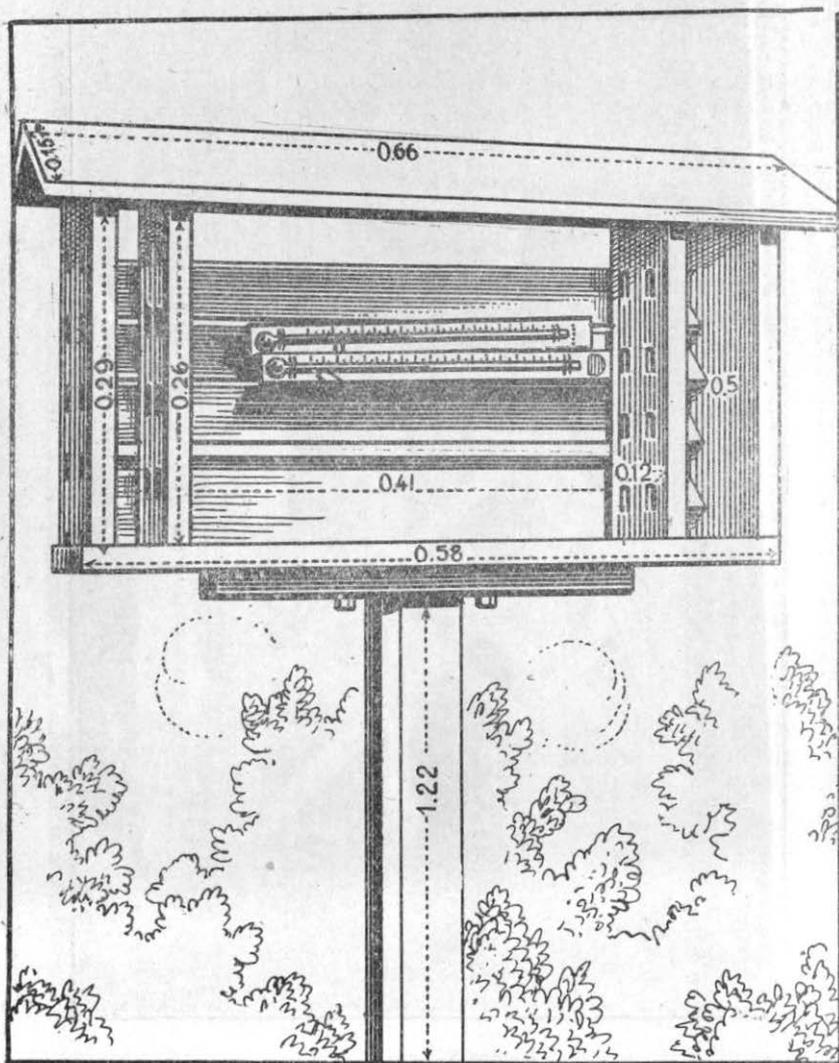


Lámina Número 8.

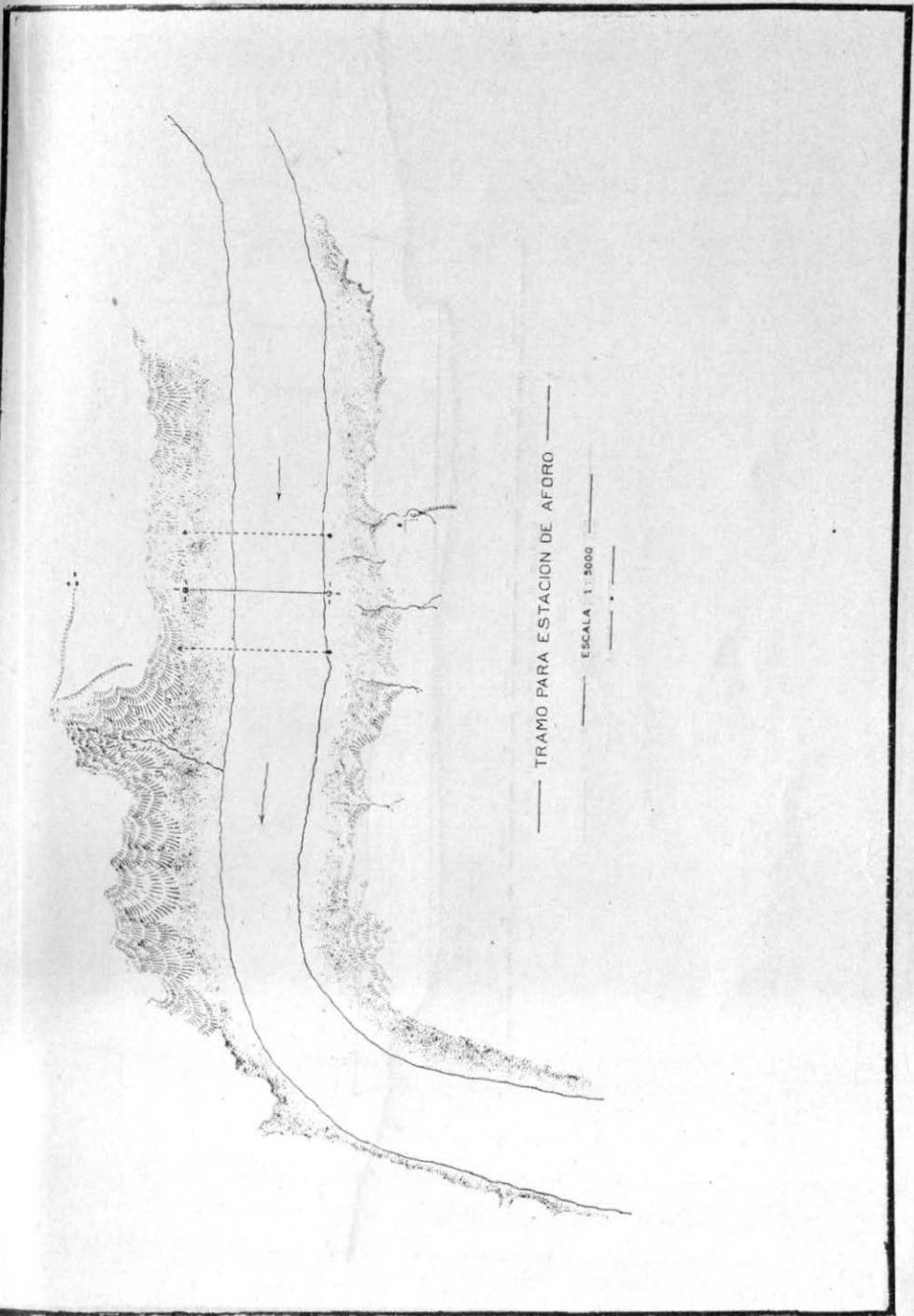
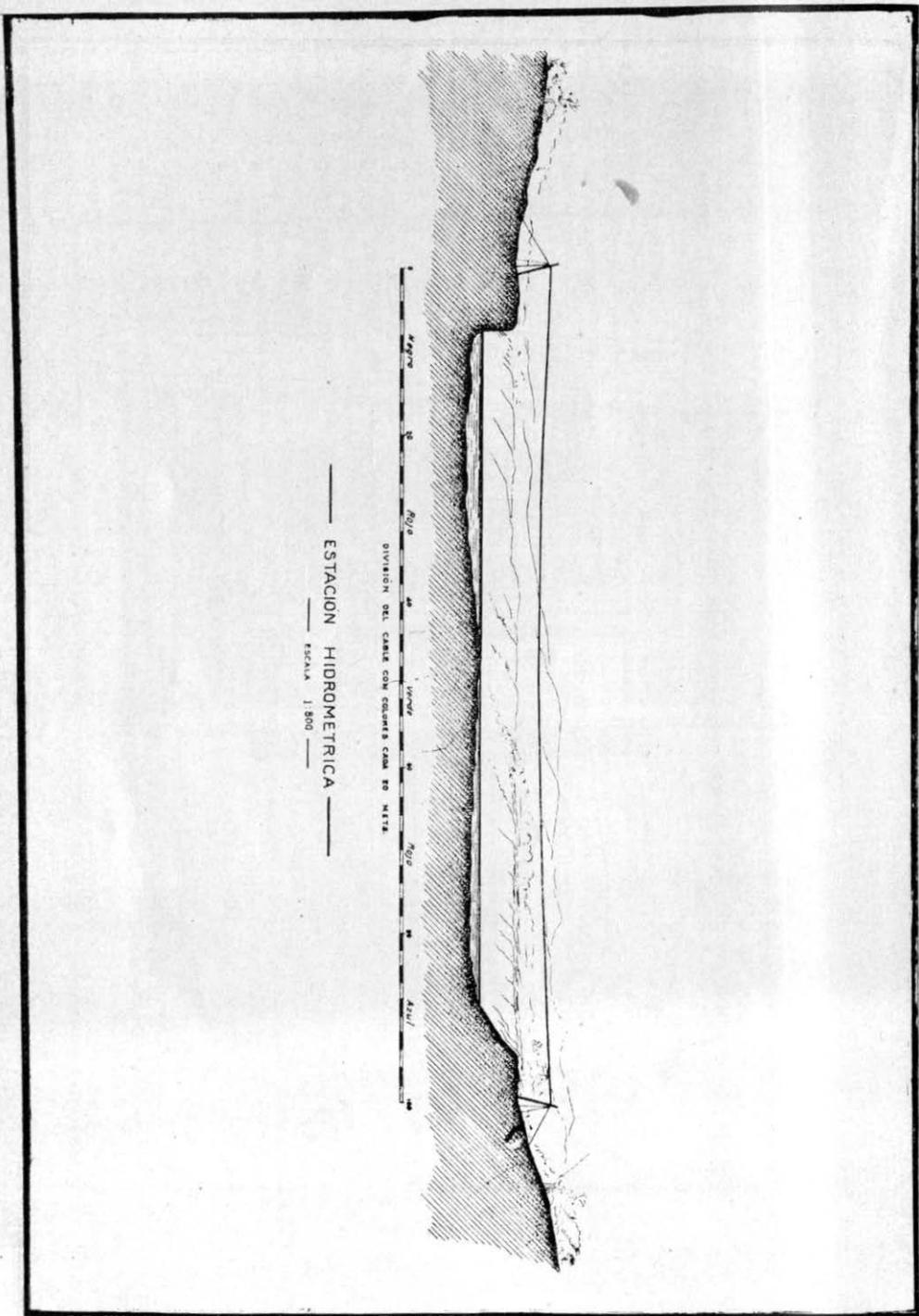
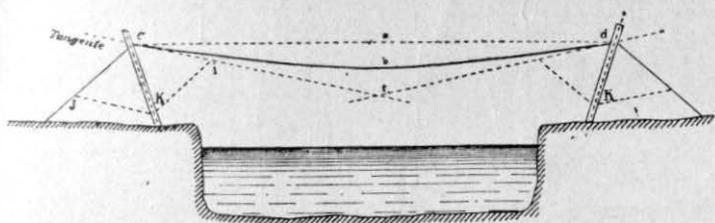
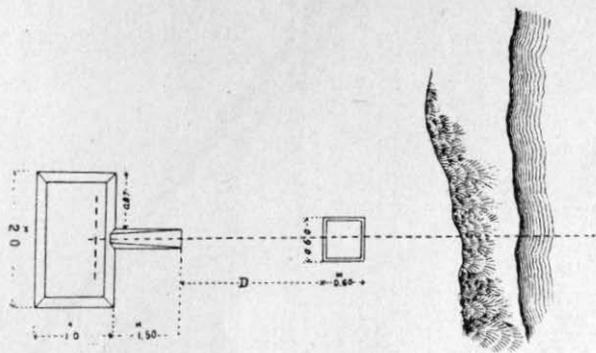


Lámina Núm. 9.

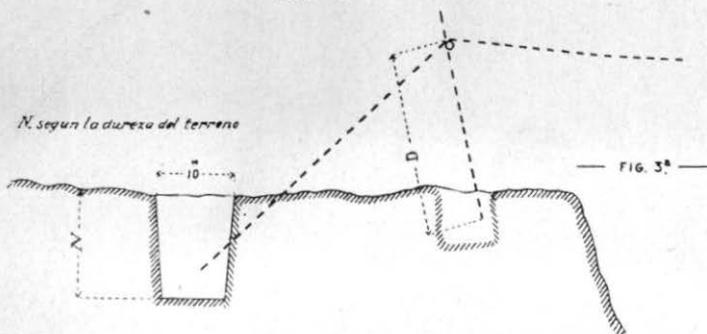




— FIG. 1º —



— FIG. 2º —



— FIG. 3º —

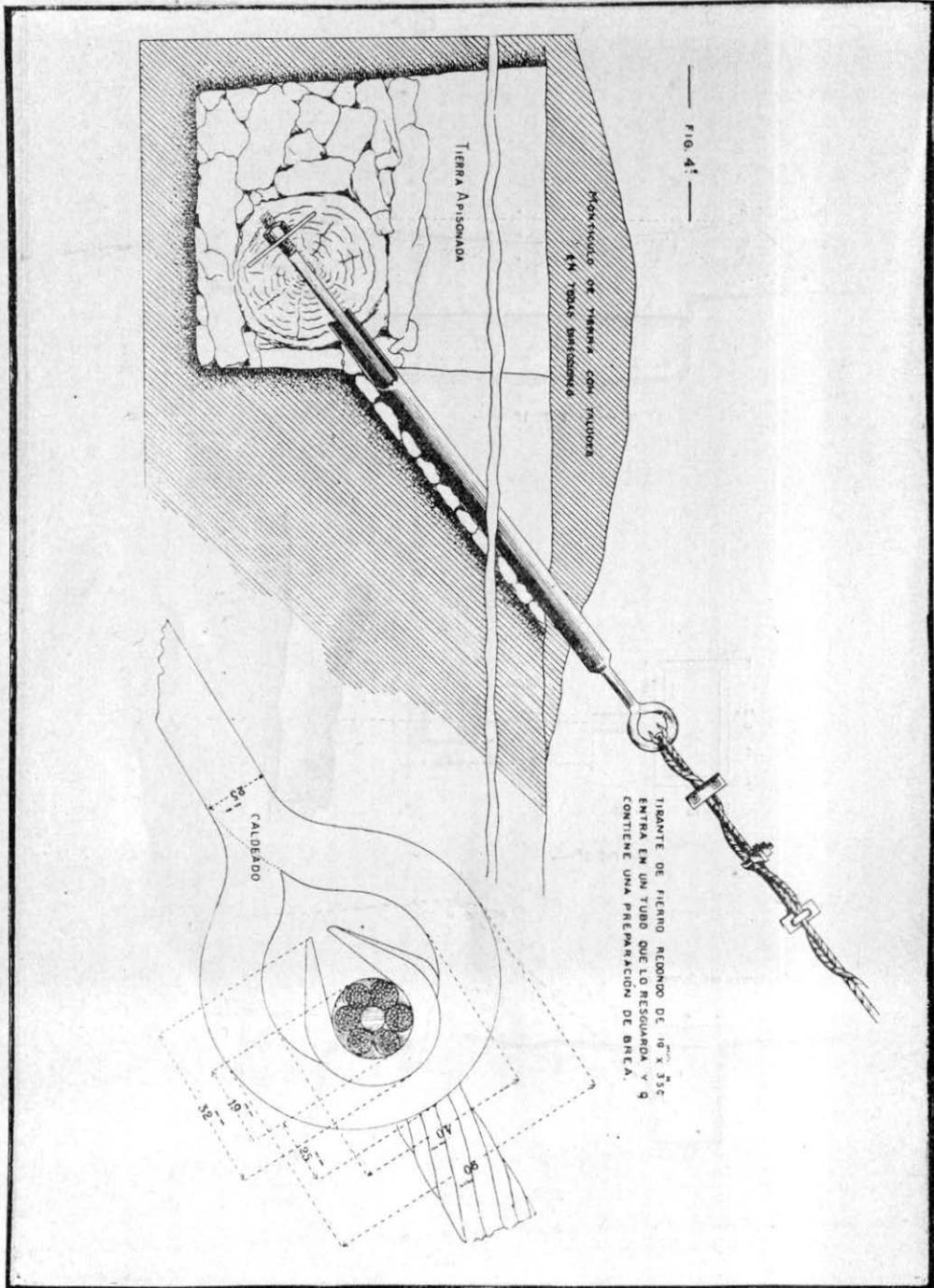


FIG. 41

TUBO DE HIERRO REDONDO DE 10" X 35"  
 ENTRA EN UN TUBO QUE LO RESGUARDA Y Q  
 CONTIENE UNA PREPARACION DE BREA.

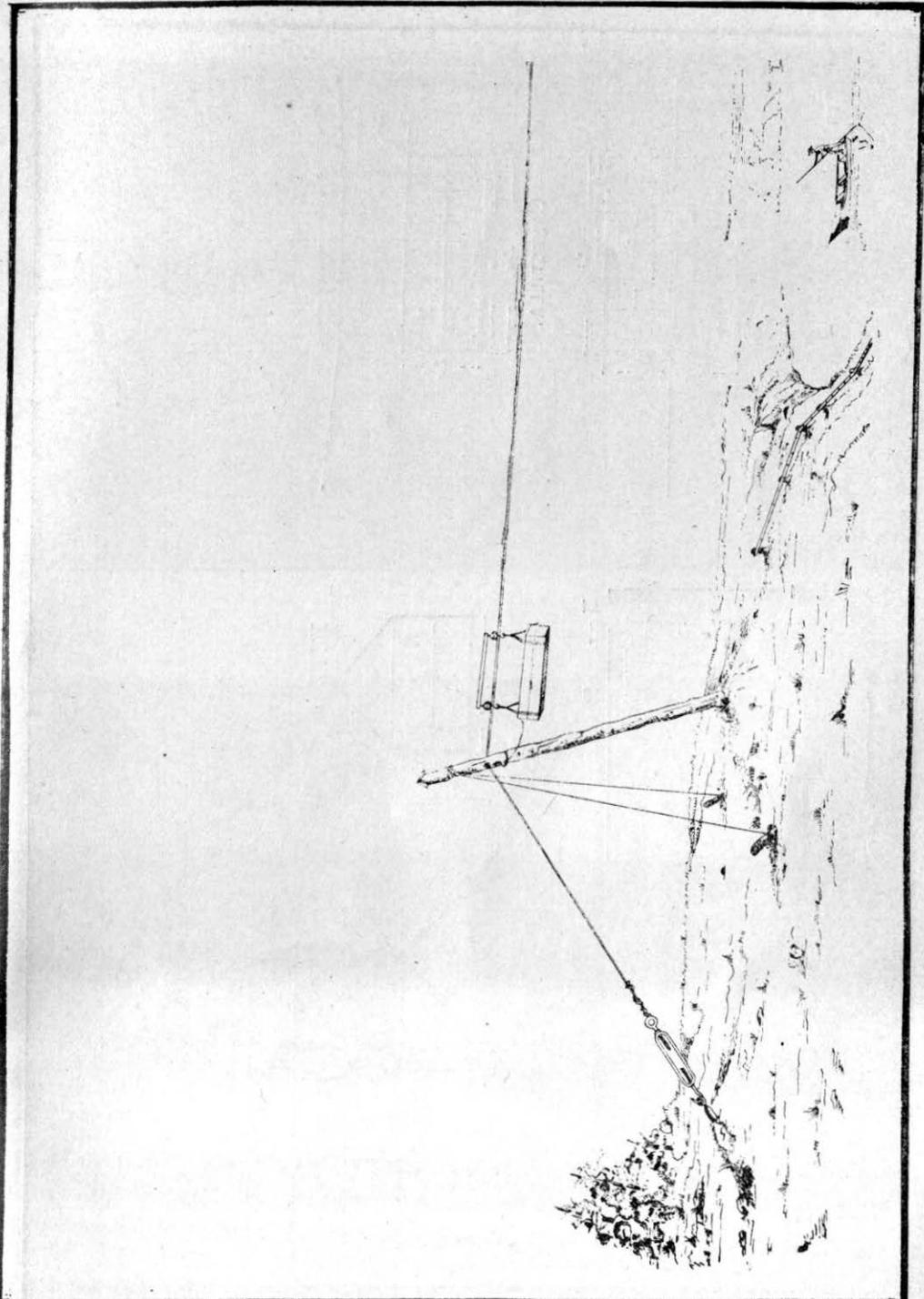


Lámina Núm. 13.



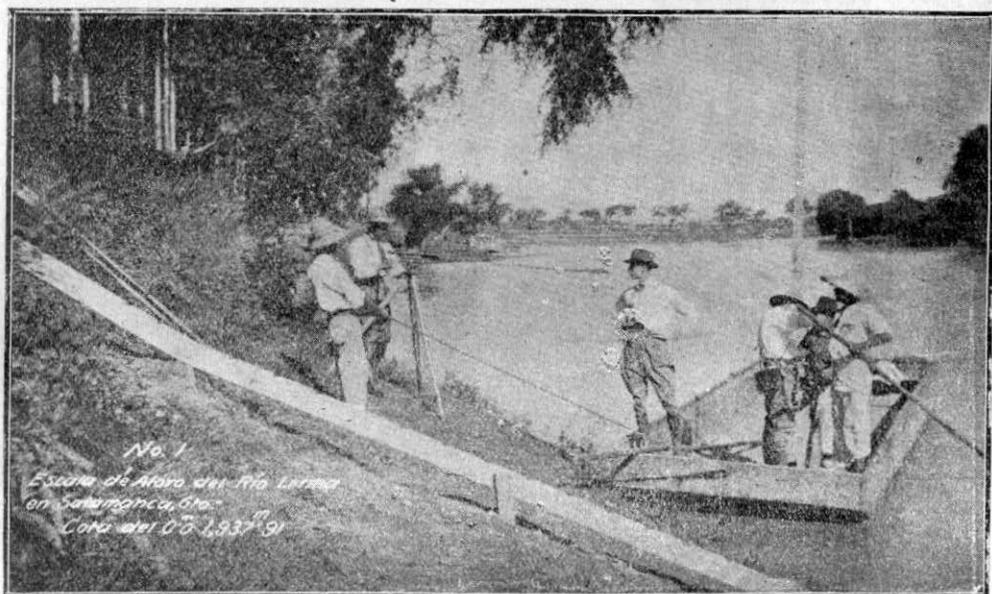
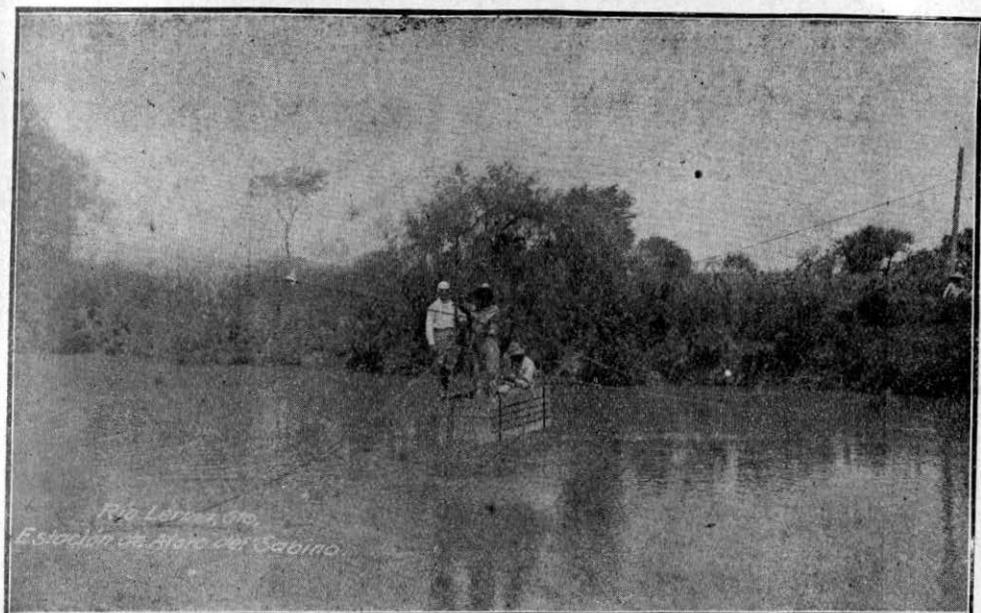


Lámina Número 15.

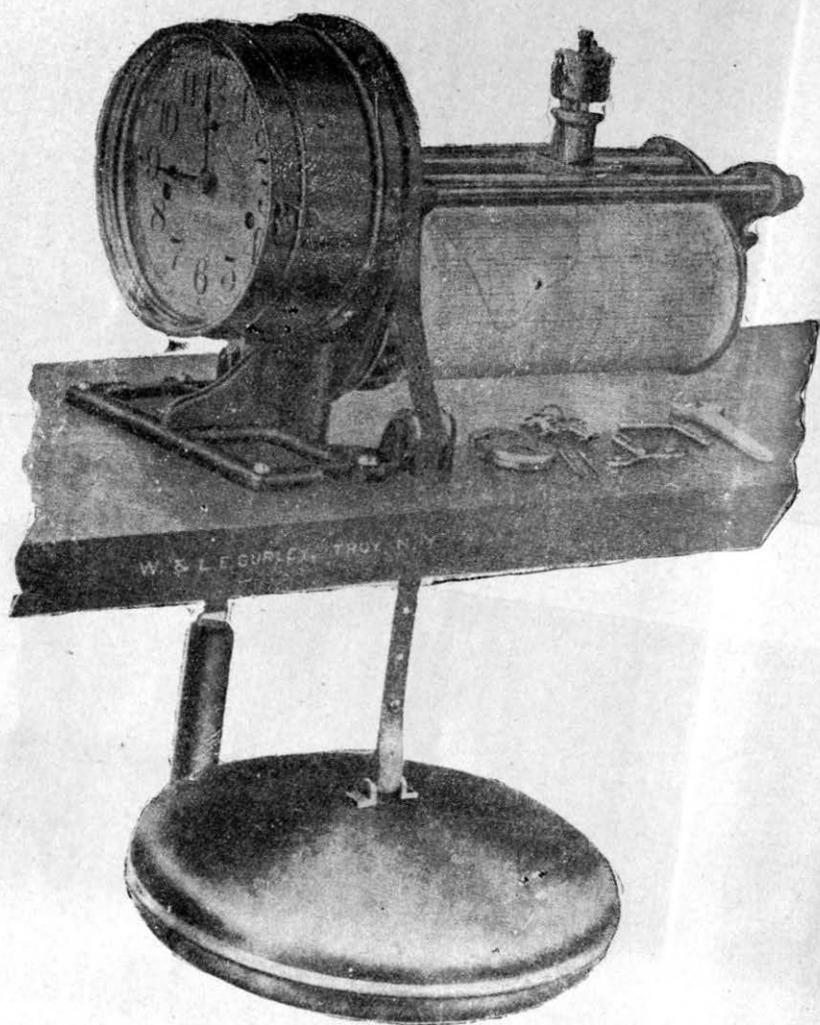


Lámina Número 16.

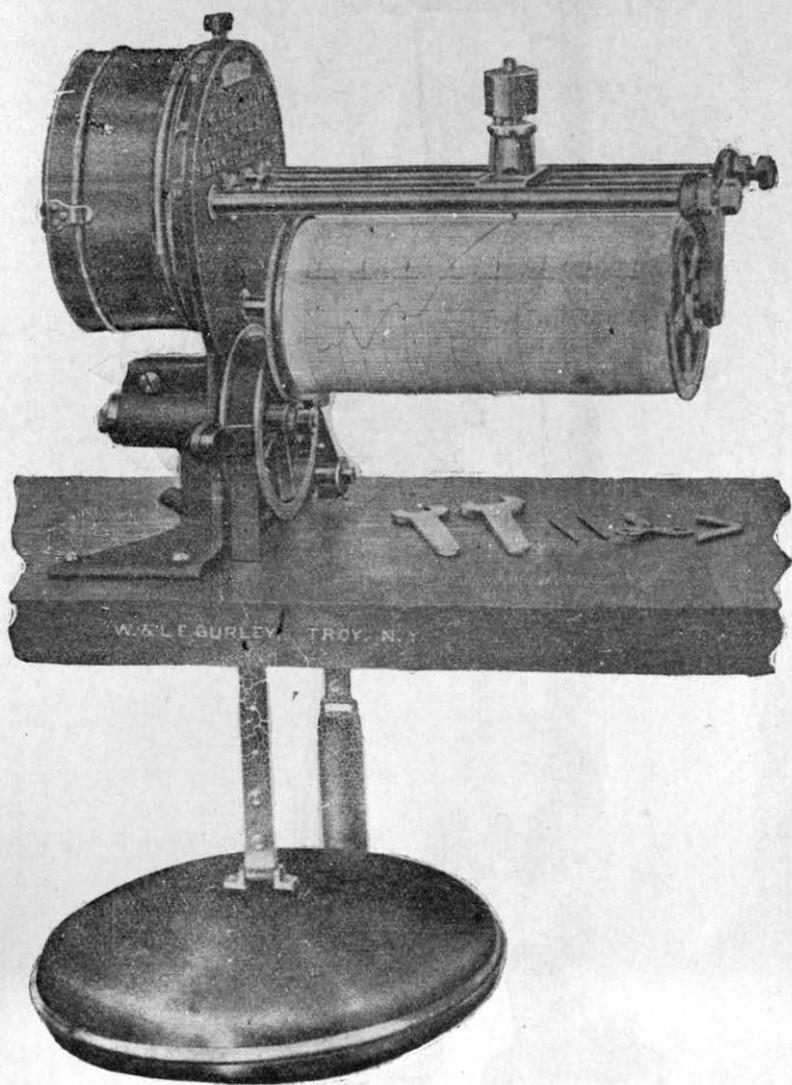
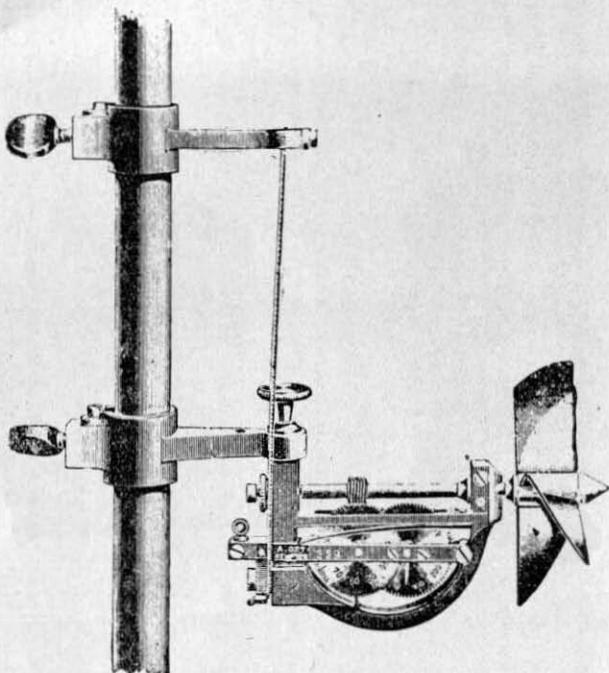
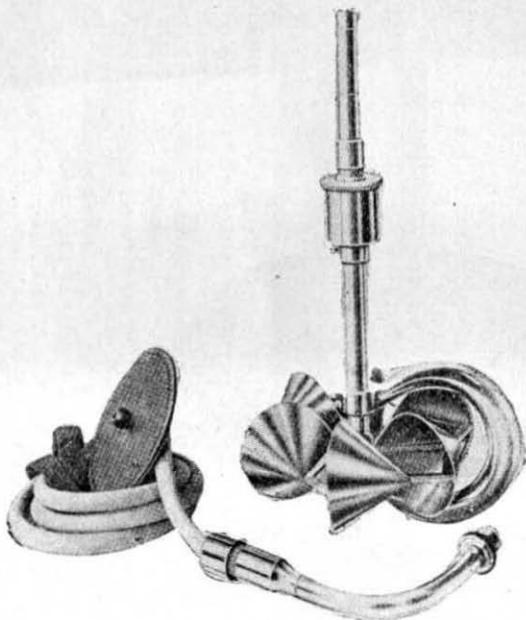


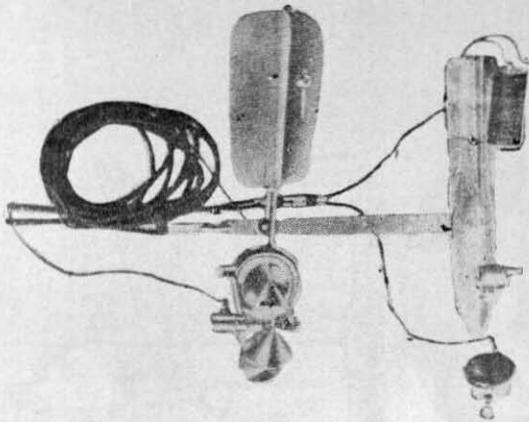
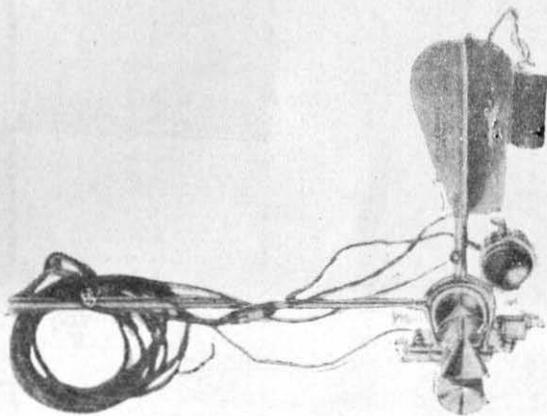
Lámina Número 16 bis.



Molinete de colador mecánico (1/3 del tamaño natural).

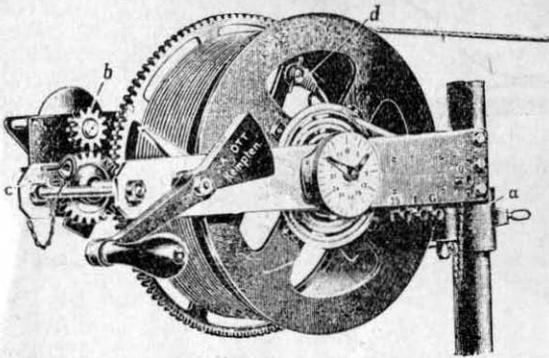


Molinete Acústico.  
Lámina 17.

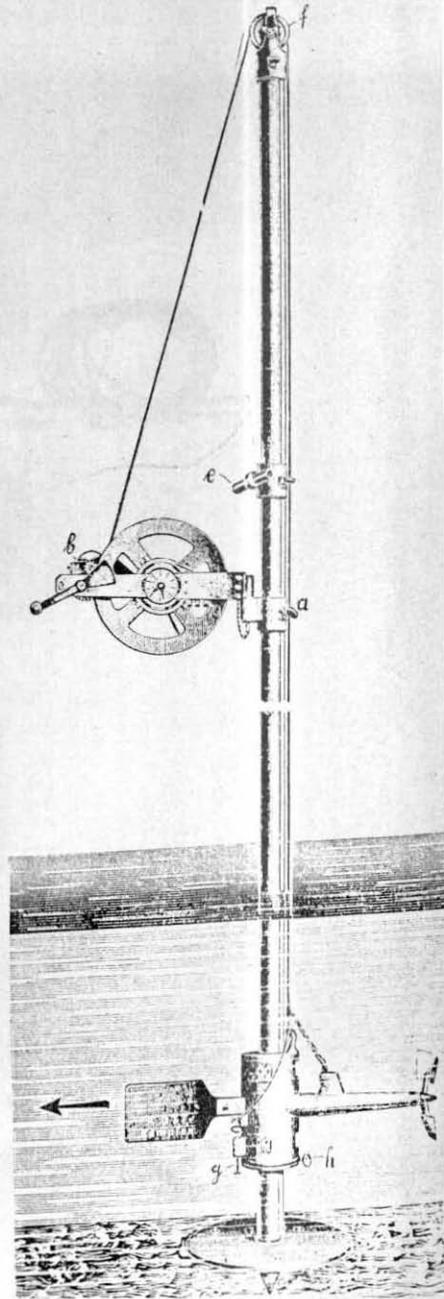


Molinete de sonador eléctrico, montado sobre vástago y suspendido.

Lámina 18



Tambor de Maniobra  
Lámina 19.



Molinete con contador Eléctrico.



Aforo desde una Carretilla.



Aforo desde una Barea.

Lámina 20.



# INDICE

## Organización de los Estudios Hidrológicos.

Páginas.

Acuerdo del C. Secretario de Agricultura y Fomento.	3.
Cuadro de la organización del personal encargado de estudios hidrológicos. Anexo número 1.	4.

### CAPITULO I.

#### Relaciones entre la Dirección de Irrigación y las Oficinas y Comisiones que colaboran en los Estudios Hidrológicos.

Comisión de Límites, Direcciones de: Estudios Geográficos, de Aguas y de Agricultura, Agencias Generales, Zonas de Irrigación, Comisiones Técnicas Especiales, Comisiones Hidrológicas, Mesa de Hidrología, Instaladores e Inspectores, Aforadores, Observadores de Escala.	5.
---	----

### CAPITULO II.

#### Lineamientos Generales para el Funcionamiento.

De la Comisión de Límites.	7.
De la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos.	7.
Idem. Idem. de Aguas.	8.
Idem. Idem. de Agricultura.	8.
Agencias Generales de la Secretaría.	9.
De las Zonas de Irrigación.	9.
De las Comisiones Técnicas Especiales.	10.
De las Comisiones Hidrológicas.	10.
De la Mesa de Hidrología.	10.
De los Ingenieros Instaladores e Inspectores.	11.
De los Aforadores.	12.
De los Observadores de Escala.	12.

### CAPITULO III.

#### Datos Técnicos por Recogerse.

Cuadro de los datos que deben recabar las Comisiones Hidrológicas (Anexo No. 2.)	13.
<b>I. Datos Climatológicos</b>	
Estaciones de Evaporación.	14.
Estaciones termoplúviométricas.	15.

**II. Datos Hidrométricos.****Vasos.**

1. Capacidad del almacenamiento. - 2 Cantidades de agua recibidas. - 3 Cantidades de agua suministradas por el vaso. - 4 Pérdidas en el almacenamiento. - 5 Materias en suspensión. 15.

**Corrientes.**

1. Régimen. - 2 Gastos. - a) Estaciones de aforo de 1a. clase. - b) de 2a. clase. - c) de 3a. clase. - 3 Servidumbres. - 4 Aprovechamientos futuros. - 5 Pérdidas en el trayecto. - 6 Materias en suspensión 16.

**III. Datos de Coeficientes de Riego.**

1. Condiciones que modifican los coeficientes. - 2 Clase de tierras. - 3 Pendiente del terreno. - 4 Diversos cultivos. - 5 Métodos de riego. 19.

- Medida de coeficientes y determinación de las superficies de riego en cada canal. 20.

**IV. Datos de Estadística Agrícola.**

1. Clases de cultivos. - 2 Métodos usados. - 3 Variación de costo entre los diferentes métodos. - 4 Epocas para cada labor. - 5 Rendimientos unitarios. - 6 Estimaciones globales de producción. 20.

**ANEXO NUMERO 3****ESTACIONES DE EVAPORACION.**

- Elección del sitio para la estación. 22.

**Dotación de Aparatos**

- Evaporómetro, cilindro de reposo, nivel, índice micro-métrico, pluviométrico, termómetros, anemómetro, abrigos. 23.

**Manera de Efectuar las Observaciones.**

- Termómetros, psicrómetro, barómetro, veleta, anemómetro, pluviómetro, termómetros de máxima y mínima. 25.

- Evaporación observada, hora para las observaciones, registro de ellas 31.

- Evaporación calculada 32.

**ANEXO NUMERO 4****ESTACIONES TERMOPLUVIOMETRICAS.****Descripción de Aparatos.**

- Termómetros, termometrógrafos, termómetros de máxima y mínima, pluviómetro, veleta. 38.

**Instalación de Aparatos.**

Abrigos de madera y colocación de aparatos. 46.

**Ejecución y Anotación de las Observaciones.**

Horas de observación, clasificación de la intensidad del viento, clasificación de nubes, anotación en el registro. 48.

(Apéndice) Instrucciones para unir las columnas de alcohol o de mercurio en los termómetros, cuando se encuentran divididas. 57.

**ANEXO NUMERO 5.****INSTRUCCIONES PARA LA INSTALACION DE UNA ESTACION DE AFORO DE 1a. CLASE****Elección del Sitio de Aforo**

Condiciones que debe reunir. 60.

**Estación de Cable.**

Materiales que requiere una estación, colocación de los postes, anclas, y cable; pintura, canastilla, escala, limnógrafo. 61.

**ANEXO NUMERO 6.****INSTRUCCIONES PARA LOS AFORADORES.****Capítulo I.**

Determinación del gasto.

Sección: profundidades, anchuras. 69.

Velocidad. 71.

**Capítulo II.**

Descripción de los molinetes. 71.

**Capítulo III.**

Manera de efectuar el aforo. 72.

Cálculo del registro.

**Capítulo IV.**

Aforos en grandes crecientes. 73.

**Capítulo V.**

Concentración y remisión de datos. 74.

**ANEXO NUMERO 7.****INSTRUCCIONES PARA INSTALACION DE ESTACIONES DE AFORO DE 2a. y 3a. CLASE.****Elección del Tramo de Aforo.**

Condiciones que debe reunir. 76.

Perfil, secciones, descripción de los bordes y levantamiento del plano.	77.
---	-----

**MODELOS DE REGISTROS.**

Hidr. 1 A 1a. para estaciones de evaporación de 1a. (Anx. 8)	79.
„ 2 A 2a. id. id. id. id. 2a. „ 9	80.
„ 3 A 3a. id. id. id. termoplumiométricas. „ 10	81.
„ 4 B 1a. y 2a. id. de vaso de almacenamiento. „ 11	82.
„ 5 C 1a. y 2a. id. de aforo con molinete. „ 12	83.
„ 6 C 1a. resumen de registros de aforo. „ 13	84.
„ 7 C 1a, 2a. y 3a. libretas para observadores. „ 14	85.
„ 8 C 1a., 2a. y 3a. tarjetas informe idem „ 15	86.
„ 9 C 2a. y 3a. para cálculo gastos y volúmen. „ 16	87.

**TABLAS.**

I. Para reducir litros evaporados a milímetros de altura en evaporómetro de 1 metro 22 cmtr.	91.
II. Valores de log. A para calcular la evaporación (E) en milímetros durante 24 horas.	92.
III. Valores de log. B. para 24 horas.	93.
IV. Valores de log. C. para 24 horas en evaporómetros.	94.
V. Valores de log. C. para 24 horas en lagos y presas.	95.
VI. Tensiones máximas del vapor de agua.	96.
VII. Tensión del vapor por medio de Psicrómetros no ventilados.	98.
VIII. Tensión del vapor por medio de Psicrómetros ventilados.	99.
IX. Para obtener el valor C para el cálculo de la velocidad del viento en el anemómetro simple de Robinson.	100.
X. Para reducir los centímetros cúbicos de agua del pluviómetro de 0.226 m de abertura a milímetros de lluvia.	102.
XI. Para convertir kilómetros por hora en metros por segundo.	103.
XII. Signos convencionales para la anotación del estado del tiempo.	105.

**LAMINAS.**

1. Vista de una estación de evaporación.	106.
2. Planta de idem idem	107.

	Páginas.
3. Cilindro de reposo para evaporómetro.	108.
4. Índice medidor para idem.	109.
5. Veleta	110.
6. Pluviómetro.	111.
6. bis Diversas partes del pluviómetro.	112.
7. Caseta de abrigo para estación de 1ª categoría.	113.
8. idem. idem de 2ª categoría.	114.
9. Tramo para estación de aforo. (anexo 5.)	115.
10. Sección de aforo con cable (anexo 5)	116.
11. Escavaciones para postes y anclajes (anexo 5)	117.
12. Detalles de un anclaje (anexo 5)	118.
13. Detalle de un poste (anexo 5)	119.
14. Detalles de la canastilla (anexo 5)	120.
15. a) Estación de aforo de cable. b) escala inclinada	121.
16. Limnógrafo (vista de frente)	122.
16. bis. Limnógrafo (vista posterior)	123.
17. a) Molinete de contador mecánico. b) molinete acústico Gurley modelo 616.	124.
18. Molinete Gurley modelo 623 de sonador eléctrico.	125.
19. Molinete A. Ott montado sobre vástago con registrador eléctrico.	126.
20. a) Aforo desde una canastilla. b) aforo desde una barca.	127.







