



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES - CUAUTITLAN

INGENIERIA AGRICOLA

**“OBSERVACION E INSTRUMENTAL
METEOROLOGICO”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRICOLA

P R E S E N T A :

PATRICIA MURCIA FLORES

DIRECTOR DE TESIS:

ING. EDUARDO GARCIA DE LA ROSA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO 1985



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

C O N T E N I D O

INTRODUCCION

I.- OBJETIVOS

II.- MATERIALES Y METODOS

III.- OBSERVACION E INSTRUMENTAL METEOROLOGICO.

1. METEOROLOGIA.

1.1 Antecedentes Históricos

1.2 Aplicaciones de la Meteorología.

2. ESTACIONES METEOROLOGICAS

2.1 Definición e Importancia

2.2 Densidad.

2.3 Clasificación de las estaciones.

2.4 Normas para el establecimiento de las estaciones meteorológicas.

2.5 Cuidados

3.- LA OBSERVACION METEOROLOGICA

3.1 Tipos de Observaciones Meteorológicas

3.2 Horas de las observaciones

4.- INSTRUMENTAL METEOROLOGICO.

4.1 Características

4.2 Clasificación del Instrumental meteorológico.

4.2.1 De Lectura Directa.

4.2.2 De Registro

4.2.2.1 Cambio de Gráfica de un instrumento graficador.

4.2.2.2 Manejo y cuidados de un instrumento registrador.

5.- RADIACION SOLAR.

5.1 Importancia de la Radiación Solar

5.2 Instrumentos para su medición

5.2.1 Heliógrafo de Campbell Stokes

5.2.1.1 Instalación

5.2.1.2 Nivelación

5.2.1.3 Tipos de Bandas y su Colocación

5.2.1.4 Lectura

5.2.1.5 Cuidados del instrumento

5.2.2 Heliofonógrafo de Jordan

5.2.3 Piranómetro Bellani.

5.2.4 Actinógrafos

5.2.4.1 Pineheliógrafo

5.2.4.2 Pinanógrafo

5.2.5 Radiógrafo

6.- TEMPERATURA

6.1 Importancia de la temperatura

6.2 Instrumentos para su medición.

6.2.1 Termómetro de ambiente

6.2.2 Termómetro de Máxima

6.2.3 Termómetro de Mínima

6.2.4 Termómetro Tipo Six-Bellani

6.2.5 Termómetros de mínima terrestre

6.2.6 Geotermómetros

6.2.7 Termómetro de alarma.

6.2.8 Termógrafos

6.2.8.1 Termógrafo bimetalico

6.2.8.2 Termógrafo de alcohol

6.3 Lectura de Termómetros

7.- PRESION ATMOSFERICA

7.1 Importancia de la Presión Atmosférica

7.2 Instrumentos para su medición.

7.2.1 Barómetro tipo Fortén.

7.2.1.1 Correcciones necesarias al Barómetro Tipo Fortén.

7.2.2 Barómetro Aneroide

7.2.3 Barógrafo

7.2.3.1 Instalación y métodos de Observación del Barógrafo.

7.2.4 Microbarógrafo

7.2.4.1 Lectura de Barógrafos y Microbarógrafos.

8.- VIENTO

8.1 Importancia del Viento.

8.2 Instrumentos para su medición

8.2.1 Anemoscopio o Veleta

8.2.2 Anemómetro

8.2.3 Anemógrafo

8.2.4 Anemocinemógrafo

9.- HUMEDAD ATMOSFERICA

9.1 Importancia de la Humedad Atmosférica

9.2 Instrumentos para su medición

9.2.1 Psicrómetro

9.2.2. Polímetro

9.2.2.1. Manejo del Polímetro

9.2.2.2 Cuidados del Polímetro.

9.2.3 Higrometros

9.2.3.1 Mantenimiento del Higrómetro de
Cabello.

9.2.4 Higrógrafo

9.2.4.1 Exposición y Manejo del Higrógra
fo.

10.- EVAPORACION

10.1 Importancia de la Evaporación

10.2 Instrumentos para su medición.

10.2.1 Evaporímetro de Piche

10.2.2 Tanque de Evaporación Clase "A"

11.- OBSERVACION DE LAS NUBES.

11.1 Importancia

11.2 Formas nubosas fundamentales

11.2.1 Cirrus

11.2.2 Cumulus

11.2.3 Stratus

11.2.4 Nimbus

11.3 Clasificación de las nubes

11.4 Elementos esenciales en una observación de nubes.

11.4.1 Identificación de las formas caracterís- ticas de las nubes.

11.4.2 Cuantificación de la nubosidad

11.4.3 Dirección de las nubes.

11.4.4 Velocidad de las nubes.

11.4.5 Altura de la base de las nubes.

11.4.5.1 Proyectores de haz luminoso

11.4.5.2 Telémetro

11.4.5.4 Estimación visual

12.- PRECIPITACION

12.1 Importancia de la precipitación.

12.2.1 Pluviómetro Modelo Hellman

Proveta Graduada)

12.2.2 Pluviómetro con sistema de medida de regla graduada.

12.2.3 Pluviógrafo de Flotador

IV.- CONCLUSIONES

V. _ RECOMENDACIONES

VI.- APENDICE

VII.- BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

El desarrollo de las plantas cultivadas, en general, está determinado en gran medida por factores abióticos del medio ambiente, dentro de los cuales la mayoría son de tipo meteorológico, tales como: radiación solar, temperatura, viento, humedad atmosférica, nubes, precipitación (lluvia, llovizna, aguaceros, granizo, pedrisco, nieve, rocío, evaporación, etc.). Dichos elementos, en su mayoría, son susceptibles de ser observados y medidos, utilizando diversos tipos de instrumental diseñado para estos fines; sin embargo en el país, se carece de ciertos datos meteorológicos, como son: duración de la insolación, intensidad de la precipitación y velocidad del viento entre otras.

Lo anterior puede explicarse en base a la carencia de personal debidamente capacitado para la observación y manejo de los instrumentos meteorológicos, así como para su análisis e interpretación de los datos obtenidos con ellos.

Es por ésto, que el presente trabajo, representa una tentativa de ayuda en el mejor conocimiento de las principales observaciones y del instrumental utilizado en Meteorología, ya que en él se presenta una descripción general del mismo, así como -

su manejo y cuidados a seguir.

El trabajo está dividido en siete capítulos (del I al VII) el primero destinado a dar a conocer los objetivos; en el segundo se menciona la metodología utilizada para abordar el tema y se mencionan los materiales utilizados. El tercer capítulo constituye la parte central del trabajo, en ella se incluye desde el concepto de meteorología, pasando por sus aplicaciones, tipos de estaciones y observaciones; así como la descripción, manejo y cuidados del instrumental utilizado para la cuantificación de los fenómenos atmosféricos. En el cuarto y quinto capítulo, aparecen las conclusiones y recomendaciones respectivamente; el sexto y séptimo están dedicados a un apéndice y a citar la bibliografía utilizada.

I.- OBJETIVOS

- 1.- Proporcionar a los alumnos de la Carrera de Ingeniería Agrícola, información suficiente y adecuada sobre el funcionamiento de los instrumentos utilizados en una estación meteorológica.
- 2.- Seleccionar dicha información, de manera que sólo se presente aquella actualizada y útil para las condiciones específicas del desarrollo de la Meteorología en México.
- 3.- En base a un análisis pedagógico del conocimiento técnico de la Meteorología, exponer éste, en un lenguaje claro y sencillo que motive a los alumnos a profundizar en el tema.
- 4.- Ilustrar con elementos didácticos, tales como: dibujos y gráficas, el funcionamiento del diferente instrumental meteorológico.
- 5.- Enfocar el estudio de los diferentes fenómenos meteorológicos hacia el entendimiento y explicación de su relación con la agricultura.

II.- MATERIALES Y METODOS

1.- MATERIALES.

Por el tipo de trabajo que se realizó, los materiales con que se contó, fueron en su mayoría de tipo bibliográfico, incluyendo - los siguientes:

- + Publicaciones científicas relacionadas directa o indirectamente con el tema.
- + Libros nacionales e importados (en español y en inglés)
- + Folletos y Manuales editados por dependencias como la SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos)
- + Tesis realizadas en diferentes Universidades del país
- + Boletines y Tirajes del SMN (Servicio Meteorológico Nacional).

Estas fuentes de información fueron consultadas en diferentes

bibliotecas, tal como la de la UACH, Chapingo, México, la del SMN (Servicio Meteorológico Nacional), la del Departamento de Irrigación, Chapingo, la Central de la U.N.A.M., la de la F.E.S.-C y la ubicada en las oficinas de INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas), en la sección correspondiente a su Programa Nacional de Agroclimatología.

2.- METODOS

La metodología de cómo es abordado el contenido del presente trabajo, se fundamenta en el estudio y análisis por separado de los diferentes fenómenos meteorológicos, siguiendo un orden que explique las causas que originan o producen el siguiente fenómeno, es decir, se dá a conocer el antecedente causal.

Primero se dá un panorama sobre el objeto de estudio de la meteorología, sus antecedentes históricos y sus aplicaciones, - para pasar después a estudiar las Estaciones Meteorológicas, su clasificación y normas para su establecimiento. Se continua -- con la naturaleza de la Observación Meteorológica, se explican las características de un buen instrumento y los cuidados a seguir con él.

A continuación se trata el tema de Radiación Solar, el cual precede al de temperatura, ya que la radiación solar es la que determina en mayor parte, que tanta temperatura se tendrá, es decir es la causa de origen; a su vez la diferencia de temperaturas existentes en la superficie terrestre (ya que no toda la Tierra se calienta de igual forma), determina que haya una diferencia de Presión Atmosférica (así se habla de zonas de alta y baja presión atmosférica), lo que a su vez explica la presencia de vientos, los cuales fluyen con el principal objetivo de buscar un equilibrio en cuanto a presiones y a su vez en temperaturas. Después se trata la Humedad Atmosférica y Evaporación, las que en gran medida influyen en la formación de los diferentes géneros de Nubes, por último se estudia la precipitación como consecuencia de la formación de las nubes, y con la cual se cierra el ciclo hidrológico del agua.

En todos estos subtemas, se da una explicación breve de la importancia que ellos representan para la agricultura. Con el objetivo de enfatizar el por qué de su medida e inter-relación. También se describen los instrumentos utilizados para efectuar dichas medidas, incluyendo su manejo, cuidados, instalación, lectura y observación de los mismos.

III. - OBSERVACION E INSTRUMENTAL METEOROLOGICO

1.- METEOROLOGIA

1.1 Antecedentes Históricos

La Meteorología, es la ciencia que estudia los fenómenos físicos que se llevan a cabo dentro de la atmósfera, es decir los meteoros. Su nombre procede de las palabras griegas: - - metewpos (lo que se encuentra en el aire) y logos (tratado). La Meteorología está íntimamente relacionada con la Física, Química, Estadística, Geofísica y Oceanografía (3). Este es el -- concepto moderno acerca de la meteorología, sin embargo, es necesario explicar como surgió y cuál ha sido su evolución.

El estudio del tiempo comenzó como un mito. Para el hombre primitivo, el tiempo era un fenómeno ordenado por la divinidad y los sacerdotes relacionaron las tormentas y el buen tiempo con el humor de los dioses. En el siglo V antes de Cristo, los filósofos griegos, sospecharon por primera vez que el tiempo se debía a causas naturales (21). Sin embargo, este acopio de conocimientos estaba gravemente menoscabado por supersticiones y fantasías; ya que al carecer de instrumentos y de un conocimiento de las leyes de la física, no podían sino especular. Además la atmósfera es un sistema sumamente complejo y muy poco

de lo que en ella sucede, obedece a reglas sencillas.

Así se tiene, que Teofrasto, discípulo de Aristóteles en su "Libro de las Señales" escrito hacia 300 a.C., describe más de 200 presagios de lluvia, viento y buen tiempo. Describió señales que se observaban en el comportamiento de las ovejas, en la forma de arder una lámpara durante una tempestad y la manera de arrastrarse un ciempiés. Su libro constituyó, durante los 2000 años siguientes, una importante obra de referencia para la predicción. Pero en conjunto el saber antiguo sobre el tiempo era una guía subjetiva y muy parcial. El estudio científico del tiempo, tuvo que esperar hasta el siglo XVII, y el desarrollo de instrumentos para medidas cuantitativas. (15)

Gracias a Torricelli y Pascal por la invención del barómetro de mercurio en 1643, se abrieron las puertas a los estudios meteorológicos. Después muchos de los científicos del siglo XVIII se interesaron por la meteorología, la contribución de Benjamín Franklin, George Washington, Thomas Jefferson, James Madison, fue de mucho valor para los avances de esta ciencia.

Fueron precisas las trágicas exigencias de la primera Guerra Mundial, con las imperiosas necesidades de la navegación aérea en

pleno desarrollo, para provocar un verdadero renacimiento de la Meteorología. La radio, sustituyendo al telégrafo, permite por iniciativa francesa, transformar la " red " meteorológica. Gracias a una cooperación internacional activa, un enorme perfeccionamiento moderniza la ciencia, transformandola completamente (1). Se multiplica el numero de observatorios al igual que las observaciones diarias; la cantidad de datos contenida en cada observación aumenta considerablemente. La red pasa, de ser europea a la categoría de " mundial ", extendiéndose a todas las regiones civilizadas. (Figura No. 9)

La aparición del globo sonda en 1931, y del avión, así como de la emisión de radio desde la estratósfera en 1927, siguieron facilitando el avance de la meteorología. Para 1960 aparece un nuevo medio en la investigación atmosférica: los satélites meteorológicos, los primeros de los cuales, puestos en órbita por Estados Unidos, recibieron el nombre de " tiros " (iniciales de Televisión - Infra Red Observation - Satellite). Aunado ésto al uso de la técnica de las computadoras, se ha tenido un aumento en la exactitud y precisión de los datos meteorológicos.

I.2 Aplicaciones de la Meteorología.

El hombre vive sumergido en la atmósfera, la cual ejerce -- constante influjo en su vida y en todas sus actividades. El cam po de aplicación de la meteorología es, por consiguiente, vastí-- simo. A continuación se citan algunas de estas aplicaciones (3):

- 1.2.1 En la Aeronáutica.-- Ya que estudia las condiciones -- del tiempo en la altura y la evolución que el mismo - pueda tener durante un vuelo.
- 1.2.2 En Aerología.-- Se ocupa del estudio de las capas al-- tas de la atmósfera para apoyo de vuelos estratosfériq uos.
- 1.2.3 En Hidrometeorología.-- Para satisfacer las necesida-- des industriales, el abastecimiento a poblaciones, -- presas, riego, etc.
- 1.2.4 En la Industria.-- Ya que estudia las relaciones entre las condiciones atmosféricas y las actividades indus-- triales. La temperatura y la humedad afectan la mar-- cha de los motores. fabricación de tejidos y papeles, tareas de impresión, elaboración de productos quími-- cos, etc.

1.2.5 En La Agricultura.- Se aplica en la selección de cultivos acordes a los diferentes tipos de climas, estudia la capa superficial del aire comprendida desde el suelo hasta los primeros metros de altura, es decir el espacio aéreo en que se desarrollan las plantas y la relación del tiempo atmosférico con las cosechas, inundaciones, heladas, aparición de plagas y enfermedades. Ayuda a determinar labores culturales específicas de acuerdo con las condiciones atmosféricas.

1.2.6 En el aspecto legal.- Para determinar los seguros, se aplica la ciencia atmosférica al estudio de los riesgos ocasionados por granizadas, neladas, inundaciones, huracanes, etc. que pueden sufrir la agricultura, ganadería y las viviendas.

1.2.7 En Química.- Estudia los procesos de formación natural o artificial de las gotas de agua de las nubes y de su precipitación al suelo, la contaminación del aire en los centros industriales, la composición química de la lluvia, la nieve y el granizo como portadores de abono para los cultivos, la radioactividad-

del aire y de la lluvia.

- 1.2.8 En la navegación marítima.- Además de apoyar con sus datos a la navegación aérea, posee un sistema coordinado de información entre las estaciones de tierra y los barcos meteorológicos que navegan en zonas clave.
- 1.2.9 En Medicina.- Estudia las relaciones que existen entre la salud y los cambios del tiempo, ya que las --. continuas alteraciones químicas y físicas del aire -- ejercen un notable influjo en la vida vegetativa, -- sensitiva y psíquica del ser humano.

2.- ESTACIONES METEOROLOGICAS

2.1 Definición e importancia.

La estación meteorológica es el lugar en donde se instalan los diferentes instrumentos meteorológicos necesarios para realizar las observaciones en superficie, acerca del comportamiento de la atmósfera, ya sea con fines climatológicos, agropecuarios etc. (16). La observación de los elementos del tiempo tiene que estar apoyada en instrumentos de manera que los cuantifiquen satisfactoriamente. Estos instrumentos deben estar ordenados y -- concentrados en puntos específicos de la superficie terrestre. Dichos puntos específicos, reciben el nombre de " estaciones meteorológicas ".

El estado del tiempo, siempre ha sido objeto de nuestra -- atención; algunas veces nos hace sentir cansados, molestos, irri-- tados o deprimidos; otras, optimistas y reconfortados, pero ja-- más dejamos de considerarlo (3). El efecto más pronunciado del tiempo sobre el hombre es el que desempeña en su vida personal a través de su influencia sobre el cuerpo, la mente y las emocio-- nes. En muchos casos la relación es obvia y claramente biológi-- ca. Pero algunos expertos creen que el tiempo puede influir en el hombre de un modo mucho más complejo y fascinador (22). Se -- tiene una relación entre asaltos, accidentes y suicidios con un tiempo seco y alta temperatura. Y no sólo ésto, sino que está -- presente en todas sus actividades productivas, tales como la --

agricultura, en donde haya que considerar las condiciones del tiempo para realizar muchas de las labores agrícolas.

Sin embargo, pocas personas están enteradas de que diariamente se realizan más de 120 mil observaciones meteorológicas, las cuales se envían por los más perfeccionados medios de comunicación a los Servicios Meteorológicos Nacionales, quienes a su vez los transmiten a los 3 centros coordinadores: Melbourne, Washington y Moscú.

En el país se cuenta con 55 Observatorios Meteorológicos y alrededor de 4 mil estaciones meteorológicas (730 son estaciones normales climatológicas), 10 estaciones de radio sondeo atmosférico y 48 estaciones agroclimáticas auxiliares, éstas últimas, operadas en coordinación con las Escuelas Tecnológicas - Agropecuarias de la Secretaría de Educación Pública (3).

2.2. Densidad

Los usos de las estaciones meteorológicas definen en primer término la densidad de la Red Meteorológica (conjunto de estaciones convenientemente distribuidas)

Por ejemplo, el número mínimo de estaciones de una red con

con fines climatológicos se calcula, para áreas homogéneas, con la siguiente fórmula, mencionada por Parra y Pérez (1978).

No. de estaciones mínimo = $\frac{1}{3} S$; en donde S = Área en Km².

Para propósitos hidrometeorológicos generales, Linsley - - (1977), recomienda las siguientes densidades mínimas (16):

A) Para regiones planas en zonas tropicales y templadas, -- una estación por cada 600 a 900 Km²

B) Para regiones montañosas en zonas tropicales y templadas, una estación por cada 100 a 250 Km²

c) Para zonas áridas, una estación por cada 1500 a 10000 -- Km².

La densidad debe aumentar cuando los fines son más comple-- jos y se requiere de una caracterización espacial más detallada de los diferentes elementos meteorológicos.

2,3 Clasificación de las Estaciones.

Según la Organización Meteorológica Mundial (O.M.M.), las -

estaciones meteorológicas se clasifican de la siguiente manera:

- a) Estaciones sinópticas (terrestres y marítimas)
- b) Estaciones climatológicas;
- c) Estaciones aeronáuticas;
- d) Estaciones agrícolas;
- e) Estaciones espaciales.

a) Estación Sinóptica, es aquélla en donde se efectúan observaciones meteorológicas para las necesidades de la Meteorología Sinóptica, es decir con el objeto de predecir la futura evolución del tiempo. Las estaciones sinópticas comprenden, por una parte las estaciones de observación de superficie y por otra parte, las estaciones de observación en altitud.

b) Estación Climatológica, suministran datos meteorológicos utilizados en estudios climatológicos. El clima corresponde a las condiciones meteorológicas consideradas en un largo periodo de tiempo. Ciertas estaciones, como por ejemplo, las estaciones sinópticas, no han sido instaladas para proporcionar esta clase de datos. Sin embargo, las informaciones que suministran, pueden ser útiles a la Climatología y, por esta razón, se les --

considera también como estaciones climatológicas,

c) Estación Aeronáutica, se encuentran situadas en los aeródromos. Han sido creadas para cubrir las necesidades particulares de la aviación, pero también pueden realizar observaciones si ópticas y climatológicas.

d) Estación Agrícola, se explotan con el fin de proporcionar asistencia a la agricultura (incluye a la horticultura, ganadería y silvicultura). En este tipo de estaciones se efectúan observaciones especiales o particulares sobre el medio físico, así como observaciones de carácter biológico. Además utilizan las observaciones de los fenómenos meteorológicos que se hacen en las estaciones meteorológicas de todo tipo, (Figura No. 1)

e) Estaciones Especiales, éstas se establecen para evaluar fenómenos meteorológicos particulares. Comprenden las estaciones explotadas para los siguientes fines: observación de parásitos atmosféricos, electricidad atmosférica, localización con radar de nubes e hidrometeoros, medida de la radiación o de la iluminación o de ambas, medida del ozono, microclimatología y química atmosférica.

Cada tipo de estación meteorológica, se subdivide en:

- 1) Auxiliares
- 2) Ordinarias
- 3) Principales

Esto según la cantidad de variables atmosféricas cuantificadas (16).

También las estaciones pueden ser de Altitud y Superficie, según el nivel de observación y terrestres, aéreas y marítimas según el lugar de observación.

Las estaciones climatológicas también pueden clasificarse según la SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos), como de primero, segundo, tercero y cuarto orden, según se observen todos los datos de los elementos del tiempo o solo algunos.

2.4 Normas para el establecimiento de las estaciones meteorológicas.

En general, las condiciones que ha de satisfacer una estación son:

- a) Frecuente circulación del aire y buena visibilidad en todas direcciones.
- b) Ubicada en un lugar despejado, es decir lejos de edificios o árboles, que pueden alterar la radiación solar, temperatura y viento.
- c) Alejada de obstáculos susceptibles de producir remolinos. Esta condición es importante para la medición de lluvia y viento.
- d) Terreno nivelado y cubierto con pasto para evitar al máximo la absorción de calor.
- e) Qué esté cercana al observador, es decir que halla fácil acceso a ella.
- f) Rodeada con malla ciclónica, que en su parte superior -- tenga alambre de púas (por seguridad).
- g) En relación a la insolación: todo obstáculo natural o artificial, quedará a una distancia equivalente a 20 veces su altura; en base al viento, 10 veces su altura.

- h) De preferencia, el terreno debe estar cerca a una fuente de energía eléctrica para los aparatos que trabajan por medio de un impulso eléctrico.
- i) El lugar debe estar lejos de cables de alta tensión, para que no exista interferencia en los aparatos de impulso eléctrico.
- j) Conviene rodear a la estación con una franja de terreno de 50 centímetros, que tenga cobertura predominante del lugar que representa.
- k) Localizada en un lugar, cuyas condiciones físicas y legales aseguren que la estación permanecerá en ese lugar, - por un número indefinido de años.

En cuanto a la forma de la estación, esta puede ser cuadrada, si se trata de una estación meteorológica termopluviométrica o termoevaporpluviométrica. Pero si se trata de una estación - - agrometeorológica, la OMM (Organización Meteorológica Mundial), recomienda la forma circular. { *Figuras No. 2, 3 y 4* }

Los diámetros de una estación agrometeorológica, pueden ser de 25, 30 y 50 metros que son los que recomienda la OMM, para --

que de acuerdo con las necesidades y posibilidades de disponibilidad territorial, se instale la más adecuada (10).

2.5 Cuidados.

A) Debe realizarse una supervisión y evaluación periódica, a fin de determinar,

a) que los instrumentos estén en buen estado y perfectamente calibrados.

b) que los observadores sean competentes y responsables.

c) que exista uniformidad en los métodos de observación y en la compilación de ésta, en base a los instructivos.

3.- LA OBSERVACION METEOROLOGICA

Las observaciones meteorológicas de superficie se efectúan al nivel del suelo, al nivel del mar o bien en sus proximidades.

Hay dos tipos de observaciones: Las sensoriales y las instrumentales. Las primeras son las que nuestros sentidos y principalmente la vista nos permiten hacer, como por ejemplo la observación de nubes (18). Sin embargo nuestros sentidos no bastan y tenemos que recurrir al uso de instrumentos para llevar a cabo dichas observaciones, éstas son las llamadas instrumentales, por ejemplo para cuantificar la precipitación es necesario utilizar un pluviómetro o pluviógrafo.

3.1 Tipos de Observaciones Meteorológicas

- a) Observaciones sinópticas
- b) Observaciones climatológicas
- c) Observaciones para la aeronáutica
- d) Observaciones para la agricultura
- e) Observaciones especiales

a) Observaciones sinópticas.- Comprenden los siguientes ele

mentos:

- Tiempo presente y tiempo pasado;
- Dirección y velocidad del viento.
- Nubosidad, tipo de nubes y altura de la base de las nubes;
- Visibilidad;
- Temperatura del aire;
- Humedad;
- Presión atmosférica

b) Observaciones Climatológicas, - Los elementos que comprenden son:

- Tiempo
- Viento
- Nubosidad, tipo de nubes y altura de la base de las nubes
- Visibilidad
- Temperatura (incluidas las temperaturas extremas)
- Humedad
- Presión atmosférica
- Precipitación
- Suelo nevado
- Insolación

- Temperatura del suelo

c) Observaciones para la aeronáutica.- Las observaciones hechas en los aeródromos tienen por objeto cubrir las necesidades de la aviación.

d) Observaciones para la agricultura.- Comprende observaciones del medio ambiente, tales como:

- Temperatura y humedad del aire a diferentes niveles,
- Temperatura del suelo,
- Humedad del suelo a diversas profundidades,
- Turbulencia y mezcla de aire en las capas más bajas,
- Hidrometeoros (Escarcha, Rocio, Etc.)
- Insolación y radiación,
- Evapotranspiración.

Este programa comprende asimismo, observaciones de carácter biológico referentes, principalmente al crecimiento y rendimiento de las plantas y de los animales (18). Relacionarlos daños provocados directamente por los fenómenos meteorológicos o causados por enfermedades o plagas.

e) Observaciones especiales. La naturaleza de los elementos meteorológicos observados en cada estación de observación creada para fines especiales depende del objetivo para el cual ha sido creada la estación.

3.2 Horas de las Observaciones.

Es necesario realizar lo más rápido posible la medida de los elementos meteorológicos considerados en una estación sinóptica - de superficie. Para este tipo de estaciones, la hora real de observación es la de la lectura del barómetro.

La hora normal de observación, es la hora adoptada internacionalmente en las resoluciones de la OMM. (Organización Meteorológica Mundial).

La hora oficial de observación, es la hora oficial fijada -- por la dirección del Servicio Meteorológico interesado. Esta hora debe estar lo más cerca posible de la hora normal de observación..

Por razones prácticas, es costumbre, en meteorología, utilizar el ciclo de 24 horas. Medianoche o el comienzo del día está-

señalado por 0000. Para las seis de la mañana se indica 0600, mientras que 1600 corresponde a las seis de la tarde. Hay que notar que no se utiliza 2400 para indicar medianoche.-

Las horas normales principales para las observaciones sinópticas de superficie, son 000, 0600, 1200 y 1800 TMG (Tiempo Meridiano e Greenwich) y las horas normales intermedias son 0300, 0900, 1500 y 2100 TMG. Por lo que a estas horas debe hacerse la lectura del Barómetro. La observación de los otros elementos distintos de la presión atmosférica, deberá hacerse durante los diez minutos que preceden a cada una de estas horas.

4.- INSTRUMENTAL METEOROLOGICO

4.1.- Características.

Todo instrumento científico es un dispositivo diseñado y -
construido para determinar el valor de cada uno de los elemen-
tos que caracterizan físicamente a los fenómenos naturales, - -
cuando tal valor no puede ser determinado directamente por los-
sentidos humanos. En otras palabras, un instrumento científico
transforma los efectos indeterminables sensorialmente, en otros
equivalentes que si impresionen nuestros sentidos. Por ejemplo,
la presión atmosférica está cambiando de valor continuamente, -
pero ni la vista, ni el oído, ni el tacto, ni el gusto, ni el -
olfato perciben tales cambios y mucho menos perciben su magni-
tud, mientras que en presencia de un barómetro de mercurio, la
longitud de la columna mercurial, hará intelegible a través de
la vista, el valor de la presión que en un momento dado y por -
los cambios sucesivos que tal longitud experimente, se podrá co-
nocer el cambio de valor de la presión atmosférica en un cierto
lapso.

Independientemente de las operaciones que ejecute un cier-
to instrumento para hacer accesibles a nuestros sentidos el va-

lor del elemento que se desea determinar e independientemente de su precisión y construcción, un instrumento no deja de ser más - que el medio del que nos servimos para descifrar el mensaje que los fenómenos naturales envían a la inteligencia a través de los sentidos, para entenderlos. Por lo que cualquier instrumento de estar esencialmente dotado de una parte que reaccione a los efectos inducidos por el elemento que ha de medirse y de otra, - en la que la respuesta o reacción instrumental sea convertida en contrastes fácilmente perceptibles con nuestros sentidos. A la primera se le denomina elemento sensible y a la segunda escala.

(20)

Las características deseables de todo instrumento científico, son: precisión, exactitud, sensibilidad, simplicidad, durabilidad y bajo costo. Antes de hablar de las características específicas de los instrumentos meteorológicos, vale la pena esclarecer el significado de cada uno de los términos anteriores.

En primer lugar, hay que distinguir claramente entre precisión y exactitud. Precisión, es la cualidad del instrumento de facilitar la determinación del valor de un elemento físico cualquiera, en términos de el menor valor fraccionario de la unidad que sea perceptible o deseable, en tanto que exactitud, es la →

cualidad del instrumento derivada de su grado de inalterabilidad, que permite establecer en todo momento el valor real del elemento que se mide dentro de los límites de precisión establecidos, o la de aquel instrumento que aunque experimenta alteraciones en sus partes que lo constituyen, al compararse con un instrumento patrón en las mismas condiciones, arroja diferencias constantes que permiten determinar el valor real del elemento que se mide a partir de las lecturas del instrumento común. La inalterabilidad de un instrumento, se refiere a esa cualidad que lo hace resistente a los desajustes debido a su operación o al cambio de las condiciones en que trabaja y como consecuencia, la inalterabilidad está íntima y directamente relacionada con la exactitud del instrumento y con la durabilidad funcional del mismo.

La sensibilidad, está relacionada a las reacciones del instrumento asociadas con los cambios de valor del elemento que se mide, dentro de los límites de su precisión. Es muy común confundir el significado de exactitud y de sensibilidad, sin embargo, no todo instrumento exacto es suficientemente sensible, ni todo instrumento sensible es suficientemente exacto. Un instrumento es sensible, cuando como consecuencia de un pequeño cambio de valor en el elemento que se mide, en su escala se produ-

ce un cambio que impresiona fuertemente nuestros sentidos,

Los demás términos se explican de por sí, de tal manera que el término simplicidad, hace alusión no solamente a lo sencillo - de sus mecanismos que hace que su operación se efectúe con la mínima participación humana, sino a la facilidad que el mismo ofrece para la obtención del valor el elemento que ha de medirse. Duración significa construcción robusta y bajo costo, se refiere o tiene como consecuencia la facilidad de adquisición y reposición de los instrumentos.

Aún cuando en términos generales, las características de los instrumentos meteorológicos deben ser las mismas que las que corresponden a todo instrumento científico, deberán considerarse -- las particulares condiciones bajo las cuales son operados, para fijarlas específicamente. Considérese que en un laboratorio los instrumentos son operados por personal con amplia preparación científica, no están expuestos a los daños y errores motivados -- por elementos tales como la lluvia, el polvo, etc. y sus desajustes y daños son reparados y corregidos por personal competente -- que dispone de talleres bien equipados en las inmediaciones del laboratorio; los instrumentos meteorológicos, por el contrario, son operados por observadores que en muchos casos son descuidados por falta de preparación; por necesidad, los instrumentos meteorológicos

lógicos están expuestos a las inclemencias del tiempo y los desperfectos que sufren son reparados en la mayoría de los casos, en talleres situados a miles de kilómetros del lugar en el que son operados.

Todo instrumento meteorológico, está dotado de las siguientes características: precisión, exactitud y sensibilidad, comunes a todo buen instrumento científico, el extremo que esta última cualidad obliga a que algunos instrumentos como el barógrafo, sean dotados de amortiguadores para suprimir los efectos -- que ejercen en ellos, las vibraciones de poca amplitud producidas por la maquinaria que funciona en sus inmediaciones o por movimientos telúricos, a fin de que puedan funcionar correctamente en el sitio en el que se instalen, a pesar de tales vibraciones. Además de esas características por las razones mencionadas anteriormente, los instrumentos meteorológicos deben estar dotados también y de manera predominante de las características de simplicidad, inalterabilidad y durabilidad, para que -- en base a la primera de esas características su operación pueda efectuarla cualquier individuo con mínima preparación y para -- que en base a la segunda, se reduzcan al mínimo los reajustes -- que se efectúan solamente en un laboratorio y para que por la -- tercera de tales características se garantice el funcionamiento

ininterrumpido y durable del instrumento.

Las técnicas de diseño y fabricación del instrumento meteorológico están tan desarrolladas, que todo instrumento que sale de la fábrica, sale de ella con las mejores características de funcionamiento de que puede estar dotado en la actualidad un instrumento, además de que la producción en masa, ha abatido sus costos. Para que el empleo de los instrumentos sea congruente con el esfuerzo industrial de producirlo dentro de las más elevadas normas de perfección, se hace necesario que las técnicas para su operación sean fijadas de manera de conservar lo mejor y lo más largamente posible las características de su fabricación. En suma se puede decir, que todo instrumento meteorológico " siente " los efectos del elemento a cuya medida se destina por medición de su parte sensible y nos lo hace sentir con su escala, todo instrumento meteorológico es fabricado para medir con precisión y exactitud el valor de un determinado elemento de la observación en un momento dado, y para cuantificar por efecto de su sensibilidad, los más pequeños cambios que dicho valor experimente dentro de los límites de su precisión. La exactitud con la que la fabricante ha dotado a un cierto instrumento, sólo puede disfrutarse y mantenerse mediante una correcta exposición y mediante una escrupulosa y adecuada operación del instrumento que-

involucra su recalibración periódica. (20)

4.2.- Clasificación del instrumental meteorológico.

4.2.1 De Lectura Directa.

Los instrumentos de lectura directa, están basados en la alteración que sufre un elemento sensible cuando interviene un elemento meteorológico. Por ejemplo, el heliógrafo por intervención de la luz solar quema el papel; los termómetros por cambios de temperatura, contraen o dilatan el líquido que contienen, el pluviómetro ante la lluvia altera su contenido, etc. (Figura No. 5)

4.2.2. De Registro

Los instrumentos registradores, están estructurados de tal forma que se distinguen tres partes: a) Elemento sensible, b) Elemento transmisor-amplificador y c. Elemento registrador.

a) Elemento sensible: Debido a la intervención de un elemento meteorológico, sufre alteraciones en su forma o en sus características físicas. (Figura No. 6)

b) Elemento transmisor-amplificador: Ampliá y transmite al elemento registrador, la alteración del elemento sensible, de -- tal manera, que dicha alteración se represente como un cambio en longitud o en un ángulo. Esto se realiza por medio de un artificio mecánico o eléctrico.

c) Elemento registrador: Este elemento es accionado por un mecanismo de relojería, que permite imprimir en una gráfica o -- banda de papel, una sucesión de puntos representativos de las alteraciones del elemento sensible. Como las alteraciones, son -- continuas, la sucesión de puntos constituye una línea que representa las variaciones experimentadas por algún elemento meteorológico (temperatura, humedad, presión atmosférica, e.c.) en un tiempo determinado. (16)

El mecanismo de relojería (cronométrico) hace girar un ci lindro o tambor, sobre el cual se sujeta la gráfica que recibe -- la traza producida por una plumilla inscriptora. Este mecanismo de relojería, puede estar en el interior del tambor, para hacerlo girar contra un eje dentado fijo a la base del instrumento. También puede estar fijo a la base para hacer girar al tambor -- por medio de los engranes adecuados.

Según del instrumento que se trate, el tambor puede dar una revolución (vuelta) en 24 horas, o en una semana, o aún en un mes. Generalmente los usados en Meteorología tardan una semana en dar una vuelta completa. Este dato se puede verificar observando la parte superior de la gráfica para ver sus graduaciones. Las líneas en forma de arco que tienen las gráficas representan las unidades de tiempo (horas, días, etc), Los instrumentos - semanales tienen intervalos cada dos horas. Las líneas horizontales que corren a lo largo de la gráfica tienen por objeto valorizar la traza obtenida, es decir en ellas se anotan las unidades de medición del elemento meteorológico en cuestión (temperatura °C, para presión atmosférica mb, para humedad relativa %, etc.) (21)

4.2.2.1 Cambio de Gráfica de un instrumento registrador

Para cambiar la gráfica de un instrumento registrador se debe seguir con el siguiente procedimiento:

- a) Separar la plumilla de la gráfica por medio de la palanca respectiva.

- b) Abrir la cubierta del instrumento.

- c) Tomar el tambor de la parte superior para sacarlo de su lugar. Si presentara resistencia, debe girarse un poco para soltar el engrane y después levantarlo hasta liberar el eje. En algunos instrumentos el tambor se fija al eje por un tornillo y sólo se quita en caso de reparación.
- d) Abrir los broches que sujetan la gráfica y quitarla.
- e) Dar cuerda al mecanismo de relojería.
- f) Colocar una gráfica nueva, teniendo cuidado de asentarla bien con el borde inferior del tambor y sujetarla nuevamente con los broches para ese fin.
- g) Colocar el tambor nuevamente en su lugar, haciéndolo girar hasta que la aguja indique la hora de ese momento. Para evitar errores en este dato, puede iniciarse la observación a una hora exacta.
- h) Entintar la plumilla. Si la tinta sobrante estuviera sucia, debe lavarse la plumilla con alcohol etílico.

i) Colocar el instrumento en su lugar.

j) Colocar la plumilla en contacto directo con el papel de la gráfica.

k) Antes de colocar la gráfica, la persona que efectúe el cambio, deberá anotar lo siguiente:

+ Nombre de la Estación. También pueden anotarse las iniciales del observador.

+ Año, mes, día y hora. Se usará siempre la hora oficial del lugar.

+ Número de serie del instrumento.

4.2.2.2. Manejo y cuidados de un instrumento registrador.

Todos los días al hacerse la observación, debe controlarse el reloj del tambor giratorio. Esto debe hacerse comparando la hora indicada por la posición de la plumilla en la gráfica, con la hora oficial de la estación. Si se observa que el reloj del instrumento se está adelantando o retrasando, lo mejor es enviar el mecanismo de relojería a que sea revisado por un buen relojero. El observador no debe intentar hacer reparaciones de ningún

na especie en el mecanismo de relojería.

Además de llenar la plumilla con tinta cada vez que se cambie la gráfica, también debe hacerse cuando la traza esté saliendo de color muy débil. La tinta de estos aparatos registradores es especial, hecha por el fabricante del instrumento. Si se utiliza otra clase de tinta, la pluma puede corroerse y esto dará como resultado una gráfica difusa y poco clara. Por este motivo, es responsabilidad del observador encargado, asegurarse de que haya en la estación una reserva de tinta especial para instrumentos registradores.

En caso de faltar tinta, es preferible dejar de hacer observaciones y no utilizar tinta cualquiera. Al poner la tinta, debe cuidarse de no intentar las partes exteriores de la plumilla, ya que esto hace que se colecten impurezas y polvo en ella y que describa una traza poco exacta.

Cada día, al hacer el control de hora, debe moverse suavemente la plumilla con la mano, en sentido vertical, para hacer una pequeña raya que muestre en la gráfica el momento en que se hizo este control.

Una vez que la gráfica ha sido cambiada, la plumilla entintada y todo el mecanismo ha quedado listo para seguir trabajando, debe cerrarse la cubierta del instrumento y golpearse suavemente con la mano, en su parte superior. Esto se hace con objeto de que el brazo que sostiene la plumilla vibre un poco y elimine cualquier entorpecimiento por fricción. (21).

Cada vez que se observe el instrumento, hay que verificar que la tinta esté fluyendo correctamente al papel y si el reloj está marchando.

Cuando el trazo de la plumilla sea demasiado grueso o irregular, debe cambiarse por otra nueva. Al hacerlo debe tenerse cuidado de no doblar el brazo que la sostiene. Este brazo tiene una longitud precisa y bien determinada, que es la necesaria para que describa una curva correcta sobre la gráfica. Si el brazo se dobla, esta longitud cambia y trae como consecuencia errores en el trazo. Para cambiar la plumilla, hay que sostener el brazo con la mano derecha y jalar la plumilla horizontalmente. Si la plumilla aún está en buen estado y su mal funcionamiento se debe a falta de limpieza, se puede proceder a limpiarla, siguiendo los siguientes pasos:

- a) Quitarla del brazo del instrumento y secarla con papel secante.
- b) Lavarla con alcohol etílico. A falta de éste, puede usarse gasolina o en último caso, agua pura.
- c) Secarla perfectamente.
- d) Colocarla nuevamente en el brazo y llenarse de tinta.

La tinta que se usa para estos instrumentos, contiene glicerina, la que es altamente higroscópica (absorbe agua de la atmósfera) por lo que tiende a diluirse y el trazo va apareciendo cada vez de un color más débil. Para evitar esto, hay que limpiar la pluma y llenarse con tinta nueva.

El observador no deberá aceitar nunca el instrumento, sobre todo el mecanismo de relojería, pues un exceso de aceite perjudica al instrumento, entorpeciendo sus indicaciones.

5.- RADIACION SOLAR

5.1.- Importancia de la Radiación Solar.

La cantidad de energía proveniente del sol, que en forma de ondas electromagnéticas, llega a la tierra, es decir la Radiación Solar, juega un papel de suma importancia para todas las formas de vida terrestre. Ya que de hecho la radiación solar es la fuente de energía más importante para la tierra. Gracias a esta energía se llevan a cabo los procesos tan importantes como la evaporación de los mares, lagos y ríos, la condensación de las nubes, lo que produce precipitaciones, los movimientos de grandes masas de aire (vientos), de ella depende la realización de la fotosíntesis y determina el fotoperíodo.

La energía necesaria para mantener la vida en la tierra, proviene del Sol, ya sea actuando directamente por medio de las plantas verdes o indirectamente a través de otros organismos, los cuales, excepto las bacterias quimiosintéticas, dependen en última instancia, de los compuestos orgánicos sintetizados por las plantas verdes. La clorofila gracias a su capacidad de absorber la radiación solar y convertirla en energía química contenida en las moléculas simples de azúcar, constituye el vínculo -

de unión esencial entre casi todos los organismos vivientes y la energía solar. Además, la luz ejerce varios efectos simultáneos en las plantas, especialmente en la diferenciación de los tejidos y los órganos. (5)

Tomando en cuenta el fotoperíodo vegetal, o sea, la respuesta de las plantas a diferentes duraciones diarias de luz solar, las plantas se clasifican en tres grandes grupos:

1º Plantas de fotoperíodo largo. Requieren una duración del día de más de 12 horas; por ejemplo: espinaca, lechuga, remolacha, rábano, trébol, quelite, trigo, avena, cebada, lenteja y berenjena.

2º Plantas de Fotoperíodo corto. Requieren una duración del día igual o menor de 12 horas; por ejemplo: camote, crisantemo, fresa, violeta, tabaco, algodón, soya y sorgo entre otros.
(23)

3º Plantas indiferentes. Florecen y fructifican normalmente tanto en épocas de días cortos como de días largos, por ejemplo: maíz, chicharo, tomate, girasol, chile, frijol, melón, calabacín, sandía y pepino entre otros.

El primer grupo, comprende los cultivos de las zonas templadas del ciclo agrícola de verano, ya que durante esta época, el día tiene una duración de más de 12 horas.

El segundo grupo, comprende a las especies originarias de las zonas intertropicales, en las cuales el día durante todo el año, tiene una duración próxima a las 12 horas (cultivos tropicales en general). (23)

5.2. Instrumentos para su medición

5.2.1 Heliografo de Campbell Stokes

Este instrumento consiste esencialmente de un plato base, mesilla, soporte de la esfera con un tazón metálico fijo y una esfera de vidrio macizo de 10 cm. de diámetro. En el lado interior el tazón metálico, está provisto con tres pares de ranuras, las cuales sirven para colocar las tiras provistas con una división horaria. A medida que el sol se va moviendo en el cielo, este foco va recorriendo la banda o cartulina sensible que se ha ya fijado en el tazón metálico paralela al vidrio, en semicírculo. La concentración del foco luminoso y calorífico, va trazando por carbonización una línea oscura más o menos acentuada según la in-

tensidad de los rayos luminosos. En la banda están marcadas - las horas y las medias horas del día. Cuando la luz del sol - se muestra intermitente debido a la presencia de nubes, el fo- co luminoso no actúa, por tanto el trazo quemado queda interrumpido. Si la nubosidad desaparece, vuelve a reanudarse la carbonización de la cartulina. La suma de las longitudes de las líneas quemadas da el tiempo total de la luminosidad solar o insolación del día correspondiente. (Figura No. 7)

5.2.1.1 Instalación.

Este instrumento se monta en un lugar despejado, en el -- cual no existan obstáculos que oculten el sol. Debe estar - - ajustado a la latitud geográfica de la estación; para este fin el instrumento trae para compensar el ángulo de incidencia por la forma esferoide de la tierra, una escala marcada indicando diversas latitudes. La superficie base, debe ser muy estable, de tal manera que la temperatura, viento y humedad o vibraciones, no puedan afectar su nivelación. Por lo tanto la madera no es un material recomendable para este fin, siendo lo más -- adecuado usar, mampostería o aún metal. (19)

La abertura del tazón tiene que mirar hacia el Ecuador, -

ésto es, cuando se instala al instrumento en el hemisferio norte, tiene que mirar hacia el sur y cuando se instala en el hemisferio sur, tiene que mirar hacia el norte.

5.2.1.2 Nivelación

Aflojando alternativamente las tuercas niveladoras, puede efectuarse la nivelación; ésto se logra cuando la burbuja del nivel se encuentra en el centro del círculo interior del nivel. Cuando se logra ésto, se fija el aparato al plato base por medio de las tuercas retentoras. Esto se efectúa sobre una base a una altura de 1.2 m.

5.2.1.3 Tipos de Bandas y su colocación.

Las bandas del Heliógrafo o Heliogramas, son franjas zonales planas suficientemente estrechas, para que una vez curvadas, coincidan casi con la ranura de la esfera. Generalmente son de color azul oscuro, con una división horaria y media horaria, - - tienen diferentes formas para ser usadas de acuerdo a la época del año. Las tiras rectas, están destinadas para el par de ranuras superiores y las tiras curvas largas, para el par de ranuras más bajo del tazón. (19)

En el hemisferio norte, se emplea la banda curva corta - - (Banda de invierno), para el período comprendido entre el 13 de octubre y el 28 ó 29 de febrero. La banda recta (Equinoccial), se utiliza para el período que va del 1° de marzo al 12 de abril y también para el comprendido entre el 1° de septiembre y el 12 de octubre. Y la Banda larga y curva (Banda de verano), se emplea para el período que va del 13 de abril al 31 de agosto. (Figura No. 8)

La colocación de las tiras, tiene que ser efectuada en forma tal que la línea de mediodía coincida exactamente con la línea de mediodía marcada en blanco sobre el tazón. El tazón tiene tres agujeros taladrados, de acuerdo a la tira que esté en uso, el seguro de metal suspendido en el tazón por una cadena, tiene que ser insertado desde afuera, hacia uno de los tres agujeros, para que perfore la tira sujetándola.

5.2.1.4 Lectura

Cuando el sol ha brillado ininterrumpidamente, es fácil -- contar las horas de insolación, gracias a las divisiones marcadas en las Bandas.

Para contar las registradas en una banda en la que existen varias interrupciones, a causa de períodos de nubosidad, se procede de la siguiente manera: se toma una banda de papel o cartulina con un borde bien cortado y se coloca al lado de la banda sacada del heliógrafo y con un lápiz bien afilado y duro se -- van marcando las longitudes quemadas, pero de una manera seguida, es decir, unas a continuación de otras, por lo que hay que desplazar el papel en cada medición.

Hay que tener en cuenta que como la imagen del sol no es un punto matemático, sino un círculo, se debe tomar como origen final de cada trecho carbonizado, los centros de los semicírculos en que termine. A continuación se coloca la tira de papel sobre la misma banda, que así se utiliza como escala graduada - medidora y precisamente en la línea del arco quemándose y se -- aprecia cuanto suman las horas de insolación eficaz, resultado que se anota en el cuaderno de las observaciones diarias. En - ocasiones no es necesaria esta operación, ya que a simple vista pueden contarse en la banda las horas de insolación (3).

5.2.1.5 Cuidados del instrumento

La esfera de cristal, debe limpiarse con una tela que no -

suelte peluza, para evitar que se raye. Si amenaza una fuerte helada, es recomendable frotarla con un anticongelante, para evitar que sea cubierta por hielo. La glicerina es un medio apropiado para este fin. También las ranuras del tazón deben limpiarse, ya que acumulan suciedad, esto se hace con un palillo de madera a fin que las tiras sean puestas fácilmente.

(19)

5.2.2. Heliofanógrafo de Jordan

Registra al igual que el heliógrafo de Campbell - Stokes, la duración de la insolación y no su intensidad calorífica. Está constituido por dos semicilindros, en cuyo interior se colocan dos tiras de papel sensible fotográfico. Un rayo de luz entra a uno de los dos semicilindros por medio de un orificio, esto ocurre en las mañanas y por la tarde entra al otro. Y va imprimiendo el papel en el que están señaladas las horas del día. (Figura no. 10)

5.2.3 Piranómetro Bellani

Este instrumento, da una medida de la radiación solar to-

tal. Puede colocarse sobre o justo sobre el nivel del suelo, La radiación de onda corta que cae sobre el instrumento, pasará a través de la cúpula de vidrio y se transformará en calor sobre la intersección por medio de una esfera de cobre ennegrecida. El calor evapora el líquido dentro de la esfera, normalmente - - agua o alcohol. La esfera es montada sobre la parte superior de un tubo de vidrio graduado el cual sobresale dentro de la esfera sobre la parte superior de un tubo de vidrio graduado, el cual - sobresale dentro de la esfera sobre el nivel del líquido. La -- cantidad de líquido que condensa en el tubo, dá una medida de la cantidad de radiación recibida. El reajuste se hace simplemente mediante la inversión del instrumento. La diferencia de las lec turas en el tubo graduado antes y después del reajuste de la can tidad del líquido condensado. Esta lectura necesita ser multi-- plicada por el factor de calibración para el instrumento y el me dio ambiente local. El factor de calibración es dependiente de la temperatura.

Se necesita la calibración bajo condiciones de campo mediante el uso de un Solarímetro, lo cual restringe la aplicación a - gran escala a menos que sea factible programar la calibración es pecial que cubra las diferentes estaciones del año.

5.2.4 Actinógrafos

Son instrumentos que miden y registran la radiación solar,-

lar. Hay dos tipos. El Pireheliógrafo y el Piranógrafo. (Fig. No. 11)

5.2.4.1 Pireheliógrafo

Registra la intensidad calorífica de la radiación solar directa, que incide en forma perpendicular a una superficie receptora. La unidad comunmente utilizada es la caloría por centímetro cuadrado por minuto ($\text{cal/cm}^2/\text{min}$).

El Pireheliógrafo Gorczynski (16) consiste en pares termoeléctricos múltiples (de magnanina y de constanteno), de pilas muy tan sensibles y de pequeñísimas resistencias para ser usadas en un milivoltímetro común que es la otra parte esencial del aparato. Consta también de dispositivos eléctricos y mecánicos-anexos que le permiten hacer el registro automático y continuo de las mediciones hechas.

Su principio de funcionamiento es simple: la soldaduras de los pares termoeléctricos, se exponen directamente a la radiación solar y al calentarse se genera una corriente termoeléctrica, que por medio de un circuito se transmite al voltímetro, es medida y además registrada con el dispositivo destinado para ese

fin.

La corriente generada, es proporcional a la intensidad calorífica de la radiación solar. Por mecanismos especiales, se mantiene a la superficie receptora perpendicular a los rayos solares, además dicha superficie se encuentra en el fondo de un tubo que impide la llegada de la radiación solar difusa, que en este caso no interesa medir.

5.2.4.2 Piranógrafo.

Registra la intensidad de la radiación solar global (radiación directa más la difusa). Consta de un número variable de -- plaquitas negras y blancas alternadas, dispuestas en forma de batería o de estrella, dichas placas están protegidas de la lluvia polvo, etc. por una cúpula de cuarzo o cristal pulido. La radiación solar al incidir en las placas, provoca el calentamiento diferente en las blancas que en las negras, es decir provoca una diferencia de temperatura que es medida por termoelementos colocados debajo de las placas. Estos termoelementos ceden una corriente eléctrica proporcional a la intensidad calorífica de la radiación, misma que es transmitida a los instrumentos de medición y registro calibrado en $\text{cal/cm}^2/\text{min}$.

5.2.5 Radiógrafo

Es un medidor de balance de radiación; es decir, estima la intensidad calorífica de la radiación solar neta, que es la diferencia entre la radiación solar incidente y la emitida por la superficie del suelo, considerando los componentes de onda larga y de onda corta. Consta de dos piranómetros iguales, en posición opuesta, de manera; que uno recibe la radiación incidente y otra la emitida; es decir uno hacía arriba y el otro hacía abajo. El Piranómetro o Solarimétrico colocado hacía abajo, recibe también el nombre de Albedómetro.

6.- TEMPERATURA

6.1 Importancia de la Temperatura

La temperatura constituye un elemento fundamental del tiempo atmosférico, a consecuencia de la irregular distribución de la energía solar, la temperatura del aire presenta grandes variaciones y éstas a su vez, determinan otros significativos cambios del tiempo. (2)

El aire se calienta y enfría muy rápidamente y por lo tanto su temperatura varía también de un modo continuo. La temperatura del aire, es un elemento cuyos efectos se hacen sentir intensamente sobre los cultivos, ya sea en su rendimiento o en el estado sanitario de los mismos.

Todos los procesos fisiológicos y funciones de las plantas se llevan a cabo dentro de ciertos límites de temperatura relativamente estrechos. En general, la vida activa de las plantas superiores, se localiza entre 0°C y 50° C, aún cuando estos límites varían mucho de una especie a otra. Los procesos fisiológicos que se efectúan dentro de una planta, tales como la fotosíntesis, respiración y en general el crecimiento, con frecuencia -

responden en forma diferente a la temperatura, por lo que la temperatura óptima para cada función, si no son limitantes otros factores, puede ser muy diferente.

La distribución de la temperatura a través del año, expresada en medias mensuales, es de gran interés para el estudio de las posibilidades de adaptación de diversas especies a la ecología existente en un lugar dado. De hecho constituye el factor físico más importante en el desarrollo de cualquier especie vegetal. Por lo que es necesario conocer el comportamiento de la temperatura, a lo largo del año, mes y día; es conveniente contar con el valor de temperatura media, máxima y mínima, así como las oscilaciones diurna y anual, para lo cual nos podemos auxiliar del uso de los diferentes termómetros y termógrafos.

6.2 Instrumentos para su medición.

Los instrumentos de Medida de la Temperatura, son los termómetros, cuya construcción está basada en el principio físico de que los cuerpos se dilatan o se contraen, cuando se calientan o se enfrían a una presión constante.

El termómetro, fue uno de los primeros instrumentos que aparecieron, esto tuvo lugar en el año de 1592, Galileo fue su inventor. El instrumento que construyó, no tenía graduaciones. Fue hasta 1720, cuando Gabriel Fahrenheit, físico Aelmán, fue el primero en construir un termómetro de mercurio y fué también el primero en emplear un bulbo cilíndrico en vez de dar al instrumento la forma esférica, hasta entonces conocida. Fahrenheit, ideó una escala en la que el punto de congelación de agua es a 32 grados y la ebullición a 212 grados.

En 1742, Celsius, astrónomo sueco, empleó la escala utilizada en el sistema métrico decimal, es decir dividió en 100 partes iguales la lectura de los grados. El punto de ebullición del agua, quedó marcado en 100 y el de la congelación en 0.

Existe otra escala termométrica llamada Kelvin o absoluta.

En donde el grado de fusión está marcado entre los 273 grados y el de ebullición del agua en los 373 grados.

Las escalas que más se utilizan en la Meteorología, son las de Farenheit y la Celsius.

6.2.1 Termómetro de ambiente.

Consiste esencialmente en un tubo capilar recto, el cual tiene en un extremo, el bulbo lleno de mercurio hasta cierta altura del tubo capilar; en el resto se ha hecho el vacío, con el objeto de que el mercurio pueda subir por su interior libremente.

Con las variaciones de temperatura, el mercurio sufre alteraciones en su volumen que se traducen en desplazamientos de la columna de mercurio,. La mayoría de los termómetros de ambiente, traen en ambos lados de la columna de mercurio, graduaciones -- iguales, bien sean en la escala centígrada o farenheit. Si la escala es centígrada, los valores son desde -10 hasta +50°C.

El uso a que ésta es destinado principalmente, es la obtención

de la temperatura ambiente en un momento dado; pero como es mucho más preciso que el tipo Six de máxima y mínima, también se usa para comparar sus lecturas con las de éstos. (2)

6.1.1 Termómetro de Máxima.

Un tipo especial de termómetro de mercurio, es el llamado de " temperatura máxima ". Se utiliza para determinar cuál ha sido la máxima temperatura en un cierto período de tiempo. El tubo no es uniforme y tiene una parte de mucho menor diámetro cerca del bulbo, que permite que el mercurio pase a través de él, al aumentar la temperatura, ya que la dilatación del mercurio del depósito empuja con suficiente fuerza para vencer la resistencia puesta por el estrechamiento; en cambio cuando la temperatura baja y la masa de mercurio se contrae, la columna se rompe en el estrechamiento, quedando al extremo libre marcando la máxima alcanzada.

Después de haber efectuado la lectura, se sacude con la mano para que la columna quede unido, pasando de nuevo el mercurio por el estrechamiento hacia el depósito. {Figura No. 13}

6.2.3 Termómetro de Mínima.

En este termómetro, se ha sustituido el mercurio por el alcohol incoloro, ya que cuando se requiere medir temperaturas muy-bajas, no se emplea el termómetro de mercurio, sino el que contenga alcohol, el cual se solidifica a los -130 grados centígrados y hierve a los 79 grados centígrados, ésto en comparación con el mercurio que se solidifica a los -39 grados centígrados,

Está construido con tubo de diámetro que contiene alcohol y que permite en su interior, el libre desplazamiento de un índice de porcelana esmaltado en un color brillante de unos 2 cms, de largo. (Figura No. 14)

Su funcionamiento es el siguiente: siendo el alcohol un líquido que moja el vidrio, la columna del alcohol contenida en el tubo, forma en el extremo superior, un menisco cóncavo que tiene una cierta tensión superficial. Cuando la temperatura desciende, el alcohol se contrae, y tiende a depositarse en el bulbo. El índice que estaba en contacto con el extremo derecho de la columna del alcohol es arrastrado hacia el bulbo en virtud de la tensión. Cuando la temperatura vuelve a subir, el alcohol se dilata desplazándose por el tubo, dejando inmóvil el índice que se haya libre-

de la tensión superficial y queda indicando al extremo del índice más alejado al bulbo, la temperatura mínima. La puesta en punto, se realiza inclinado el termómetro con el bulbo hacia arriba y el índice queda en contacto con el mecanismo del alcohol.

6.2.4 Termómetro tipo Six-Bellani

Es un tipo de termómetro bastante utilizado para la obtención de las temperaturas de máxima, mínima y ambiente, fue inventado en 1782 por James Six. Está formado por un tubo en forma de U terminado en sus extremos en dos ampollitas. En la parte inferior del tubo, se encuentra el mercurio en ambas ramas y sobre el mercurio, el Guayacol o alcohol, la ampollita de la izquierda está llena, mientras que la derecha solo contiene la mitad de su capacidad. El mercurio no tiene aquí otro objeto que el de marcar los cambios que sufre el volumen del guayacol o alcohol con la temperatura. Si la temperatura asciende, se dilata al guayacol de la ampollita del lado izquierdo y empuja el mercurio haciéndolo subir en la rama de la derecha. (Figura No. 15)

Si desciende la temperatura, el guayacol de la ampollita llena, se contrae y el mercurio baja en la rama de la derecha.

Dentro del tubo capilar, se encuentran dos índices pequeños metálicos forrados de vidrio y que empujados por el mercurio en su ascenso y descenso indican sobre la escala de temperatura máxima en la rama de la derecha y la mínima en la de la izquierda. La temperatura ambiente, la indica en la punta de ambas columnas de mercurio.

Instalación.- El termómetro de Máxima, se coloca en un soporte que le proporciona un ángulo de 18° de inclinación al bulbo sensor. El termómetro de Mínima, se coloca en un soporte horizontal, los 2 termómetros se sitúan al Centro de la garita, para que el aire circule bien alrededor de ellos. (Figura No. 16)

Su mantenimiento consiste en efectuar una revisión periódica, vigilando que el índice no se pegue y que las columnas no estén fraccionadas, si esto sucede, deben colocarse en agua caliente, hasta que la columna se normalice, nunca deben ponerse a temperaturas superiores a las de su escala, pues hay peligro de estallamiento.

6.2.5 Termómetros de mínima terrestre.

Debido a la variación que se presenta en la temperatura ni

nima tomada dentro de la garita (a 1,5 m. de altura) y la toma da cerca del suelo, es muy conveniente llevar un registro de la " mínima terrestre "; ya que en ocasiones se registrarán heladas cerca del suelo, las cuales no son registrados en la garita y és to es especialmente importante para el control de temperatura de los cultivos bajos, como son: alfalfa, frijol, calabaza y otros.

Estos termómetros se instalan a 10, 20, 30, 40, 50 y 100cms.- del suelo, colocándolos sobre soportes de madera. Se colocan durante la tarde cuando se ha puesto el Sol y se retira por la mañana después de tomar la lectura.

6.2.6 Geotermómetros.

Son termómetros de mercurio al igual que el de temperatura-ambiente. Se instalan a diferentes profundidades. Con la intención de establecer algunas correlaciones con las profundidades - de laboreo del suelo, de humedad y de fertilización.

Están constituidos de una parte sensible, que en tipo "L" - es un bulbo dentro que solo contiene mercurio, el cual asciende por un capilar cuando la temperatura aumenta. Al igual que -

el termómetro de ambiente sobre la columna de vidrio lleva una escala graduada en la superficie y graduada en °C. (Figura No.17)

El geotermómetro tipo "aguijón", lleva la parte sensible cubierta con un metal en forma de punta (de ahí su nombre).

Debe procurarse que el bulbo de estos termómetros, quede en contacto con el suelo. Generalmente se mide la temperatura del suelo a profundidades de 5, 10 15, 25, y 30 centímetros, especificando la clase y textura del mismo. (Figura No. 18)

6.2.7 Termómetro de Alarma,

Este tipo de termómetro, se utiliza regularmente en huertas manzaneras, labores de hortalizas, etc., para conocer la proximidad de que la temperatura baje a cero o más grados centígrados, lo que es perjudicial para muchos cultivos.

En un termómetro con los mismos principios que los anteriores, su cuerpo líquido es de mercurio. Está adaptado para cerrar un circuito eléctrico alimentado con una pila seca de 6.5-voltios que hace sonar un timbre de alarma indicando la temperatura que se está registrando. Estos termómetros son ajustables

para que la alarma suene a la temperatura que se desea.

6.2.8 Termógrafos.

Para propósitos meteorológicos, se pueden usar cualquiera de los siguientes tipos de termógrafos, siempre y cuando ellos se puedan adaptar para cubrir las amplitudes requeridas:

- a) Bimetal
- b) Mercurio en metal
- c) Resistencia eléctrica
- d) Par termoeléctrico.

Los dos primeros tipos, son los más usados en los instrumentos de registro rutinario, por ser más económicos, confiables y fácil de transportar. Sin embargo éstos no son fáciles de adaptarse para registro a distancia. El instrumento de mercurio en metal puede ser usado para el registro a control remoto hasta --cerca de 50 metros y generalmente se prefiere a los otros, debido a que es más simple de operar que los de tipo eléctrico,

Una de las partes importantes del termógrafo, es el elemento cronométrico, el cual proporciona movimiento al tambor, sobre

el cual se coloca la gráfica para el registro continuo de la temperatura. En general, el termógrafo debe ser capaz de operar en un rango de cerca de 60 grados centígrados, o a veces de 80 grados centígrados, si tienen que usarse en climas continentales; - la gráfica debe ser de un tamaño razonable como para poder obtener un valor de escala conveniente, tal que pueda leerse la temperatura hasta 0,2 grados centígrados de aproximación sin dificultad. El error máximo en cualquier punto del rango de un termógrafo, no debe exceder de un grado centígrado. (Figura No. 19)

Los termómetros, son instrumentos registradores, de hecho es un termómetro registrador, en donde el cuerpo o elementos que usa para medir las variaciones de la temperatura, consiste generalmente de dos láminas metálicas superpuestas de bronce e invar (acero y níquel) en forma de espiral o bien en otro tipo con cuerpo líquido como de alcohol, que se encuentra depositado en las dos láminas delgadas de metal inoxidable unidas herméticamente. Al primero se le denomina termógrafo bimetalico y es el más utilizado, al segundo se le llama termógrafo líquido.

6.2.8.1 Termógrafo Bimetalico.

El elemento sensible, lo constituye una placa bimetalica —

curva. La lámina externa es de un metal que se contrae y dilata más que la lámina interna para una misma variación de la temperatura, ésto hace que la placa se encorve más o se enderece y al estar fijo uno de los extremos, el otro tiene un movimiento que se amplifica y transmite a la plumilla inscriptora.

La gráfica se coloca en un tambor que gira 360° en 24 hrs. y las gráficas más utilizadas son las semanales. Debe colocarse en el centro del abrigo meteorológico y nunca en contacto con alguna de las paredes. (Figura No. 6)

6.2.8.2 Termógrafo de Alcohol.

El elemento sensible, lo constituye un tubo curvo metálico de sección elíptica lleno de alcohol, de manera que al elevarse la temperatura, el alcohol se dilata y tiende a nederezar al tubo; como el tubo no está fijo en uno de sus extremos, en el extremo libre se genera un movimiento que es amplificado y transmitido (mediante un juego de palancas), a una plumilla que inscribirá líneas continuas sobre una gráfica que va unida al tambor, el cual se mueve gracias a un sistema de relojería. De esta manera, se obtiene un termograma que indica la marcha de la temperatura a través del tiempo.

Debe considerarse que los termógrafos no son instrumentos muy precisos y requieren ser ajustados y comparados frecuentemen

te con termómetros de mercurio. Sin embargo, la gráfica sobre las variaciones de la temperatura son aceptables y muy útiles para investigación agrícola.

Comparación de los termógrafos.- Las lecturas de un termógrafo, deben comprobarse frecuentemente por medio de termómetros de control. Un método conveniente para este propósito es usar como referencias los termómetros estándar de máxima y mínima. Al hacer tales comparaciones, se tiene que recordar que algunos tipos de termógrafos tienen coeficiente de retardo muy distinto a los otros termómetros. En tales casos las comparaciones deben restringirse a situaciones en las cuales no hay cambios rápidos de la temperatura del aire. Un método recomendado para calibrar un termógrafo es probarlo en una cámara termostática en el laboratorio. Estas calibraciones deben realizarse cuando menos una vez cada dos años.

6.3 Lectura de Termómetros.

Los termómetros deben ser leídos tan rápidamente como sea posible de acuerdo con la precisión deseada con objeto de evitar cambios de temperatura debido a la presencia del observador. Co-

mo el mecanismo del líquido o índice y escala del termómetro no están en el mismo plano, se deben tomar precauciones para evitar errores de paralaje. Todo ésto no se podrá evitar a menos que el observador se asegure de que su línea visual sea recta con relación al mecanismo o índice y a la vez perpendicular al vástago del termómetro.

Debido a que las escalas de los termómetros normalmente están subdivididas de medio en medio grado o bien en quintos de grado, las aproximaciones al décimo más cercano, lo cual es esencial en psicometría, debe hacerse por estimación. La corrección para los errores de la escala, si es que la escala tiene error debe aplicarse a las lecturas. La precisión de las lecturas de los termómetros de máxima y de mínima se aproximará al grado entero más cercano, en estos termómetros, las correcciones si son lo suficientemente grandes para ser apreciadas, deben aplicarse a la lectura antes de efectuar el redondeo al grado más próximo. Los termómetros de máxima y mínima, deben ser leídos y dejarse listos para la próxima lectura. Las lecturas deben ser comparadas frecuentemente con las de los termómetros ordinarios para estar seguros de que en éstos no se han desarrollado errores serios.

7.- PRESION ATMOSFERICA

7.1 Importancia de la presión Atmosférica,

Técnicamente la presión se define como fuerza por unidad de superficie (7). En el caso de la atmósfera, la fuerza viene determinada realmente, por el número y velocidad de las moléculas del aire al chocar contra una superficie dada, generalmente un centímetro cuadrado. Normalmente, cuando la presión del aire aumenta, es debido a que existen más moléculas en un determinado volumen y cuando disminuya es porque existen menos, es decir su densidad es menor.

La importancia de la presión atmosférica, radica en que es el " motor " de la dinámica atmosférica en general; ya que debido a que existen zonas de diferente presión atmosférica se dá el movimiento de las masas de aire, es decir los vientos y éstos a su vez transportan grandes cantidades de calor y vapor de agua y al efectuarse dicho transporte, se dá un equilibrio térmico. El conocimiento del valor de la presión atmosférica, es un lugar y momento determinado, es de vital importancia en los trabajos de predicción del tiempo atmosférico, ya que hay una relación clara entre ambos, generalmente una alta presión atmosférica, se asocia con cielos despejados, ambiente seco y baja probabilidad de lluvia; en cambio una baja presión atmosférica, nos puede avisar mal tiempo, lluvia o tormenta.

Así se tiene que entre una de las causas de la existencia de las zonas áridas de México, está precisamente, su situación latitudinal, ya que como el país se encuentra entre los 14° y los 32° latitud norte, está afectado en su porción boreal por el cinturón de las altas presiones subtropicales del Hemisferio Norte, que consiste en dos enormes celdas anticiclónicas: la del Atlántico o Bermuda Azores y la del Pacífico Norte. A lo largo de esta faja, el aire es descendente y se opone a todo tipo de precipitación (lluvia, nieve o granizo) (9),

7.2 Instrumentos para su medición

7.2.1 Barómetro Tipo Fortín

Consiste en un tubo de vidrio con uno de sus extremos cerrado y abierto del otro, lleno de mercurio e invertido en una cubeta que también contiene mercurio. El extremo superior de la columna de mercurio contenida en el tubo, recibe el nombre de " mecanismo ". La característica más importante de este barómetro, es que se puede subir o bajar la superficie del mercurio dentro de la cubeta, ésto mediante un tornillo. (Figura No. 20)

La cubeta, consiste esencialmente de un pequeño tubo de vi

drio en su parte superior; de tres piezas de madera y un fondo de cuero de gamuza de camello. La tapa superior de la cubeta es de madera y posee una punta de marfil, cuyo extremo sirve como la marca cero de la escala del barómetro. Por medio del tornillo de ajuste, es posible hacer subir o bajar el fondo movable, lo cual se traduce en un movimiento hacia abajo de la superficie libre del mercurio, dentro de la cubeta. (Figura No. 21)

La parte interior de madera de la cubeta, está hecha de dos partes (dos camisas) con el objeto de facilitar las operaciones de limpieza del instrumento, las cuales se mantienen unidas por medio de cuatro tornillos.

El tubo de vidrio del barómetro, entra a la cubeta a través de la abertura central. El tubo tiene una pequeña construcción en esta parte, para que se pueda colocar un ajuste de cuero fino y suave. Este cuero tiene dos objetivos:

- a) Dejar pasar el aire al interior de la cubeta
- b) Impedir que el mercurio salga de la cubeta, cuando el instrumento sea invertido para su transporte.

La parte exterior de la cubeta, está hecha de metal y tiene

como objetivo proteger la cubeta, al mismo tiempo que sirve como soporte al tornillo de ajuste.

El tubo del barómetro, que es de vidrio, está dentro de un tubo exterior metálico, el cual tiene varias funciones, tales como:

- a) Protege el tubo de vidrio del instrumento
- b) En él se monta la escala de medida
- c) Posee la ranura a lo largo de la cual, se va a mover el " vernier " que se usa para hacer las mediciones.
- d) Lleva el termómetro adjunto del instrumento, en él que se lee la temperatura del barómetro.
- e) Como el instrumento se coloca verticalmente, colgado desde su parte superior, este tubo soporta todo el peso del barómetro.

La escala que sirve para medir la longitud de la columna mercurial, se encuentra, ya sea grabada directamente en el tubo metálico o en una placa metálica que está ajustada sobre el tubo metálico por medio de tornillos. El vernier puede ser deslizado hacia arriba o hacia abajo, por medio de un tornillo lateral que el instrumento tiene para ese objeto.

El Barómetro tipo Fortín, presenta las siguientes ventajas:

- 1) Precisión
- 2) Permite observar las dos superficies de mercurio, cuya diferencia de niveles va a ser medida.

Pero también presenta las siguientes desventajas:

- 1) Tanto la cubeta como el mercurio contenido en ella, necesitan ser limpiados con frecuencia.
- 2) La observación de la presión atmosférica requiere dos ajustes: el de la punta de marfil y el del vernier en la escala superior. Este inconveniente es de menor importancia, pero puede llegar a tener valor en estaciones en donde el personal encargado de hacer las observaciones no tienen suficiente entrenamiento o disponen de poco tiempo para hacer la observación.

7.2.1.1 Correcciones necesarias al barómetro tipo Fortín

Todas las lecturas del barómetro de mercurio, deben reducirse a las condiciones normales, al nivel del mar, de latitud y de

temperatura, En consecuencia, tras la lectura del barómetro -
deben hacerse las siguientes correcciones:

- a) Corrección por elevación
- b) Corrección por temperatura
- c) Corrección por latitud (es decir por gravedad)
- d) Corrección instrumental

La presión en la estación, será la observada tras haber si-
do corregida.

a) Corrección por elevación,-- A menos que el barómetro- -
este instalado a nivel del mar, siempre nos dará lecturas infe-
riores a las que obtendríamos a dicho nivel, ya que la presión-
disminuye con la altura (6). Todas las lecturas barométricas-
deben ser reducidas a nivel del mar sumándoles la adecuada co--
rrección por elevación.

La presión normal, es aproximadamente de 30 pulgadas, a 900
pies, sería un treintavo inferior, es decir de unas 29 pulgadas.
Un barómetro instalado en un barco cuyo puente esté a 30 pies --
sobre el mar, tendría una corrección de 0,3 pulgadas, como la --
precisión con que se hacen las lecturas del barómetro es de una-
centésima de pulgada, dicha corrección representa una diferencia

significativa, está corrección es siempre positiva.

b) Corrección por temperatura.- El mercurio de un barómetro se dilata o contrae, lo mismo que el de un termómetro. En consecuencia las lecturas deben hacerse refiriéndose a una temperatura determinada, para el barómetro de mercurio es la de 0°C o 32°F ; por tanto cuando la lectura se haga a una temperatura superior a la mencionada, como el mercurio siempre estará dilatado y por tanto más alto en el interior del tubo; la corrección será negativa, es decir deberá restarse de la lectura hecha con objeto de obtener la lectura normal; si por el contrario la temperatura es inferior, la corrección será editiva, con objeto de compensar la contracción del mercurio y obtener la lectura normal.

A la temperatura de 0°C , la corrección será nula. Todos los barómetros de mercurio llevan un termómetro adjunto que indica la temperatura a que se hace la lectura y tablas de ajuste que proporciona el fabricante.

c) Corrección por latitud o gravedad.- Como la tierra es un poco aplastada en los polos y se ensancha hacia el Ecuador, la fuerza de gravedad es mayor cerca de los polos y es menor en el Ecuador, lo que determina un aparente aumento o disminución

respectivamente de la densidad del mercurio. La corrección por lo tanto será positiva para aquellos lugares situados por encima de los 45° de latitud y negativa para aquellos que estén por debajo (como lo es el país); siendo nula a los 45° de latitud norte o sur. (Tablas de corrección de gravedad)

b) Corrección instrumental.- Esta varía de acuerdo al modelo del instrumento utilizado y se encuentra por comparación con un barómetro estándar, tales comparaciones las lleva a cabo el - SMN (Servicio Meteorológico Nacional).

7.2.2 Barómetro Aneroide

Es otro instrumento que mide las variaciones de la presión atmosférica, es de lectura directa. Las dos partes esenciales de este instrumento son: una cámara metálica cerrada en donde se ha hecho el vacío y un sistema de resortes o muelles que no permite que la cápsula metálica se colase bajo los efectos de la presión atmosférica. La cámara metálica, recibe el nombre de cápsula de vidi, y es una aleación de cobre y berilio. (Figura No.22)

Aunque este tipo de barómetros es menos confiable, el barómetro aneroides, tiene las ventajas sobre los barómetros de mercurio

rio de ser más compacto y por lo tanto fácilmente transportable, lo cual lo hace particularmente conveniente para ser utilizado tanto en el mar como en el campo.

En la actualidad, con las mejoras logradas en la tecnología de los materiales, ya se pueden construir cápsulas aneroides suficientemente rígidas, como para eliminar la utilización de resortes o muelles. A cualquier presión dada, habrá un equilibrio entre la fuerza debida al resorte y la presión externa. La cámara aneróide se puede fabricar de diferentes tamaños. (Figura No. 23)

Los principales requerimientos para un buen barómetro aneróide, son los que a continuación se citan:

a) Deberá estar compensado por temperatura, de tal modo que las lecturas no cambien más de 0.5 mb (milibares) para un cambio de temperatura de 30°C.

b) Los errores de escala en cualquier punto, no deberán exceder de 0.5 mb y deberán permanecer dentro de esta tolerancia sobre períodos de cuando menos un año, cuando estén sujetos a un uso normal.

c) Deberán ser capaces de soportar los riesgos normales -- cuando se vean sujetos a cambios de un sitio a otro, sin introducir inexactitudes que estén fuera de los límites especificados anteriormente.

Un barómetro aneroides, no debe estar a la intemperie, sino en una habitación con el fin de evitar que los rayos solares le den directamente. Un aneroides de buena calidad, bien tratado y comprobado con un barómetro de mercurio, puede medir la presión atmosférica con bastante exactitud para las necesidades de una Estación Meteorológica modesta. La corrección de escala con el tornillo de afinación, no se ha de efectuar sino cuando el error sea de varios milímetros. (2). Si éste es pequeño, es -- preferible no corregir el instrumento a cada momento y llevar cuenta del error que se sumará a las presiones que se lean.

Este error se ha de determinar periódicamente, ya sea en un laboratorio adecuado, ya consultando la carta oficial del -- tiempo. Para ésto se consulta la carta generalmente a las 7:00 A.M., para ver que presión corresponde en ella al lugar de la observación. La diferencia entre este valor sacado de la carta y el que se obtiene reduciendo al nivel del mar la presión leída en el aneroides será la corrección que se habrá de aplicar a

las lecturas del aparato,

7.2.3 Barógrafo

El mecanismo del barógrafo, es similar al barómetro Aneroid, en el que los efectos de los cambios de presión sobre la Cámara vacía se comunican a un largo brazo, terminando en una plumilla que amplie los movimientos. La punta descansa sobre un tambor giratorio y va trazando en forma de línea continua sobre una hoja de papel registradora que rodea al tambor, los valores de la presión; la hoja está calibrada verticalmente en unidades de presión y horizontalmente en horas. Se le dá cuerda y pone a tiempo con una llave espacial que el aparato trae consigo,

7.2.3.1 Instalación y Métodos de observación del Barógrafo.

El barógrafo, debe instalarse en un sitio en el cual se encuentre protegido de cambios bruscos de la temperatura, contra vibraciones y contra el polvo, no debe estar expuesto a los rayos directos del Sol y montado sobre un hule espuma, para protegerlo aún mejor contra vibraciones,(7) La iluminación deberá ser homogénea para poder efectuar las lecturas con facilidad, -

para lo cual sea tal vez necesario utilizar iluminación artificial.

Si un barógrafo es enviado a una estación localizada en las proximidades del nivel del mar, el brazo del barógrafo debe desconectarse y deben tomarse las precauciones del caso para que el instrumento no se exponga a un valor de presión que se encuentre más allá del rango de éste.

7.2.4 Microbarógrafo

Ha sido desarrollado un barógrafo muy sensible que permite llevar a cabo directamente, lecturas de presión, con una precisión de centésimas de pulgada (décima de milibar). Se conoce con el nombre de Microbarógrafo. (7) Y en la actualidad es de uso más común que el propio barógrafo.

7.2.4.1 Lectura de Barógrafos y Microbarógrafos

Existen varios tipos de gráficas para ser usadas en los barógrafos. Pueden estar graduadas en pulgadas de mercurio o milibares. La gráfica que debe usarse en el barógrafo es aque

lla que está graduada en las mismas unidades de la escala del barómetro de mercurio que exista en la estación.

Si el barómetro de mercurio está graduado en pulgadas de mercurio, por ejemplo y las gráficas disponibles en la estación están graduadas en milibares, antes de comparar las indicaciones del barógrafo con la presión de la estación, obtenida del barómetro de mercurio, debe convertirse la presión de la estación a pulgadas de mercurio,

Lo más común, es que las gráficas se encuentren graduadas en pulgadas de mercurio, por la facilidad que presenta el hacer sus lecturas. Por este motivo se tratarán solo las gráficas graduadas en pulgadas de mercurio.

Existen dos tipos de gráficas: a) Las que están graduadas de modo que en una pulgada de mercurio, está representada por una pulgada en la gráfica y b) Las que están graduadas de modo que una pulgada de mercurio está representada por dos pulgadas y media en la gráfica. Las primeras son usadas en los barógrafos y las segundas en los microbarógrafos.

En las del barógrafo, la graduación está hecha de tal modo

que el espacio entre línea y línea, representa una diferencia de 0.05 pulgadas de mercurio, en la presión atmosférica.

Por consiguiente, dos espacios consecutivos representan una diferencia de 0.1 pulgadas de mercurio. Con gráficas graduadas de este modo, es posible leer fácilmente con una aproximación de 5 centésimas de pulgada.

En los microbarógrafos, se usan gráficas de escalas aumentadas, en las que una pulgada de diferencia en la presión atmosférica, está representada por dos pulgadas y media en la gráfica. En estas gráficas, el espacio más pequeño que queda entre dos -- líneas horizontales consecutivas, representa una diferencia de - 0.02 pulgadas de mercurio, de diferencia en la presión.

8.- VIENTO

8.1 Importancia del Viento.

Se dá el nombre de viento al movimiento horizontal de las masas de aire. El viento, es una magnitud vectorial, es decir - que tiene tres dimensiones, a saber: dirección, intensidad y sentido, en el estudio del viento, interesan dos aspectos: su dirección y su velocidad. Se entiende por " dirección del viento ", el lugar de procedencia, es decir de dónde viene. La velocidad es una relación entre espacio recorrido por unidad de tiempo.

Son muy variados los efectos del viento sobre los cultivos, pero casi siempre a este elemento del tiempo se le asocia con -- los daños que provoca. Sin embargo, se pueden dividir en: a) efectos benéficos y b) efectos perjudiciales sobre los cultivos.

(2) Por lo que se tiene:

a) Efectos benéficos:

- evita las heladas de irradiación.
- Contribuye a la diseminación del polen y fecundación de - flores.

- dispersa las neblinas y nubes que limitan la insolación
- Cuando es moderado, induce al enraizamiento más profundo y fuerte de las plantas, así como el fortalecimiento del tallo.
- es un estimulante para el encañamiento de los cereales, siempre que sea moderado
- si es seco ayuda al almacenamiento de granos y henificación de pasturas.

b) Efectos perjudiciales:

- destrozos mecánicos en los sembradíos y plantaciones, - tales como el acame de cereales, tira flores, hojas y - frutos, quiebra ramas, o arrancado total de las plantas, etc.
- ensarta semillas de malezas
- transporta plagas y enfermedades
- erosiona los suelos agrícolas
- Si es seco, provoca heladas por evaporación
- a cierta magnitud disminuye la eficacia del riego por - aspersión y de las fumigaciones

Al viento, casi nunca se le reconoce importancia agrícola

o bien se le menosprecia por la falta del conocimiento de su influencia en el rendimiento de los cultivos. (16) Por mencionar solo unos casos, en México, en el área de La Ventosa, - Oax., los vientos fuertes que se registran durante todo el año imposibilitan el desarrollo de una agricultura convencional -- sin rompevientos. En gran parte del estado de Veracruz, más - del 60% de las cosechas potenciales de mango (*Mangifera india-* ca) se pierden debido a los famosos vientos llamados " nor- - tes ". En los estados de Nayarit y Sinaloa y en algunos otros, los fuertes vientos de enero y febrero, provocan grandes pérdidas en las floraciones tempranas; es común en estas zonas, encontrar que muchos árboles no tienen flores ni frutos en su mitad superior, debido a que el viento ha tirado flores y fru- - tos.

El desarrollo de la fruticultura en México, no debe con- - templarse sin la debida introducción de cortinas rompevientos. (4) Esto en los lugares en donde el viento afecte negativamente el rendimiento de los árboles frutales.

Otros autores, reconocen tres maneras mediante las cuales el viento afecta el crecimiento de las plantas, tales como: en

la transpiración, fotosíntesis y efectos mecánicos sobre las hojas y ramas.

8.2 Instrumentos para su medición

8.2.1 Anemoscopio o Veleta

Es un instrumento que mide la dirección del viento. Es -- probablemente el instrumento más antiguo que se conoce, ya que se utilizaba desde hace varios siglos.

Fundamentalmente, la veleta o anemoscopio consiste en un - cuerpo que gira alrededor de un eje, bajo el impulso del vien-- to. Está montado asimétricamente en su eje y se encuentra li-- bre para girar alrededor de él, indicando la Dirección del Vien to en la Rosa de los Vientos de 16 puntos Cardinales. *[Figura No. 24]*

Características de una buena veleta:

a) Deberá tener poco peso, a fin de que tenga un momento - de inercia y pueda responder en forma rápida a los cambios de - dirección del viento y que no tenga tendencia a mecesre.

b) Debe girar alrededor de su eje con tan poca fricción -- como sea posible, por lo que se recomienda el uso de rodamientos de acero.

c) el eje debe estar colocado en forma absolutamente vertical, a fin de evitar que la veleta tenga tendencia a marcar preferentemente una dirección. (Figura No. 25)

d) Tamaño grande para lograr un movimiento de giro adecuado de tal forma que responda a vientos muy ligeros.

8.2.2 Anemómetro

a) Anemómetro de Cazoletas tipo Robinson

Es el más utilizado, consta de tres cazoletas o copas, cuyas cavidades están dirigidas en el mismo sentido y que por medio de tres brazos horizontales, se conectan a un eje vertical de rotación, al que hacen girar cuando sopla el viento. (16). Dicho eje, termina en un tornillo sin fin que engrana en una rueda dentada, en cuyo centro va otro tornillo sin fin que comunica el movimiento a dos carátulas, una interior y otra exterior, que señalan respectivamente decenas de kilómetros reco-

rridos y kilómetros con decimas.

Si se quiere saber la velocidad media del viento (v), entre dos tiempo (t_1 y t_2) para los cuales se tienen sus recorridos respectivos (K_1 y K_2) se aplica la siguiente fórmula:

$$v = \frac{K_2 - K_1}{t_2 - t_1} \quad (\text{km/hr})$$

El anemómetro puede llevar una veleta integrada con el fin de observar la dirección del viento, la que se indica en los 16 puntos cardinales, que se pueden ver en la Rosa de los Vientos,

8.2.3 Anemógrafo

Hay varios tipos de anemógrafos, el que más se utiliza es el de Dines, en el cual el viento actúa simultáneamente por compresión (en un tubo de pitot fijo en la veleta, de cara al viento) y por succión (en unos orificios del tubo de bajada) una campana flotante dentro de un depósito cerrado y a medio llenar de agua, recibe en su interior la compresión y la succión se ejerce en el aire comprendido entre la campana y la montura externa, el resultado son movimientos verticales de la campana, los que se comunican a la pluma inscriptora de la veloci-

idad. (Figura No. 27)

En el anemógrafo de Steffens, hay un tubo horizontal orientado según la dirección del viento y por el cual pasa el aire -- por el interior de una cañería y ejerce presión en un flotador - que es levantado más o menos según la fuerza del viento. La presión que se ejerce es proporcional a la densidad del aire y al cuadrado de la velocidad. Si la velocidad se expresa en kilómetros por hora y la presión P en kilogramos por metro cuadrado, - la fórmula aproximada que liga ambos elementos, es la siguiente:

$$P = 0,0094 v^2$$

Estos aparatos son registradores y dan ya sea la velocidad o la presión, según se desee. El flotador reposa en un tanque de agua interior, el cual está aislado del tubo central por donde penetra la corriente de aire que empuja al primero hacia arriba.

El flotador que es levantado a causa de la presión que ejerce el viento que entra por el tubo, lleva en la parte superior - una varilla con un estilete y una pluma que va señalando en una-

gráfica, la velocidad correspondiente. De esta manera se puede registrar la presión en kilogramos por metro cuadrado o la velocidad del viento, la dirección del viento se registra por medio de plumas que van moviendo al girar la veleta alrededor de su eje. (Figura No. 28)

8.2.4 Anemocinémógrafo

Es un instrumento que registra simultáneamente la dirección y recorrido del viento y además la velocidad de las ráfagas del mismo.

Tanto el recorrido como la dirección del viento, se registran de la misma manera que la descrita para el anemógrafo. La velocidad del viento se mide de la siguiente manera: por el centro del eje horizontal de la veleta, se encuentra un tubo cuya punta coincide con la de la veleta y por la cual entra el viento ejerciendo presión. Esta presión es transmitida por medio del tubo, hasta un depósito donde se encuentra un flotador, el cual es levantado, más o menos, dependiendo de la magnitud de la presión ejercida, la cual es proporcional al cuadrado de la velocidad del viento; por esta razón es posible medir la velocidad del viento midiendo su presión.

El flotador, lleva en la parte superior una varilla con un estilete y una pluma, la cual va señalando en papel enrollado - alrededor de un tambor animado de un movimiento de relojería, a la velocidad correspondiente,

La velocidad, el recorrido y la dirección, pueden ser registradas en una sola banda de papel enrollado en su tambor que dá una vuelta cada 24 horas.

La forma de determinar la velocidad media del viento, Con el anemocinógrafo más moderno se elimina el uso de las cazoletas y del flotador, ambos son sustituidos por una hélice de eje horizontal que va colocada en la punta anterior de la veleta, = que tiene un cuerpo aerodinámico más grande pero ligero, la veleta gira alrededor de un eje vertical y coloca a la hélice con la dirección que sople el viento. Según la velocidad instantánea del viento, la hélice dará más o menos vueltas y se creará poca o mucha corriente en el generador a que está conectado. Esta cantidad de corriente generada, es proporcional a la velocidad del viento y por lo tanto, se amplifica y transmite al -- elemento registrador que la deja indicada como velocidad en -- km/hr. o m/seg.

La hélice además, está conectada a un circuito eléctrico - que se cierra cada cierto número de revoluciones de la misma y - que representan 1000 metros recorridos por el viento. Al cerrarse el circuito, se engendra una corriente eléctrica que hace que una plumilla inscriptora efectúa el trazo de una " rayita " en la gráfica respectiva, de manera que cada " rayita " representa 1000 metros recorridos por el viento. Al terminar el trazo, se vuelve a abrir el circuito.

9.- HUMEDAD ATMOSFERICA

9.1 Importancia de la Humedad Atmosférica

La humedad atmosférica, es la cantidad de vapor de agua que contiene la atmósfera. Esta en su gran mayoría procede de la -- evaporación de mares y en menor medida de la transpiración de vegetales.

El vapor de agua, aunque invisible, existe siempre en la atmósfera en mayor o en menor cantidad (0 a 5% en volumen) tiene un poder absorbente, más elevado que el del aire, de ahí que el aire húmedo se calienta más que el aire seco. Los procesos de -- evaporación, condensación y precipitación son de vital importancia para la vida vegetal: nubes, nieblas, lluvia, nieve, escar-- cha, rocío, etc., son hidrometeoros que influyen de manera decisiva en los ciclos vegetativos.

Ciertas especies de plantas son muy sensibles al aire seco-- y por consiguiente, sólo se encuentran en regiones en donde la -- humedad es siempre alta. A estas plantas se les llama " higrofi-- tas ". (5) El aire húmedo también es favorable para el desarrollo de hongos, los cuales muchas veces presentan comportamiento--

plaga en lugares donde la humedad es elevada. Por lo común el tiempo nublado prolongado o una serie de chubascos durante un período breve, permite que mohos y otros parásitos se diseminen rápidamente en los cultivos.

Los musgos y líquenes secos, absorben la humedad de la atmósfera sin condensación previa. En general, la abundancia de estas plantas, especialmente las especies que crecen sobre la roca o sobre las cortezas de los árboles, está en proporción directa con la humedad atmosférica. (5)

Las condiciones de temperatura y contenido de vapor de agua en las capas próximas del suelo, son de importancia extraordinaria desde el punto de vista agrícola y forestal. Es muy interesante para la agricultura, conocer el tiempo atmosférico que se puede esperar en uno, dos o más días, ya que ciertas labores agrícolas dependen en gran medida del tiempo reinante. Desde el punto de vista biológico, se sabe que las condiciones óptimas para la aparición de una plaga o una enfermedad, van íntimamente ligadas a las condiciones de temperatura y humedad atmosférica. El origen de incendios forestales, está estrechamente relacionado con el grado de sequedad del ambiente y con las altas temperaturas del aire. (2) Por lo que es necesario cuantificar

ficar la humedad existente en la atmósfera en un momento dado, para ésto se utilizan diversos instrumentos que a continuación se citan.

9.2 Instrumentos para su medición

9.2.1 Psicrómetro

Es un instrumento cuyo funcionamiento se basa en el enfriamiento producido por la evaporación del agua, la rapidez de esta evaporación, a igualdad de circunstancias depende de la humedad atmosférica. Si se observan simultáneamente dos termómetros uno con bulbo desnudo o bulbo seco y otro con el bulbo envuelto en una muselina húmeda, éste último marcará una temperatura más baja que la del primero, tanto más baja cuanto más rápida sea la evaporación; es decir, cuanto más seco está el aire. El conjunto de los dos termómetros, seco y húmedo, constituye el Psicrómetro. (*Figura No. 29, 30, 31, 32*)

Es conveniente mojar la muselina al tiempo de hacer la observación y para ésto se emplea un vaso de agua para proceder a un mojado completo y después se retira a un lado, para que no influya en la humedad de la cercanía del osicrómetro. En tiempo

frío, cuando el termómetro húmedo desciende bajo cero, el agua se hiela en él y hay que tomar en cuenta varias circunstancias: en el momento de helarse la muselina, el termómetro húmedo se pone repentinamente a 0°C pudiendo darse el caso de que su temperatura sea durante un buen rato superior a la del termómetro seco. Entonces hay que esperar para leerlos, a que se haya alcanzado el bajo descenso antes indicado y no es raro el caso de tener que esperar 15 minutos o más para conseguirlo. El Psicrómetro se instala en el interior del abrigo meteorológico.

Las lecturas del termómetro húmedo, deben hacerse a intervalos de 10 a 20 segundos, hasta que dos lecturas consecutivas den la misma temperatura. Para facilitar la ventilación, se recurre al tipo de psicrómetro llamado de "honda", en donde todo el instrumento se hace girar rápidamente hasta que se obtiene la lectura del húmedo. (13) En otro tipo de psicrómetro, se lanza una corriente de aire sobre el termómetro húmedo, mediante una presión normal ejercida sobre una pera de goma; con esto se evita tener que voltear los termómetros.

A partir de esto se han construido tablas que permiten obtener, tanto humedades relativas como el punto de rocío del aire, hasta anotar la lectura del termómetro seco y la diferencia

entre ésta y la correspondiente al húmedo, conocida con el nombre de " depresión " del termómetro húmedo, para obtener en las tablas psicrométricas los mencionados datos del aire. Las tablas psicrométricas, aparecen en el apéndice.

9.2.2 Polímetro

Es un instrumento que sirve para medir diferentes valores meteorológicos; humedad relativa, temperatura, punto de rocío, presión de vapor. El nombre de polímetro se le dá por la gran variedad de medidas que pueden hacerse con él,

El aparato se compone en esencia de un buen higrómetro de cabellos y de un termómetro tipo meteorológico. El higrómetro consta de un haz de cabellos de mujer rubia, cuyas modificaciones de longitud (según el aire esté húmedo o seco) producen el movimiento de una aguja que se desplaza sobre un limbo, el cual lleva en su parte superior unas divisiones que indican Números-grado (Ng) y en la inferior otras correspondientes a tanto por ciento de humedad, (Figura No. 33)

El termómetro lleva dos escalas: La de la izquierda, dividida en grados centígrados (de + 50°C a -30°C), y la de la dere-

cha, en milímetros de tensión máxima de vapor (la tensión de vapor es función de la temperatura) y va graduada desde 70 milímetros hasta 0.6 milímetros. La citada escala de números por grado (grados higrométricos), comprende de 0 a 30 grados.



La escala de humedad relativa, va dentro de una cápsula circular de metal, con protección de cristal; encima de ella, y sobre una platina de bronce va colocado el termómetro.

9.2.2.1 Manejo del Polímetro.

Hay que tener sumo cuidado de que el aparato no esté expuesto a los rayos solares, ni a las lluvias. Por lo que debe instalarse dentro de la garita meteorológica, con paredes de persiana y pintada de blanco. En el caso de no disponer de garita, el aparato podría colocarse sobre una pared orientada al norte (a la sombra), donde no le dé el sol y no sobre la pared directamente, sino sobre una placa de madera,

Es conveniente regenerar el haz de cabellos; para esto se envuelve el aparato durante unos 30 minutos en un paño mojado, la indicación que marque la aguja tiene que llegar hasta el 95 por ciento y en el caso de no ser así, debe corregirse con un-

tornillo regulador que se encuentra en la parte superior del instrumento.

Para determinar el punto de rocío con el polímetro, es necesario tener en cuenta la división de los números-grado, mediante las siguientes consideraciones: cuando la temperatura del termómetro esté entre 0° y 10° , se lee en la punta derecha, el correspondiente número-grado y para valores mayores a 10° en la punta izquierda. Esta forma se sigue en el intervalo que abarca desde los 0° hasta los 20° y para valores superiores a éste último para valores inferiores a los 0° sería necesario extracolorar los correspondientes números-grado. Restando de la temperatura dada por el termómetro los números-grado así obtenidos, tenemos la temperatura del punto de rocío, denominada por T_d ,

Una vez conocida la temperatura del punto de rocío, se lee en la escala de la derecha del termómetro y frente a dicho T_d , el valor de la tensión de vapor: S Haciendo lo mismo para la temperatura que da el termómetro se obtiene el valor de la tensión de saturación: s

El déficit de saturación es igual a la diferencia entre la tensión de saturación y la tensión de vapor: $0 + S - s$.

9.2.2.2. Cuidados del Polímetro,

El polímetro, requiere sencillos cuidados, tales como:

- + limpiar el polvo y suciedad del eje de la aguja indicadora, para lo que se puede utilizar un pincelito fino o una pluma de ave sumergida en gasolina pura.

- + Cada dos semanas, hay que regenerar el haz de cabellos

- + Nunca debe exponerse a los rayos del sol.

- + No someterlo a muy altas temperaturas, ya que se puede desecar el haz de cabellos, o por el contrario someterlo a bajas temperaturas, ya que se puede escarchar.

9.2.3 Higrometros

Los Higrometros, son instrumentos que miden la humedad del aire. Hay diferentes tipos, según sirvan para determinar la humedad absoluta, el punto de rocío o la humedad relativa,

La humedad absoluta, se mide con higrómetros de absorción,

Consisten en una serie de tubos de vidrio en forma de "U" que contienen sustancias higroscópicas muy absorbentes, tales como fragmentos de piedra pómez, cloruro cálcico, etc., a través de los cuales se hace pasar por aspiración un volumen conocido de aire; por ejemplo, un metro cúbico. Pesando los citados tubos antes y después del paso de la corriente del aire, el aumento de peso, indica el vapor que ha pasado por ellos y ha sido absorbido, o sea la humedad absoluta en gramos.

La humedad relativa la indica el higrómetro de cabello, en donde la parte sensible está constituida por haz de cabellos de mujer rubia. Dichos cabellos tienen la propiedad de variar su longitud de acuerdo al contenido de vapor en la atmósfera. (3) Se dice que los japoneses, durante la II Guerra Mundial, tuvieron grandes dificultades para construir estos aparatos, debido a la poca frecuencia con que aparece el carácter rubio en los cabellos de su población. (17) Ni los cabellos morenos, ni los masculinos, por su baja sensibilidad, sirven para estos fines.

9,2,3,1 Mantenimiento del Higrómetro de Cabello

Se ha observado que este tipo de higrometro, pierde exactitud si es expuesto a un clima excesivamente seco por un tiempo

largo, pero si el instrumento es expuesto después a una atmósfera húmeda, tiende a perder este defecto y en pocas horas recorre su ajuste original. Para evitar este error, es conveniente que en los climas secos los higrómetros sean expuestos a una atmósfera relativamente húmeda durante varias horas. El procedimiento puede hacerse una vez al mes.

Los cabellos deben ser limpiados frecuentemente. Esto puede hacerse por medio de un pincel, es recomendable que sean lavados con agua destilada, no debe utilizarse ninguna otra clase de líquido, ni debe tocarse con los dedos, ya que los cabellos volverían a ensuciarse. Al humedecer los cabellos, el instrumento deberá indicar alrededor del 95 por ciento de humedad relativa.

La vida útil de los cabellos, es difícil de definir. Dependerá del cuidado que se tenga al limpiarlos y de la pureza de la atmósfera en que esté trabajando el instrumento y puede llegar a ser de muchos años.

La única manera de llegar a determinar si la indicación del higrómetro de cabello está dentro de los límites de tolerancia, es comparando su lectura con la de un instrumento que ten-

gamos la seguridad de que está funcionando correctamente, pero cuando se observe que las lecturas del higrómetro tienen errores de consideración, debe enviarse al fabricante o a una persona autorizada, para recalibrarlo.

9.2.4 Higrógrafo

Es prácticamente un higrómetro, solamente que va unido a un sistema registrador, en donde la plumilla va graficando sobre el cilindro las variaciones de la humedad relativa, ya sea en un día, semana o aún en un mes. El mecanismo para transmitir el alargamiento del haz de cabellos a la aguja inscriptora, varía de unos instrumentos a otros. En unos el cabello está sujeto por sus extremos y tenso, en su punto medio sufre una tracción mediante un resorte y el movimiento del punto medio al acortarse o alargarse el cabello se transmite a la aguja. En otros, el haz de cabellos está estirado longitudinalmente por un resorte y el movimiento del borde libre y tenso del haz, se transmite por un juego de palancas. (3) La razón de respuesta de un higrógrafo de cabello, depende considerablemente de la temperatura del aire. (21) A -10°C el retardo del instrumento es aproximadamente tres veces mayor que el retardo a los 10°C . Para las temperaturas entre 0° y 30°C y humedades relativas entre 20 y 80%, un buen

higrógrafo debe indicar dentro de un período de 3 minutos el 90% del cambio. (Figura No. 6)

9.2.4.1 Exposición y Manejo del Higrógrafo.

Debe exponerse en el interior de un abrigo meteorológico. Debido a que el amoniaco destruye el cabello rápidamente, es necesario evitar la exposición del higrógrafo de cabello cerca de un estable o plantas industriales, en donde se use amoniaco. El cabello debe ser lavado a intervalos frecuentes con agua destilada, usando un cepillo suave para remover el polvo acumulado. Cuando el instrumento se está limpiando, no debe ser tocado en ningún momento por los dedos.

10.- EVAPORACION

10.1 Importancia de la Evaporación.

Todos los depósitos y corrientes de agua, como son los océanos, lagos, ríos, presas, etc., están afectados por el fenómeno de evaporación, el cual es influenciado por varios factores, tales como: radiación solar, temperatura, viento y humedad del aire. La evaporación, consiste en la transformación lenta de un líquido en vapor. Se distingue de la ebullición en que en ésta se producen los vapores a la vez en toda la masa, mientras que en aquella la evaporación ocurre únicamente en la superficie del líquido.

El agua que extraen del suelo las raíces de los vegetales, sube hasta las hojas donde se transforma, en su mayor parte, en vapor de agua escapándose a la atmósfera por los estomas, (18) - Esta emisión de vapor de agua por las hojas de las plantas, se conoce con el nombre de transpiración.

Algunas veces se utiliza el término de " evaporación " para describir los diferentes procesos físicos por los que el agua líquida se transforma en vapor de agua. Por lo tanto, este término abarca tanto la transpiración de las plantas como la vaporización del agua de las superficies líquidas y del suelo. Pero en-

este caso, es más correcto utilizar el término evapotranspiración

Es indispensable medir la velocidad de evaporación y de transpiración para poder determinar la cantidad de agua disponible para ser utilizada por las plantas, es decir para poder determinar la periodicidad y dimensión de las láminas de riego.

10.2 Instrumentos para su medición

La OMM (Organización Mundial de Meteorología) recomienda que las estaciones de meteorología agrícola, efectuen siempre -- que sea posible, registros continuos de evaporación. Las medidas deben ser hechas de tal forma que sean representativas de la evaporación en superficie del suelo y de la transpiración de las -- plantas.

Existen principalmente tres métodos directos para medir la evaporación:

- a) Midiendo la variación de peso de una muestra de terreno.
- b) Observando la pérdida de agua de una superficie porosa humedecida.
- c) Observando el descenso de nivel de una superficie de agua

expuesta al aire libre en un depósito o tanque.

Las medidas obtenidas al aplicar estos diferentes métodos, no son comparables. Para poder comparar las medidas de evaporación efectuadas en lugares diferentes, es indispensable utilizar instrumentos idénticos instalados en condiciones similares.

Utilizando el método a) se puede obtener información verdaderamente representativa del proceso natural de evaporación de la superficie del suelo; sin embargo es necesario tomar un cierto número de precauciones cuando se efectúen las medidas. Dichas precauciones son: Se toma una muestra del terreno, de tamaño conveniente, para que se pueda pesar con precisión y que se separe con facilidad del terreno circundante; se introduce con la menor alteración posible en un recipiente que encaje perfectamente en el hueco dejado por la muestra. Este recipiente debe ser mal conductor del calor.

Este método no es muy práctico para la observación ordinaria, pues hace falta transportar la muestra al interior de la estación cada vez que deba pesarse y esto requiere una manipulación con mucho cuidado.

Se ha simplificado el método anterior, tomando una muestra superficial del terreno y colocándola en el platillo de una balanza de lectura directa dispuesta en una garita que impide la penetración en su interior de los rayos solares y de la lluvia, pero sin obstaculizar la ventilación natural. (18) Sin embargo este método no da resultados verdaderamente representativos de la evaporación que se tendría con la misma muestra a condiciones naturales.

b) Para medir la pérdida de agua de una superficie porosa-humedecida, se utiliza un Atmómetro o Evaporímetro de Piche.

10.2.1 Evaporímetro de Piche.- Consiste en un tubo de vidrio de 300 milímetros de longitud y sección circular de 14.4 milímetros de diámetro, cerrado por un extremo y abierto por el otro. Se llena de agua destilada o de lluvia; su extremo abierto se tapa mediante un disco de papel secante de unos 30 milímetros de diámetro sujeto por una arandela de alambre. El tubo lleva una graduación creciente de arriba hacia abajo. Por lectura directa se aprecia la cantidad de agua evaporada a través de la superficie del papel secante. (2) Así se controla el grado de avidez de agua que tiene el aire (su poder evaporante)

que suele denominarse " evaporación potencial " y que es independiente del agua que haya en el suelo o en la vegetación, cuya - evaporación sería efectiva o " real " .

Instalación.- El aparato se cuelga dentro de la garita meteorológica donde van los termómetros, con la boca abierta, tapada por el disco de papel secante colocada hacia abajo. El disco impide que el agua se derrame, si bien se impregna de ella y permite su evaporación.

La temperatura y al grado de sequedad de la masa de aire -- del interior de la garita influirá en la rapidez de evaporación de agua, independientemente de cómo esté de húmedo el suelo y la cubierta vegetal.

La evaporación será prácticamente nula, si se produce un -- temporal de lluvia, por alcanzar al ambiente casi el 100% de humedad relativa. En un período seco y con temperaturas altas, la evaporación será muy grande y habrá que cuidar que el tubo siempre este lleno.

Lectura.- Todas las mañanas, a las ocho horas, cuando se observen los termómetros y el pluviómetro, se anota la graduación

alcanzada por el agua dentro del tubo. Restando de esta lectura la del día anterior, resultará la cantidad de agua evaporada en 24 horas. Antes de que el tubo quede vacío, es necesario volver a llenarlo. Si por descuido quedó poca cantidad de agua en el tubo y el aparato aparece completamente vacío, debe anularse la observación de ese día. El agua debe cambiarse siempre después de hacer la observación.

c) El método basado en la utilización de tanques o depósitos, se halla muy extendido. Pero presenta la desventaja de que sus medidas tienen escasa relación con la evaporación real de la superficie representativa de las condiciones naturales sobre el terreno. En la actualidad existen varios tipos de tanques y depósitos de evaporación. Algunos son cuadrados y otros cilíndricos, su instalación puede hacerse de tres formas diferentes:

1a) Sobre el suelo: el tanque entero y la superficie evaporante, están ligeramente por encima del suelo:

2a) Enterrados en el suelo: la mayor parte del depósito se encuentra por debajo del nivel del suelo, pero la superficie evaporante, queda al mismo nivel o casi al mismo nivel del suelo;

3a) Sobre el agua: en este caso, el tanque está montado - sobre una plataforma anclada en un lago o en otra superficie de agua.

En todos los casos, el depósito o tanque, debe estar construido de material inoxidable y reduciendo el mínimo el peligro de fugas o escapes.

Los tanques instalados sobre el suelo son económicos, fáciles de instalar y de mantener. En general, las salpicaduras -- que se producen a su alrededor no penetran en el tanque. Sin embargo, el agua se evapora más rápidamente que en los enterrados, debido al efecto de la radiación sobre las superficies laterales.

En cuanto a los tanques enterrados, la influencia de la radiación sobre las partes laterales y el intercambio térmico entre el tanque y la atmósfera están en gran parte eliminados, pero se ensucia más rápidamente el agua: además, los intercambios de calor que se producen entre el tanque enterrado y el -- suelo, no son despreciables.

Los tanques flotantes , se utilizan para saber la evapora-

ción en una superficie tal como un lago, dicho tanque presenta los siguientes problemas: las observaciones son difíciles de -- efectuar, las salpicaduras que penetran en el tanque falsean -- frecuentemente las lecturas y el costo de instalación y manteni miento es elevado.

De los tres tipos, el más utilizado es el instalado sobre el suelo. En casi todas las estaciones meteorológicas, es común observar este instrumento, recibe el nombre de Tanque de -- Evaporación Clase "A".

10.2.2 Tanque de Evaporación Clase "A"

También se le llama Evaporómetro Clase "A", se compone -- esencialmente de dos partes:

- a) Un depósito de agua, que consiste en un tanque cilíndrico de lámina galvanizada, de 1.22 metros de diámetro y 26 centímetros de altura.
- b) Un dispositivo para medir las variaciones en el nivel -- del agua.

Este dispositivo, consta de dos piezas: un cilindro de --
bronce hueco, llamado " cilindro de reposo", que descansa so--
bre una base que es una placa triangular con tres tornillos ni--
veladores como puntos de apoyo, en el fondo tiene una perfora--
ción que permite la comunicación con el agua del tanque; la --
otra pieza, es un tornillo micrométrico, que se coloca sobre -
el cilindro.

El cilindro de reposo, debe quedar horizontalmente en su--
arista superior, lo que se logra por medio de los tornillos ni--
veladores y un nivel; este cilindro evita que lleguen al torni--
llo micrométrico las pequeñas ondulaciones que produce el vien--
to sobre la superficie del agua. (*Figura No. 34*)

La graduación del tornillo micrométrico, comprende dos --
partes: una marcada sobre una regla graduada en milímetros, -
unida verticalmente a uno de los brazos, estos brazos son unas
barras en forma de "Y", sobre las que se apoya el tornillo mi--
crométrico cuando se coloca sobre el cilindro de reposo para -
hacer las lecturas; la regla tiene una escala de 0 a 70 y el -
sentido de la graduación del tornillo micrométrico, es un dis--
co graduado en 100 partes iguales, colocado en la parte supe--
rior del tornillo micrométrico, lo que permite lecturas de eva--
poración con aproximación de un centésimo de milímetro. Cada-

vuelta completa del tornillo, representa un milímetro de altura en el nivel del agua.

El objetivo de tener dispuesta la graduación de esa forma, es que a medida que disminuye el nivel del agua en el tanque, sea menor también la lectura que se obtenga.

Para efectuar la lectura, se observa la graduación que -- señala el nivel del disco sobre la regla vertical, agregando a esta lectura, los centésimos que marque la arista de dicha regla sobre la graduación del propio disco. Las lecturas deben hacerse diario a las 8:00 A.M., para ello se coloca el tornillo micrométrico sobre el cilindro de reposos, apoyándolo en sus -- brazos, haciendo descender el tornillo hasta coincidir la punta del mismo con su imagen reflejada en la superficie del agua, obteniéndose por diferencia de lecturas, la evaporación de las 24 horas.

Cuando se reponga el agua del tanque, se anota la nueva -- lectura y se comienza a leer diariamente el descenso. (23) En caso de lluvia, la precipitación en milímetros, se agrega a la última lectura antes de la lluvia y luego se procede en igual -- forma.

El Evaporómetro se coloca, al nivel, sobre una tarima de -
madera y se le pone agua hasta 5 centímetros antes del borde.
Se coloca el cilindro de reposo, retirándolo 40 centímetros de
la orilla del tanque y sobre él se coloca el tornillo micromé--
trico, bajándolo hasta que la punta de éste toque con la punta-
de la imagen reflejada en el agua.

El mantenimiento consiste en revisar que la superficie del
agua esté limpia, que en el fondo no haya otros objetos, que el
nivel del agua no baje fuera del alcance del tornillo micromé--
trico y que esté nivelado. Si hay peligro de que el agua del -
evaporómetro sea tomada por animales (pájaros), se puede cu-
brir con malla para gallinero (aunque esto puede alterar la --
precisión de la lectura).

11.- OBSERVACION DE LAS NUBES

11.1 Importancia

En las observaciones atmosféricas, para la predicción del tiempo a corto plazo se usan técnicas de predicción matemática y el uso de modelos ideales, pero el método más sencillo y práctico es observando y clasificando la nubosidad en la atmósfera, la cual nos dará una evaluación del grado de estabilidad y agitación del aire.

En el pronóstico del tiempo local a corto plazo, las nubes nos informan acerca de las condiciones que en aquel momento prevalecen, así como las pasadas y lo que es más importante, las probables y futuras condiciones atmosféricas.

Los registros de la observación de las nubes, se utilizan como elemento básico de la Climatología, aplicados a actividades agrícolas e industriales.

11.2 Formas nubosas fundamentales

Para denominar los diferentes tipos de nubes, se utilizan los prefijos latinos cirrus, cumulus, stratus y nimbus, los cua

les se usan solos o en combinación con otros. A continuación, se dá el significado de esos prefijos:

11.2.1 Cirrus.- Son nubes de aspecto filamentososo, fibroso o como plumas, de color blanco.

11.2.1 Cumulus.- Amontonamiento o acumulación de nubes que semejan una coliflor de base plana y que se presentan como masas individuales.

11.2.3 Stratus.- Nubes en las que su base se extiende formando una capa o manto, es decir estrato, que cubre parcial o totalmente el cielo, no se puede diferenciar la presencia de unidades individuales.

11.2.4 Nimbus.- Significa velo o nube (18), se añade al nombre que describe su forma para indicar que van acompañadas de precipitación.

11.3 Clasificación de las nubes

Si el observador examina la atmósfera, distinguirá varios tipos de nubes, mismas que describirá y registrará, para esto -

deberá identificar las formas más corrientes de acuerdo a la --
clasificación y descripción que a continuación aparece:

DESCRIPCION DE NUBES

ALTURA	GENERO	SIMBOLO	ESTRUCTURA	DESCRIPCION	PROCESO DE FORMACION
Altas (piso superior)	Cirrus	Ci	Nubes constituidas de cristales de hielo, translúcidas; pero si están en bancos pueden ocultar el sol.	En forma de filamentos blancos o franjas blancas con aspecto de plumas o penciladas.	Los cirrus se originan en aire transparente o ser originadas por cirrus stratus.
"	Cirrocumulus	Cc	Cristales de hielo, aunque en algunas ocasiones puede haber gotas de agua subfundidas, pero se transforman en cristales de hielo.	Nubes formadas por pequeños globulos en manto o capa delgada.	Proceden de la transformación de cirrus y cirrustratus, en aire transparente.
"	Cirrustratus	Cs	Constituidas por cristales de hielo.	Nubes transparentes o blanquecinas. Cubren el cielo total o parcialmente. Producen Halos Solares o lunares.	Se pueden originar por la bifurcación del yunque en cumulus nimbus, aunque también pueden ser producto de un frente meteorológico.

ALTURA	GENERO	SIMBOLO	ESTRUCTURA	DESCRIPCION	PROCESO DE FORMACION
Medias (piso medio)	Alto cumulus	Ac	Principalmente formadas por gotas de agua subfundida. Dentro de un mismo rango de altura se puede presentar más de una formación.	Nubes blancas y/o grises, con sombras propias compuestas de rodillos o guijarros en algunas ocasiones de aspecto fibroso o difuso	Se originan debido a la turbulencia o convección en el piso medio y frecuentemente en las capas de aire ascendente. También por el aplastamiento de las cumbreras de los cumulus y cumulus nimbus. Origina Coronas.
	Altostratus	As	Su contenido principal es de gotitas de agua y cristales de hielo - también pueden contener copos de nieve.	Capa nubosa grisácea o azulada de aspecto fibroso - pueden cubrir total o parcialmente el cielo.	Generalmente son el resultado del ascenso lento del aire en un frente. En otras ocasiones puede originarse por el adelgazamiento de un nimbus stratus o por estratificación de un cumulus nimbus o a partir de una capa de alto cumulus.

ALTURA	GENERO	SIMBOLO	ESTRUCTURA	DESCRIPCION	PROCESO DE FORMACION
Bajas (piso inferior)	Stratus	St	Gotitas de agua	Capa nubosa, generalmente gris, en ocasiones son translúcidas, se observa claramente su contorno; en otras ocasiones estas nubes pueden estar desgarradas, producen llovizna. Intervienen en la formación de la corona.	Principalmente por el descenso de la temperatura en las capas bajas de la atmósfera. También a partir de straticumulus, cuando su superficie inferior baja, en otras ocasiones el stratus es originado por la elevación de una capa de niebla.
Desde el piso inferior hasta el superior (Nubes de Gran desarrollo vertical).	Cúmulus	Cu	Compuestas por gotitas de agua; pero en algunas ocasiones también por cristales de hielo.	Nubes aisladas y densas. Su contorno indefinido de protuberancias en forma de torres o cúpulas, se mejan una coliflor. Y en ocasiones los contornos pueden estar desgarrados.	Se originan por movimientos convectivos del aire, originando la disminución vertical de la temperatura, dando lugar a la saturación del aire. La disminución vertical de la temperatura, se debe a: 1) Expansión vertical del aire 2) Enfriamiento del aire en altura y 3) Por calentamiento del aire cerca del suelo.

ALTURA	GENERO	SIMBOLO	ESTRUCTURA	DESCRIPCION	PROCESO DE FORMACION
Desde el piso inferior hasta el superior.	Cumulunimbus	Cn	En su piso inferior formadas por gotitas de agua. Y en el superior constituidas por cristales de hielo, copos de nieve o hielo --granulado o pedrizco.	Nubes de gran dimensión vertical, en forma de torres en su parte superior es fibrosa y aplastada (semeja un yunque)	Principalmente a partir de grandes cumulus. En otras ocasiones de la transformación y desarrollo de nimbostratus. También se pueden originar de dos frentes.
(Nubes de gran desarrollo vertical)					

11.4 Elementos esenciales en una observación de nubes.

Los elementos esenciales en la observación de nubes, son los siguientes:

11.4.1 Identificación de las formas características de las nubes, en base a la Clasificación Internacional de las mismas.
(Corresponde al cuadro anterior)

11.4.2 Cuantificación de la nubosidad

11.4.3 Dirección de las nubes

11.4.4 Velocidad de las nubes

11.4.5 Altura de la base de las nubes.

11.4.2 Cuantificación de la Nubosidad

La unidad de medida de la nubosidad, se llama octa, que corresponde a la octava parte de la bóveda celeste. (18)

La escala utilizada para cifrar la nubosidad, es la indi-

cada en la clave meteorológica internacional 2700. Esta clave se reproduce a continuación:

CIFRA DE LA CLAVE:NUBOSIDAD

0	No hay nubes
1	1 octa o menos pero no - sin nubes (1/8 de cie- lo cubierto)
2	2 octas (2/8 de cielo cu- bierto)
3	3 octas (3/8 de cielo cu- bierto)
4	4 octas (4/8 de cielo cu- bierto)
5	5 octas (5/8 de cielo cu- bierto)
6	6 octas (6/8 de cielo cu- bierto)
7	7 octas (7/8 de cielo cu- bierto)
8	8 octas (cielo enteramen- te cubierto)

9

Cielo oculto (por ejemplo por niebla) o imposibilidad de estimar la cantidad de nubes debido a la oscuridad .

La nubosidad se cifra 0 (cero) solamente en el caso en que el cielo esté absolutamente sin nubes. La cifra 8 (ocho) de la clave se utiliza solo cuando el cielo está completamente cubierto, es decir, sin claros ni discontinuidad.

Los vestigios " trazas " de nubes, deben cifrarse con el 1 (uno), que se utiliza para las cantidades que van hasta $1/8$, pero inferiores a $3/16$.

En el caso de que el cielo esté " cubierto con claros " deben cifrarse con el 7 (siete); significa que los $7/8$ al menos del cielo están cubiertos, es decir que la nubosidad debe ser superior a los $13/16$.

La nubosidad debe estimarse suponiendo que las nubes observadas, constituyen una sola capa, sin discontinuidad. Para hacer esta estimación, el cielo debe dividirse en cuatro partes-

iguales, imaginando trazados dos ejes perpendiculares. Se calcu la primero la nubosidad de cada cuarto de círculo, así dividido, luego se suman las cantidades obtenidas.

También es necesario evaluar la cantidad de nubes de -- forma o género especificado, como por ejemplo las nubes bajas. En este caso la parte del cielo que en el momento de la observación se ve con nubes de forma y género diferente, deberá ser con siderada como si se tratase de cielo despejado.

En el caso en que el sol o las estrellas puedan verse a través de la niebla, el polvo, el humo, etc., y en el que no se encuentre traza de nube alguna, se utiliza la cifra 0 (cero) de la clave. Si las nubes se observan a través de la niebla y de otros fenómenos, la nubosidad debe calcularse en la medida en -- que las circunstancias lo permitan.

11.4.3 Dirección de las nubes.

La observación de la dirección en que las nubes se desplazan, así como la de su velocidad, debe ser hecha tan frecuentemente como sea posible, principalmente en las nubes altas y me dias.

En caso de turbulencia, las nubes pueden tener movimiento aparente, que no hay que confundir con su movimiento real, pues este movimiento aparente, no es necesariamente representativo del desplazamiento general del aire en el cual estas nubes evolucionan.

La dirección del desplazamiento de una nube, se refiere siempre a la dirección de dónde viene y en los mensajes sinópticos internacionales, se cifran por medio de la escala 01-36 (8), que es la misma que se utiliza para el viento en

11.4.4 Velocidad de las nubes

No es posible medir la velocidad lineal de una nube, desde una sola estación de observación a menos que se conozca la altura de la nube. Sin embargo la velocidad de la nube y la dirección de su desplazamiento pueden ser medidas por medio del NEFOSCOPIO. La velocidad angular se expresa en radianes por hora.

Generalmente, se utilizan dos tipos de nefoscopios, a saber:

a) Nefoscopios de visión directa

b) Nefoscopios de reflector

a) Nefoscopios de visión directa: El modelo más sencillo es el de Rastrillo de Benson. Este instrumento consiste en un eje vertical de 3 metros de alto, en cuyo extremo está fija una barra horizontal de cerca de un metro de largo. (12) Esta barra horizontal tiene un cierto número de púas verticales equidistantes.

El eje vertical, está sostenido por un mástil y montado de tal forma que puede girar cuando se actúa sobre dos cordeles unidos a otra pequeña barra transversal fija en su parte inferior. Este eje es solidario a un índice paralelo a la línea de púas que se desplaza sobre una rosa de los vientos o un disco graduado a partir del norte verdadero. La altura se regula de tal forma que una abrazadera fija al eje, quede al nivel del eje del observador. (Figura No. 37)

Para observar la dirección de una nube, el observador debe colocarse de tal forma que la línea determinada por su ojo y el punto enfilado de la nube pase por el extremo del diente medio del rastrillo.

Luego es necesario girar el eje por medio de los dos cordones, hasta que la trayectoria del punto observado coincida con la línea de púas del rastrillo. Entonces la dirección del desplazamiento de la nube puede ser leída en el disco graduado.

Para determinar la velocidad aparente, debe anotarse con la ayuda de un cronómetro el tiempo que la nube emplea para pasar entre dos púas consecutivas.

Es indispensable que la cabeza del observador permanezca inmóvil y al mismo tiempo durante toda la observación. Para calcular la velocidad de desplazamiento de la nube, es necesario conocer su altura (h), en donde:

a = distancia entre dos púas

b = distancia vertical del ojo al plano horizontal que pasa por la barra transversal superior.

s = distancia recorrida por la nube en t segundos.

La semejanza de los triángulos permite escribir:

$\frac{s}{a} = \frac{h}{b}$, de donde $s = h \frac{a}{b}$ y determinar la velocidad de la-

nube:

$$V = \frac{s}{t} = h \frac{a}{bt}$$

El movimiento de una nube, puede ser determinado aproximadamente por medio del dedo índice o de una regla sostenida en el extremo del brazo extendido. Si la distancia entre el ojo y el dedo o la regla graduada es de 48 cm (lo que supone un valor medio), la velocidad angular es numéricamente igual a la distancia en milímetros recorrida a lo largo del dedo o de la regla graduada durante 7.5 segundos.

b) Nefoscopios de Reflexión.- Estos nefoscopios están basados en el mismo principio que los anteriores; pero presentan la ventaja de ser portátiles y de permitir una observación rápida y precisa. La razón velocidad/altura del elemento de la nube elegido, se obtiene siguiendo su imagen reflejada sobre un espejo horizontal.

El aparato está formado por un disco de vidrio negro de 15 a 25 cm. de diámetro montado sobre un soporte cualquiera que puede ser nivelado y por un punto de mira que puede ser ajustado a una altura conocida sobre el disco y se mueve alrededor de su circunferencia.

En el modelo Fineman, el disco cuyo diámetro es de 15 cm., lleva dos círculos concéntricos de radios conocidos y el visor - está constituido por una reglilla vertical. El borde del disco - está graduado en grados (la línea $0^\circ - 180^\circ$ está orientada norte-sur). (Figura No. 35 y 36)

El observador escoge un elemento característico de la nube que quiera observar y desplaza al ojo hasta que ve la imagen de este elemento de la nube en el centro del espejo. Entonces observa el desplazamiento de la nube siguiendo su imagen hasta que llegue al borde del disco o alcance uno de los círculos concéntricos. La duración de este desplazamiento se mide con un cronómetro.

La dirección del desplazamiento de la nube, corresponde al azimut del radio seguido por su imagen. La velocidad se determina así:

a = distancia que separa los círculos concéntricos grabados sobre el disco (mm)

b = altura en mm. sobre el espejo del punto de mira

t = duración del desplazamiento observado en segundos.

La razón velocidad/altura es igual a: a/bt y la velocidad de la nube en radianes por hora, es igual a $3600 \times a/bt$. La velocidad con que la imagen se desplaza en el espejo, es función de la altura y de la velocidad de la nube. Se confeccionan tablas para medir la velocidad de la nube por medio de los círculos concéntricos para una altura de 1000 metros. La velocidad medida de esta forma es una velocidad relativa y si altura real de la nube (h) en metros es conocida o estimada, la velocidad verdadera, se obtiene multiplicando esta velocidad relativa por $h/1000$.

Teodolito.- Un teodolito común y corriente, también pueda elegir un elemento de nube muy característico y seguido con el anteojo durante un minuto.

El teodolito se coloca en estación como de costumbre y se escoge un punto característico del borde de la capa nubosa. Se observa este punto exactamente como si se tratase de un globo piloto. El azimut y la elevación del punto observado, se miden en décimas de grado redondeadas al grado más próximo con intervalos de un minuto indicados por un cronómetro. Deben efectuarse 4 observaciones.

En caso de que el punto observado no permanezca muy nítido o cuando se oculta tras otras nubes, antes de las 4 observaciones hayan sido efectuadas, se empieza de nuevo la operación escogiendo otro punto característico.

11.4.5 Altura de la base de las nubes

La habilidad para estimar de manera satisfactoria, la altura de la base de las nubes, solamente puede adquirirse después de una gran experiencia, por lo que es necesario utilizar otros métodos que casi siempre requieren el uso de instrumentos, para hacer esta estimación correctamente. Los principales métodos para determinar la altura de la base de las nubes desde el suelo, son los siguientes:

11.4.5.1 Globos Meteorológicos

El ascenso de cualquier globo meteorológico, permite determinar la altura de la base de las nubes. Para esto basta conocer la velocidad de ascenso del globo y anotar el tiempo que transcurre entre el momento del lanzamiento y la desaparición del globo en la nube.

Los globos destinados exclusivamente a medir la altura de la base de las nubes durante el día, no tienen necesidad de ser tan grande como los globos-piloto, basta que su peso sea de 5 a 10 gramos. Deben tener forma esférica y estar suficientemente inflados para que se eleven de 120 a 150 metros por minuto aproximadamente. Se recomienda seguir el globo por medio de un teodolito, prismáticos o anteojos y saber distinguir cuando penetra el globo en la nube. Este método también puede ser utilizado de noche, uniendo al globo una linterna eléctrica, en este caso el globo debe tener dimensiones mayores y pesar unos 30 gramos aproximadamente.

De esta forma, se puede medir la altura de las nubes hasta cerca de 800 metros, excepto con vientos fuertes. Sin embargo, las medidas de la altura obtenida por este método deben ser utilizadas con ciertas reservas; pues la velocidad ascensional media del globo puede variar, ya sea por efecto de las corrientes verticales, la forma del globo, las precipitaciones y por las turbulencias de pequeña magnitud.

11.4.5.2 Proyectores de haz luminoso

Un método sencillo para determinar la altura de la base de-

las nubes, consiste en utilizar un proyector de techo de nubes. (12) Su uso está limitado a la noche y es ineficaz en caso de fuertes precipitaciones o también cuando la Luna ilumina el cielo; pero permite medir con precisión la altura de la base de las nubes cuando son bajas y cubren por completo el cielo.

El principio del proyector de nubes, es el siguiente: Un haz luminoso emitido en el extremo de una línea base fija, está dirigido hacia el cielo con un ángulo dado. La línea base y el haz, deben estar en el mismo plano vertical. En el otro extremo de la línea base, el observador mide el ángulo formado por la horizontal y la recta que une su ojo a la mancha luminosa proyectada en la nube. Entonces la altura de la nube, se determina en función de la línea base, del ángulo de proyección del haz y del ángulo de proyección del haz y del ángulo de elevación de la mancha luminosa. Existen dos tipos de proyectores de techo de nubes: (Figura No. 38)

- a) Proyectores portátiles de haz vertical y
- b) Proyectores fijos de haz inclinado.

Cuando se utiliza un proyector de techo de nubes con el haz inclinado, existen dos posibilidades: el ángulo de elevación

ción, puede ser agudo u obtuso, según sea la base de las nubes.

El buen funcionamiento de un proyector, depende sobre todo de la puesta a punto de su foco. Por lo que es indispensable - hacer los ajustes necesarios. Hay que comprobar frecuentemente que la intensidad del foco no ha disminuido por envejecimiento del filamento de la lámpara. En general una línea base de 300-metros aproximadamente, dá buenos resultados y para medir el ángulo de elevación, es preferible utilizar una aliada o un clinómetro.

11.4.5.3 Telémetro

Se puede determinar la altura de la base de una nube con - la ayuda de medidas de la elevación y del azimut de la misma, - hechas simultáneamente en los dos extremos de una línea de base. Pero, en este caso, se necesitan dos observadores que puedan comunicarse entre sí, lo que hace a este método poco práctico. sin embargo, el principio fundamental de este método puede aplicarse con el telémetro, que elimina el inconveniente de la larga línea de base y la presencia de dos observadores. El empleo de los telémetros, se limita a aquellos casos en que la -- iluminación es buena y los contornos de las nubes sean claros.

11.4.5.4 Estimación visual

En las regiones montañosas, puntos de referencia notables, cuya altura es conocida, son de ayuda para el observador en su evaluación. Pero es necesario prestar mucha atención, ya que la base de las nubes, está frecuentemente inclinada.

Los objetos que distan más de 5 Km., deberán ser utilizados como puntos de referencia solamente cuando las condiciones sean homogéneas sobre una extensa superficie, lo que es frecuente con viento fuerte.

En la mayoría de los casos, la base desciende hacia las laderas de las montañas. De este modo, la altura estimada al aplicar este método, puede ser ligeramente inferior a la de las nubes en la atmósfera libre.

En la llanura, los observadores hábiles, llegan a estimar la altura de la base de las nubes cuando es superior a 3000 metros. En este caso, siempre que sea posible, es conveniente utilizar los datos de las últimas observaciones instrumentales o incluso los informes recientes de las aeronaves.

12.- PRECIPITACION

12.1 Importancia de la Precipitación.

Se llama precipitación atmosférica, al agua que en forma sólida o líquida se deposita sobre la superficie de la tierra, procedente de la atmósfera, (21) tal como: lluvia, nieve, granizo, escarcha, rocío, etc.

La distribución de la precipitación en el continente, es -- muy irregular, originando los diversos paisajes y ejerciendo su influencia sobre la producción agrícola.

La precipitación, es uno de los factores climáticos que más afecta los rendimientos de las cosechas; siendo la producción -- agropecuaria de un lugar dependiente no solo de la cantidad de - lluvia, sino también en forma muy acentuada, de la época del año en que ocurre la precipitación (régimen de lluvias).

Para el país, el factor precipitación, es decir el factor - agua, es limitante del desarrollo agrícola; ya que se tiene calculado que hay una extensión de 580 mil kilómetros cuadrados catalogados como zonas áridas y semiáridas. Para algunos autores - el 42% del país, es árido y/o semiárido (9). Por lo que es necesario

sario conocer la precipitación que se tenga, así como crear obras de infraestructura dirigidas al mejor aprovechamiento de este recurso.

12.2 Instrumentos para su medición

12.2.1 Pluviómetro Modelo Hellman (Sistema de medida de probeta graduada).

Consta de un vaso cilíndrico de zinc, rematado en su boca superior por un aro de latón bicelado de 200 milímetros (colector), un embudo interior deposita el agua recogida en otro recipiente, colector de boca más ancha para que no se evapore. Si llueve un día a la mañana siguiente a las 8:00 A.M. se seca el colector y se mide en una probeta graduada, donde la graduación está calculada de acuerdo con la relación entre el área y el depósito. La probeta está graduada en milímetros y décimas de milímetro de precipitación. Para ello se parte de que la boca del pluviómetro, tiene 200 cm. cuadrados de superficie, entonces cada 20 centímetros cubicos de agua recogida en el pluviómetro, equivalen a un milímetro de lluvia. El pluviómetro con sistema de probeta solo sirve para el tipo de pluviómetro con el cual se entrega.

(Figura No. 39)

Operación.- Para leer la cantidad de agua en la probeta, se-

pasa una visual por la parte superior del menisco (parte superior del líquido) pudiendo estimar la lluvia con una precisión de 0.1 milímetro. (Figura No. 39 Bis)

Si la precipitación es de nieve, hay que fundirla agregando en el pluviómetro, una cantidad conocida de agua caliente, que -- después debe descontarse del total.

12.2.2 Pluviómetro con sistema de medida con regla graduada.

Este pluviómetro, tiene una boca de 22.6 centímetros de diámetro, el vaso medidor tiene un diámetro de 7.1 centímetros y una altura de 20 cm. (Figura No. 40)

Si se calculan las áreas de la boca del embudo y del vaso medidor, se observa que esta última es 10 veces menor que la primera. Esto ocasiona que cada milímetro de altura real de precipitación, se amplifique en el vaso medidor, alcanzando una altura 10 veces mayor o sea que cada centímetro de altura en el vaso medidor, representa un milímetro de altura de la precipitación real.

Operación .- Para efectuar la medición, se remueve el depósito colector y la regla se introduce en el depósito verticalmente-

hasta tocar el fondo, se retira y el límite de la parte humedecida será la lectura.

12.2.3 Pluviógrafo de Flotador

Los pluviógrafos sirven para registrar continuamente las cantidades de lluvia, indicando la intensidad de caída (milímetro por hora, milímetro por minuto).

Similar al pluviómetro modelo Hellman, en el área de captación (boca de 200 centímetros cuadrados de superficie). Su funcionamiento se basa en que la lluvia que cae al recipiente colector, pasa por un tubo a un cilindro de latón, dentro del cual se encuentra un flotador con un eje principal o central, el cual va unido a un estilete que lleva una plumilla en su extremidad, dicha plumilla va trazando curvas en un diagrama de papel (pluviograma), el cual está enrollado en un tambor, que se mueve gracias a un sistema de relojería, este tambor da una vuelta completa en 24 horas, cuando el agua en el cilindro llega a una altura de 10 milímetros éste descarga por un sifón a un vaso continuando el registro de la precipitación. (Figura No. 41)

Operación.- El cambio de gráfica se realiza diario, más un-

período de 2 horas para dicho cambio. La instalación se debe hacer en terreno perfectamente bien nivelado, lugar abierto, lejos de obstáculos, etc. La altura de la obca será la indicada por el fabricante. Si se instala en la estación meteorológica, se deberán seguir las normas establecidas para el tipo de estación.

IV.- C O N C L U S I O N E S

- 1.- La observación y registro de los fenómenos atmosféricos -- que tienen relación con los animales y las plantas de cultivo, deben ser precisos y confiables, para que los resultados de las investigaciones sean de utilidad.
- 2.- La descripción de los diferentes instrumentos, se presenta - en forma clara y sencilla, valiéndose de algunos recursos di d á t i c o s, tales como: dibujos y gráficas, que facilitan su - comprensión.
- 3.- Las observaciones meteorológicas que se presentan, están - - acordes con las recomendaciones de la Organización Meteoroló g i c a M u n d i a l.
- 4.- El instrumental meteorológico que se menciona, cubre las necesidades de operación que requiere la Red Meteorológica Nacional, ya en Estaciones Sinópticas, Aeronáuticas, Agrícolas, etc.
- 5.- El contenido del trabajo, cubre los objetivos del Programa - de Prácticas de la asignatura Seminario I (Climatología y - Meteorología) de la Carrera de Ing. Agrícola.

V.- R E C O M E N D A C I O N E S

Para aplicar las diferentes metodologías de investigación - en Agroclimatología, se requiere de los datos obtenidos de algunos instrumentos en particular, para lo cual se recomienda lo siguiente:

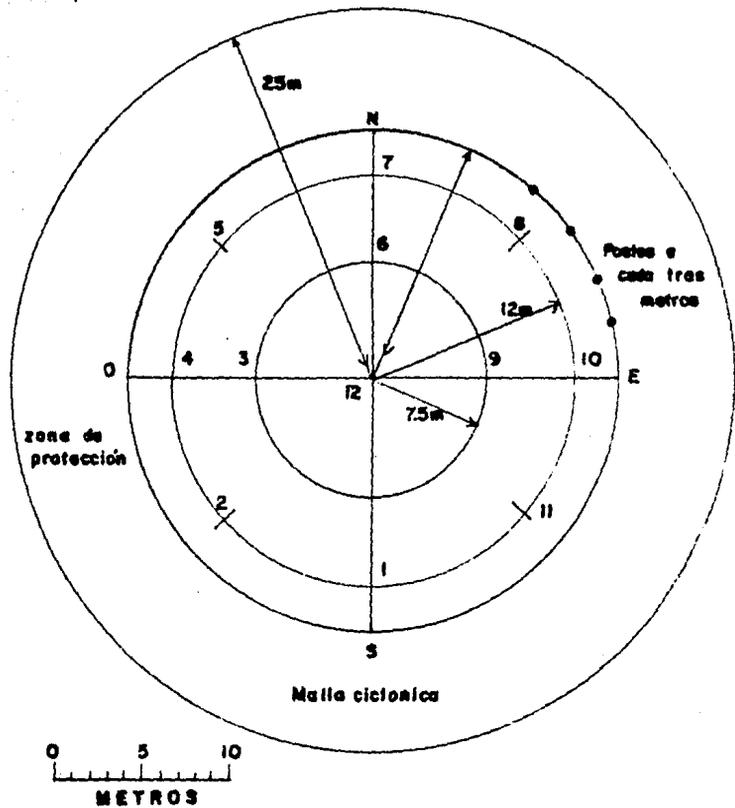
- 1.- En termometría, el termograma que nos proporciona el termógrafo, nos presenta continuidad en el registro, lo que permite aplicar algunos métodos para el estudio de horas frío, -- unidades color, etc.
- 2.- En la medida de la insolación el Heliógrafo de Campbell- - Stokes, es el instrumento más recomendado, por su facilidad de operación, siendo el de uso más generalizado en los estudios meteorológicos.
- 3.- Para el conocimiento de las necesidades de la intensidad de la Radiación Solar de algunas plantas cultivadas, se requiere del Actinógrafo, que proporciona los langley (LY) que se reciben en un lugar.
- 4.- El registro continuo de la dirección y velocidad del viento,

se obtiene con el Anemocinemógrafo, proporcionando información que se utiliza principalmente en el manejo del suelo, protección a cultivos y otros factores que afectan la producción agrícola.

- 5.- El Higrógrafo, proporciona valores confiables de la humedad-relativa, que se utilizan y correlacionan con la incidencia-de plagas y enfermedades.
- 6.- La observación y registro para determinar la nubosidad y los géneros de nubes, los cuales nos caracterizarán factores ambientales que se realacionan con las plantas de cultivo y además nos proporcionan pronóstico del tiempo a corto plazo.
- 7.- El utilizar tanque evaporómetro tipo "A" para medir evapotranspiración potencial, con fines de hacer un mejor uso del agua y el registro de este fenómeno se utiliza en estudios agroclimáticos en la planeación agrícola.
- 8.- Se recomienda instalar un pluviógrafo de flotador, por medio del cual se determina la intensidad de la precipitación en una cuenca hidrológica, etc.

VI.- ANEXO

FIGURA No. 1 ESTACION AGRONETEOROLOGICA



CLAVE

- | | |
|---------------------|---|
| 1. Grilla | 8. Anemografo |
| 2. Limetro | 9. Pluviometro |
| 3. Actinografo | 10. Fotografo |
| 4. Helioografo | 11. Vela |
| 5. Minimo terrestre | 12. Placa con
coordenadas
Geograficas |
| 6. Geotermometro | |
| 7. Evaporometro | |

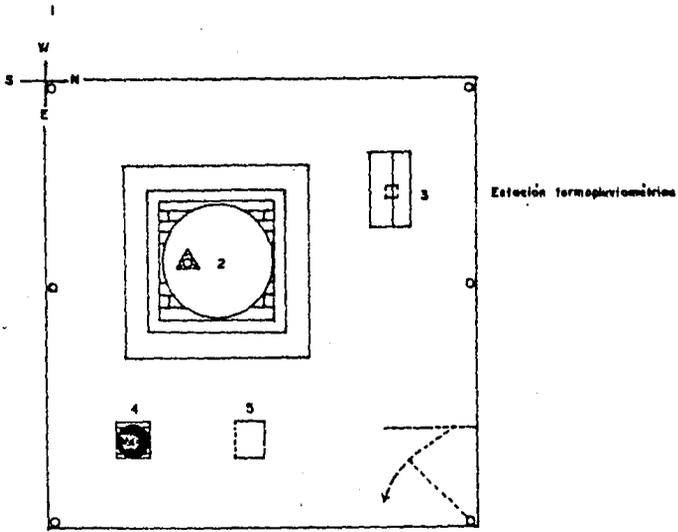


FIGURA No. 2.2 ESTACION TERMOPLUVIOMETRICA

- 1 Viento
- 2 Evaporímetro
- 3 Abrigo termométrico
- 4 Pluviómetro
- 5 Pluviógrato

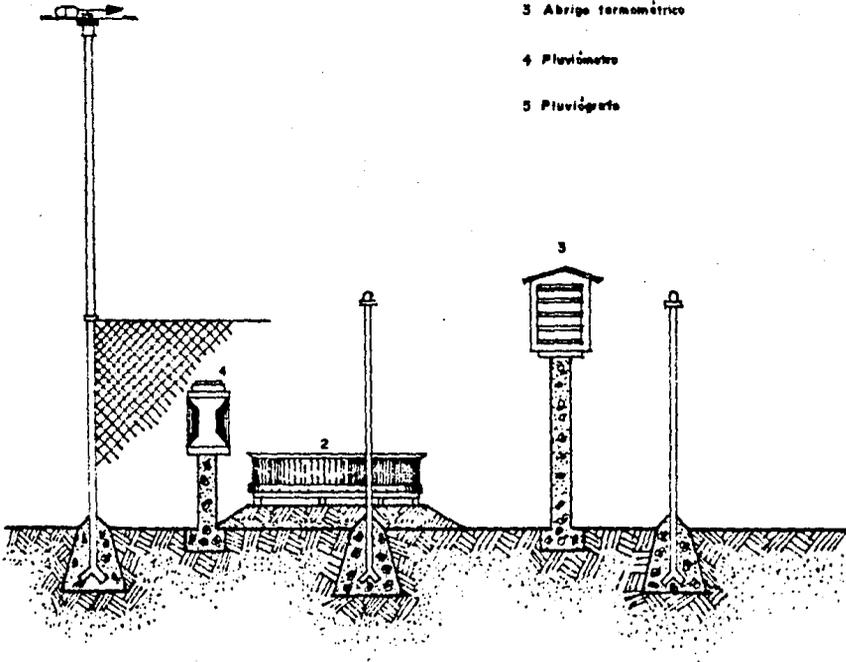
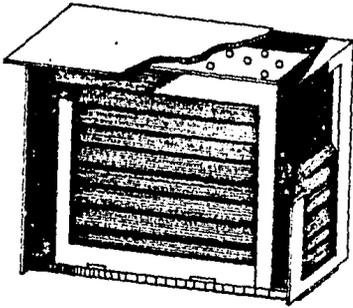
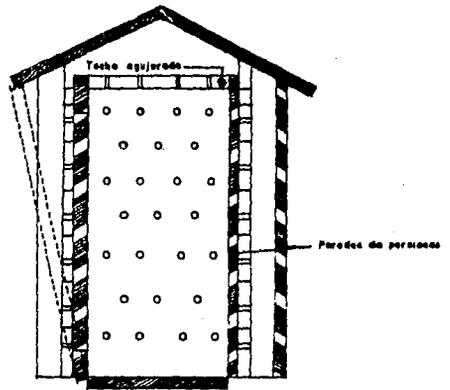


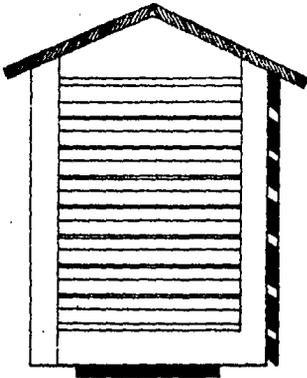
FIGURA No. 3 COLOCACION DE ALGUNOS INSTRUMENTOS DE LA ESTACION TERMOPLUVIOMETRICA



PERSPECTIVA



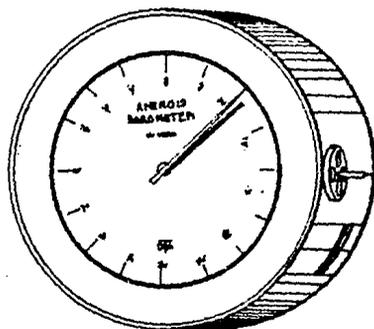
VISTA VERTICAL



VISTA LATERAL

FIGURA No. 4 GARITA METEOROLOGICA

FIGURA No. 5 INSTRUMENTOS DE LECTURA DIRECTA

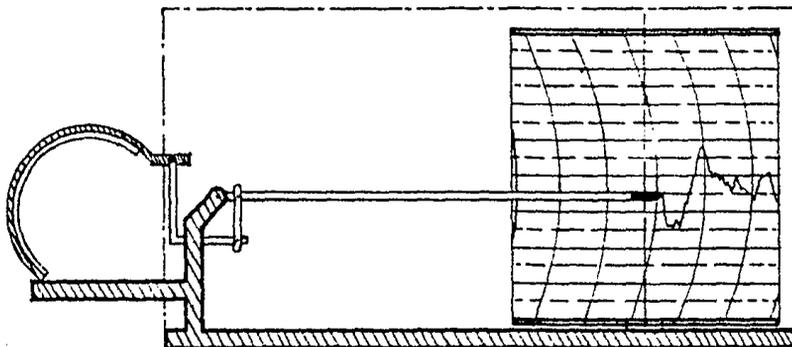


BAROMETRO ANEROIDE

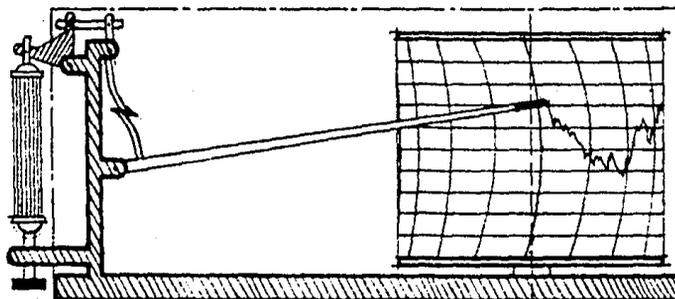


MECANISMO INTERNO DEL BAROMETRO ANEROIDE

FIGURA No. 6 INSTRUMENTOS REGISTRADORES



TERMOGRAFO BIMETALICO



HIGROGRAFO DE CABELLO

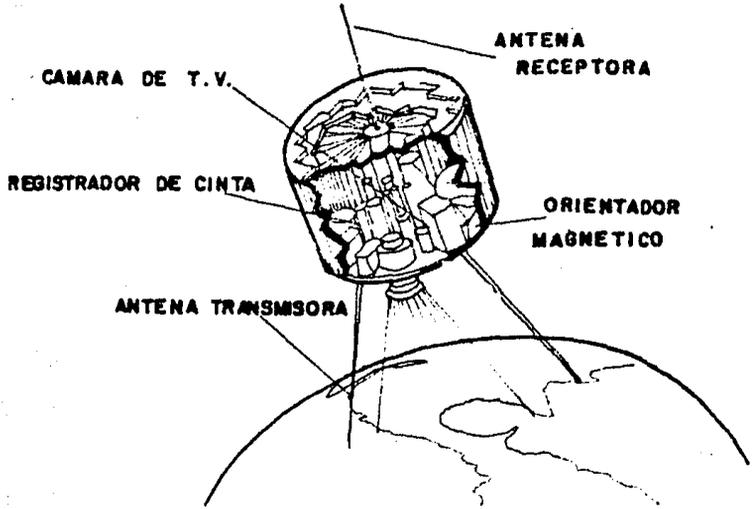


FIGURA No. 9 SATELITE METEOROLOGICO

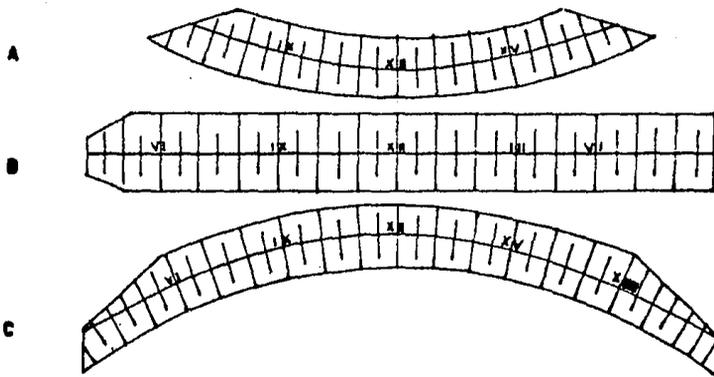


FIGURA No. 8 9 BANDAS HELIOGRAFICAS

- A) PARA DIAS CORTOS
- B) EQUINOCCIAL
- C) PARA DIAS LARGOS

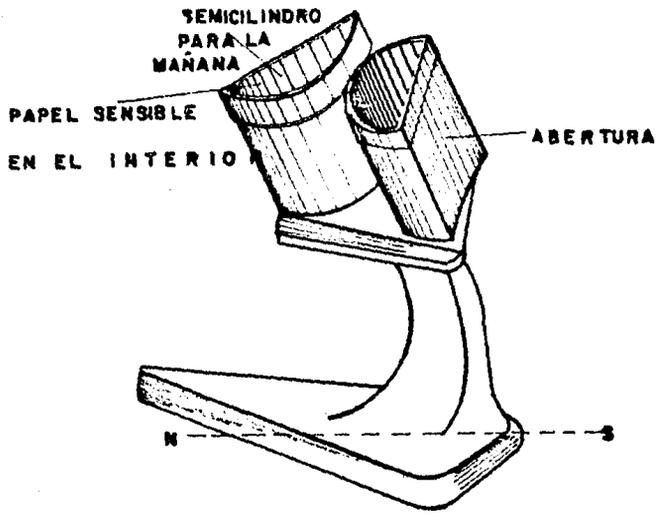


FIGURA No. 10 HELIOFANOGRFO DE JORDAN

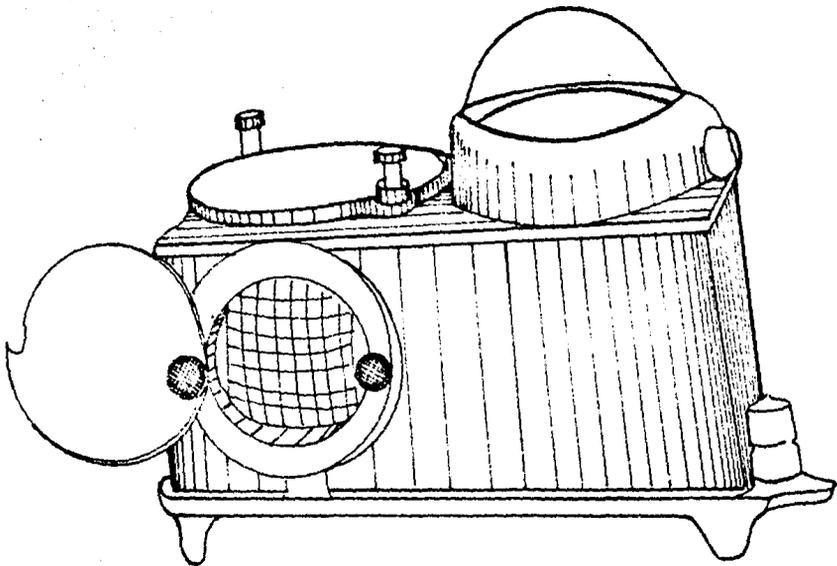


FIGURA No. 11 ACTINOGRFO

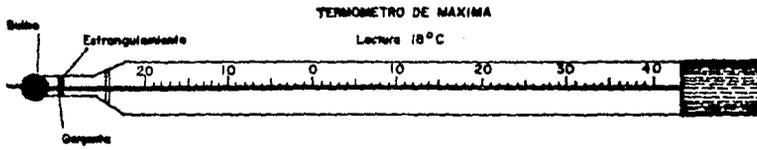


FIGURA No. 13

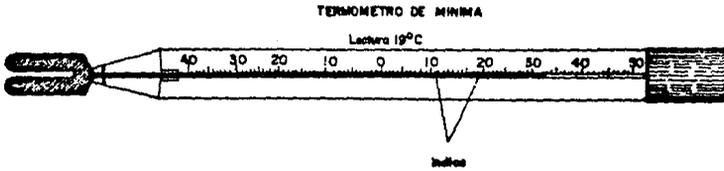


FIGURA No. 14



FIGURA No. 17 GEOTERMOMETRO TIPO "L"

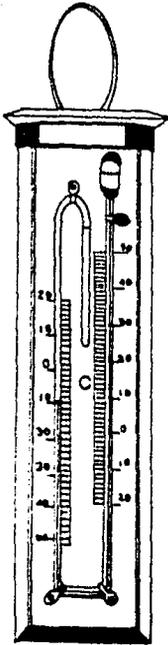


FIGURA No.15 TERMOMETRO
SIX - BELLANI

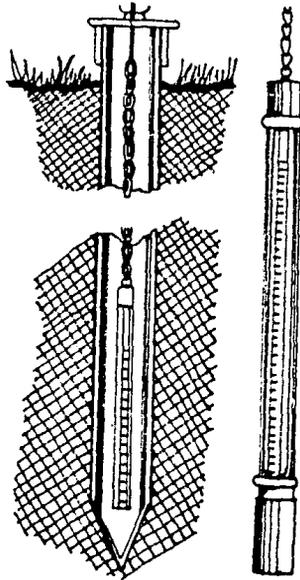


FIGURA No. 18 GEOTERMOMETRO DE CADENA

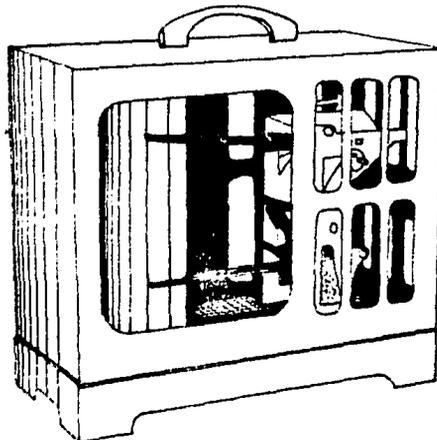
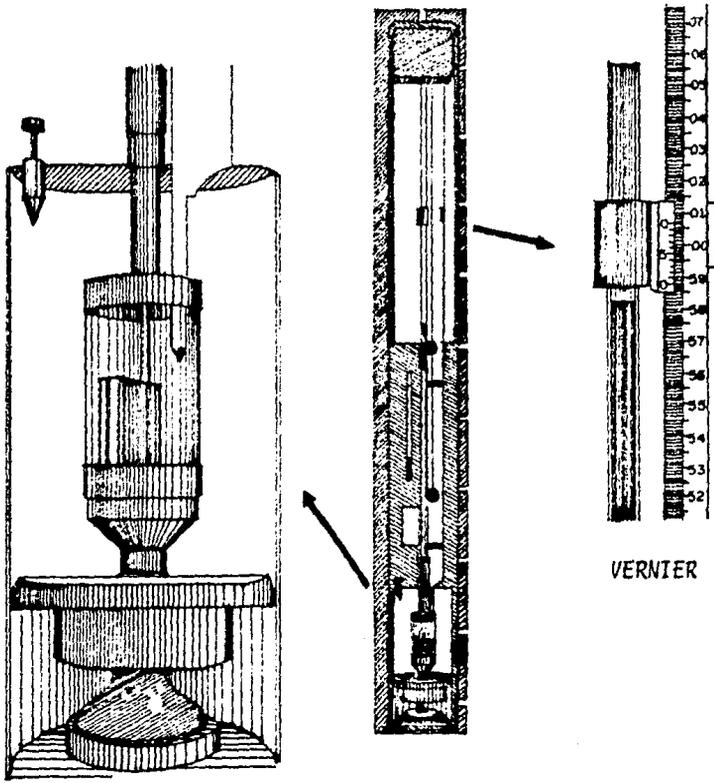


FIGURA No. 19 TERMOGRAFO E HIGROTHERMOGRAFO



BAROMETRO DE MERCURIO

FIGURA No. 20 CUBETA DE MERCURIO

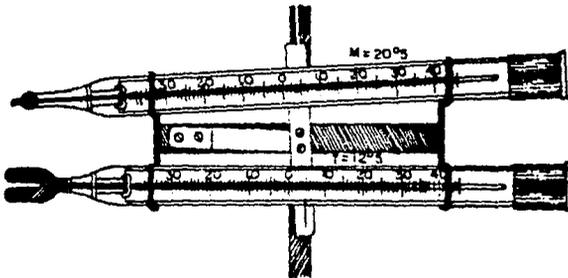


FIGURA No. 16 TERMOMETROS DE MAXIMA Y MINIMA

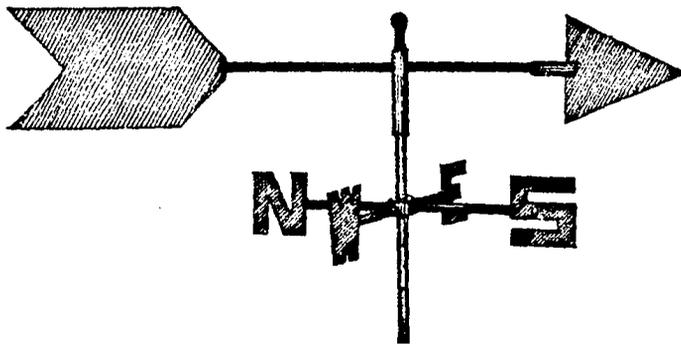


FIGURA No. 24 VELETA O ANEMOSCOPIO

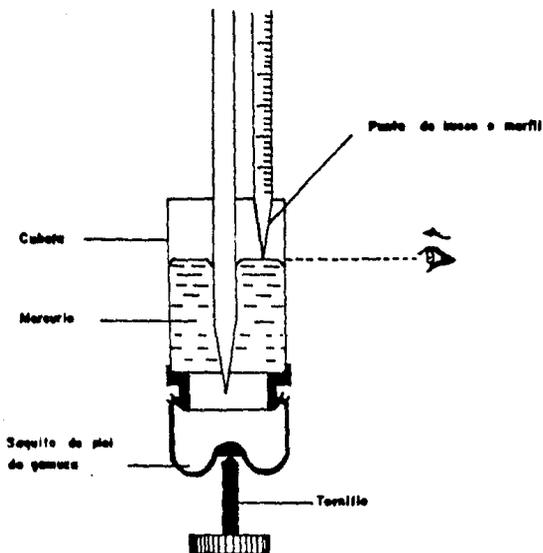


FIGURA No. 21 DETALLE DE PUNTA DE MARFIL

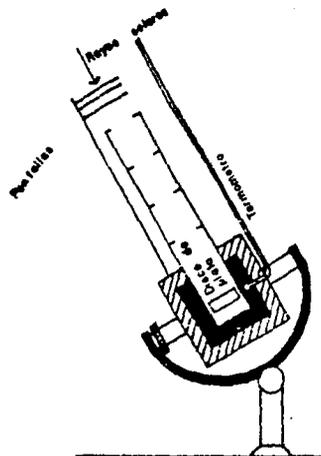


FIGURA No. 12 PIRHELICMETRO DE DISCO DE PLATA

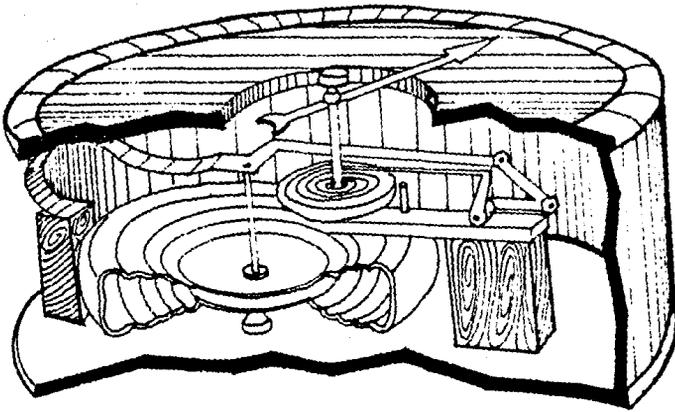


FIGURA No. 22 FUNCIONAMIENTO INTERNO DEL
 BAROMETRO ANEROIDE

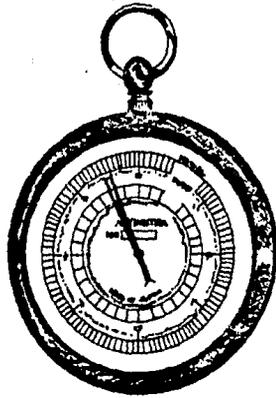
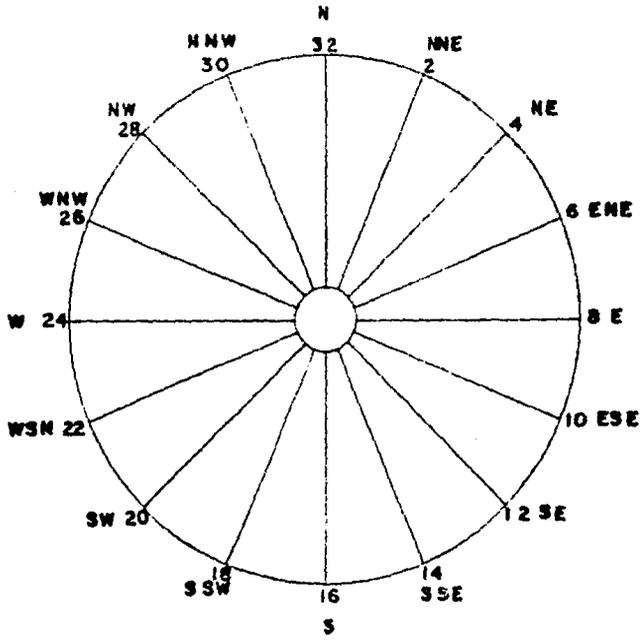
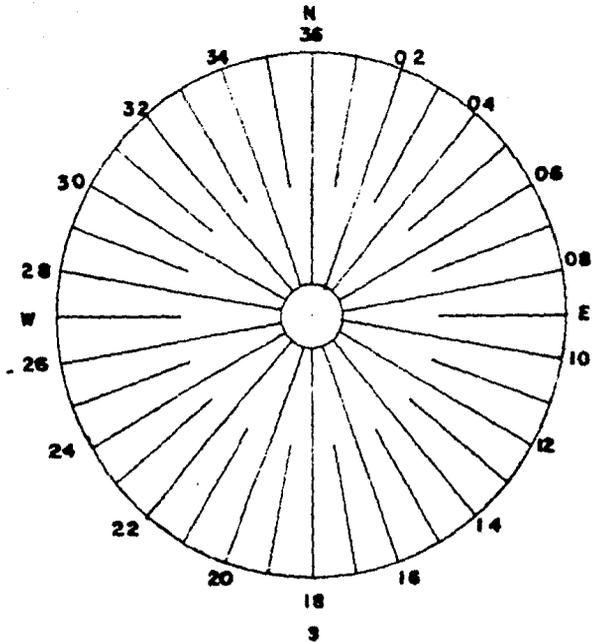


FIGURA No. 23 BAROMETRO ANEROIDE (ALTIMETRO)



A



B

FIGURA No. 25 ROSA DE LOS VIENTOS (DIRECCION)

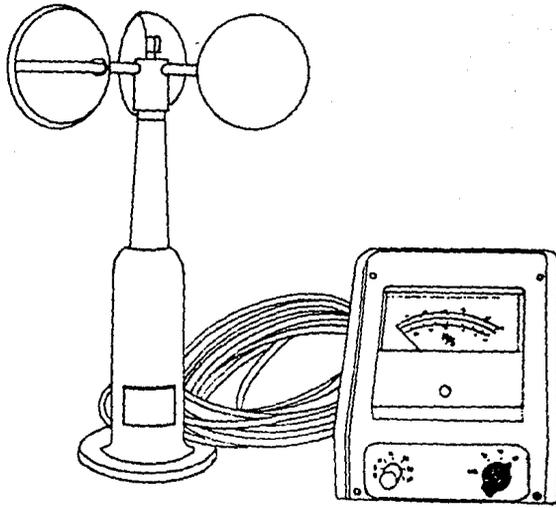
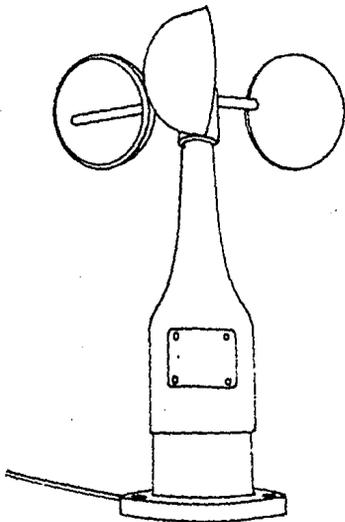
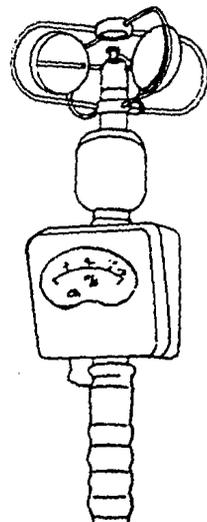


FIGURA No. 26

ANEMOMETRO DE CAZOLETAS TIPO ROBINSON



DETALLE DE CAZOLETAS



ANEMOMETRO CON CARATULA

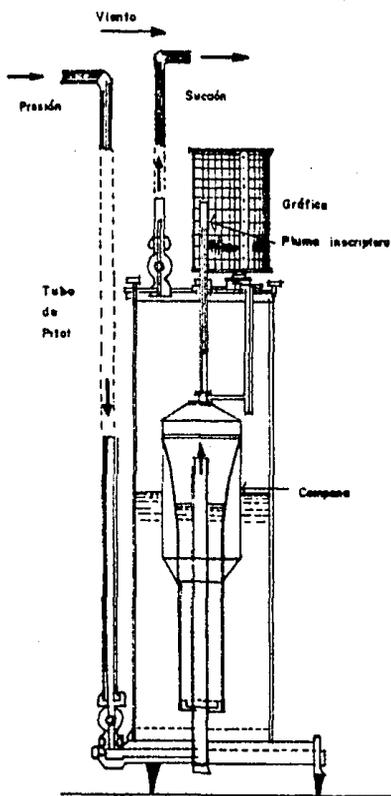


FIGURA No. 27 CAMPANA Y TUBO INCRIP
TOR DEL ANEMOGRAFO DE DINES

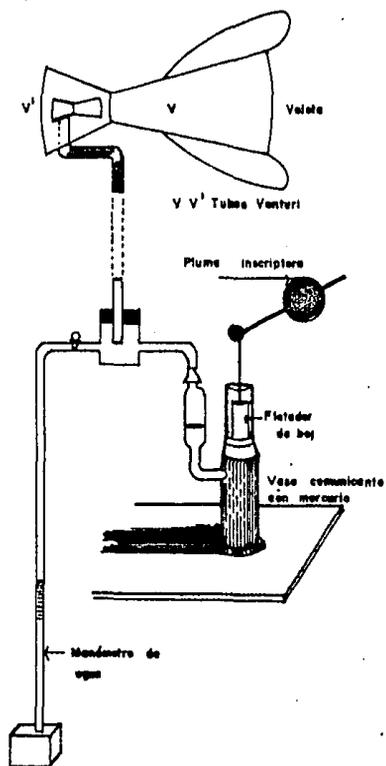


FIGURA No. 28 ANEMOGRAFO DE
SUCCION

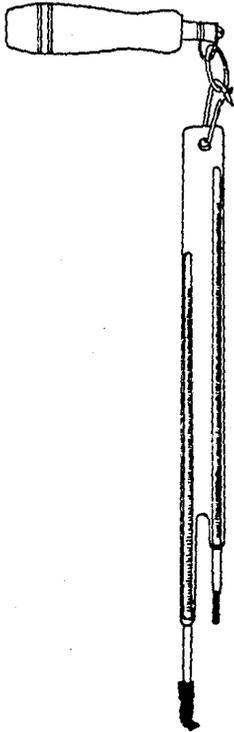


FIGURA No. 29 PSICRÓMETRO DE HONDA

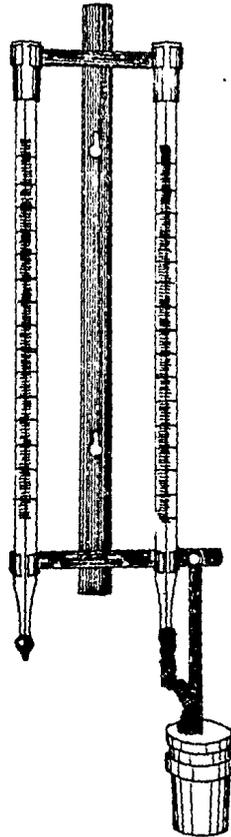


FIGURA No. 30 PSICRÓMETRO (DETALLE DE LA MUSELINA)

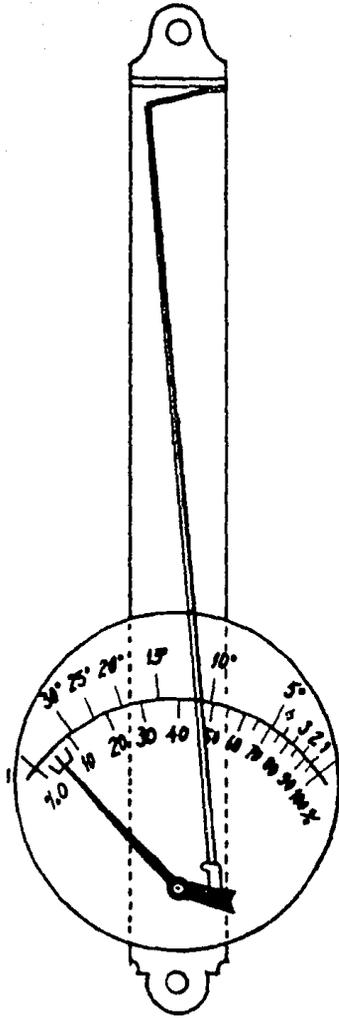
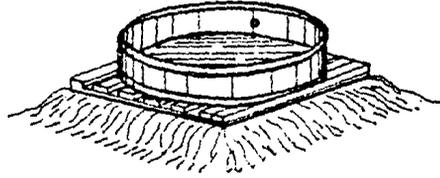
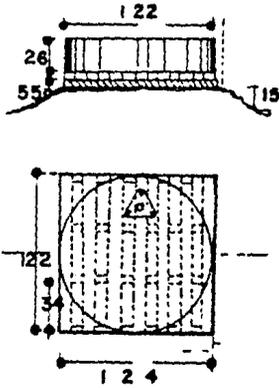


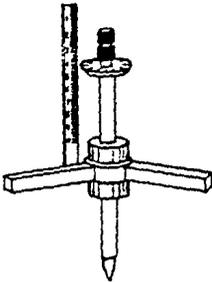
FIGURA No. 33 POLIMETRO

FIGURA No. 34 PARTES DEL TANQUE DE EVAPORACION TIPO "A"

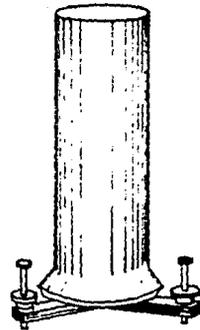


TANQUE EVAPOROMETRO

MEDIDAS DEL TANQUE EVAPOROMETRO



TORNILLO MICROMETRICO



CILINDRO DE REPOSO

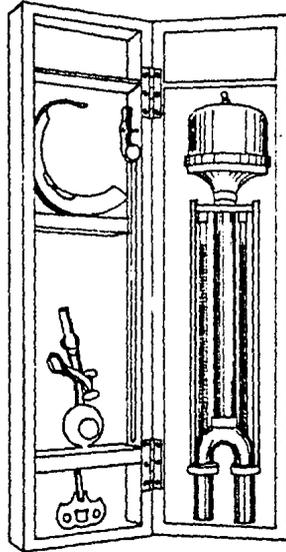


FIGURA No. 31 PSICROMETRO DE ASPIRACION DE ASSMAN

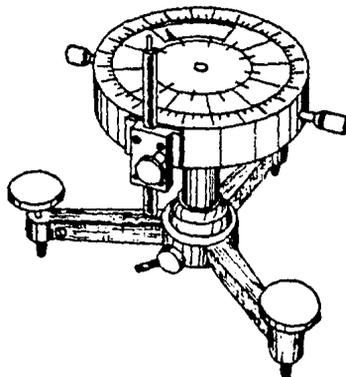


FIGURA No. 35 NEFOSCOPIO

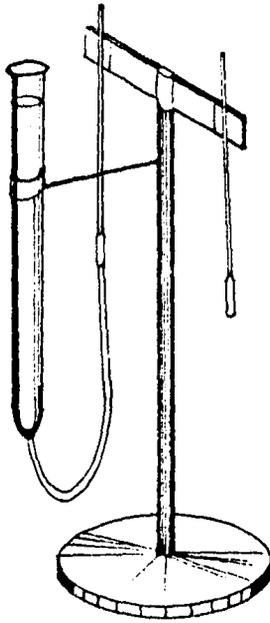


FIGURA No. 32 PSICRÓMETRO DE HUMECTACION CONTINUA

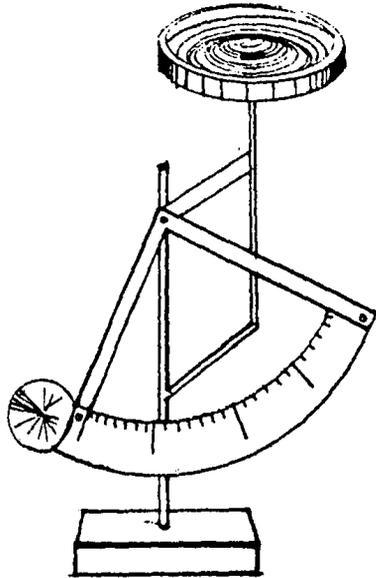


FIGURA No. 36 NEFOSCOPIO

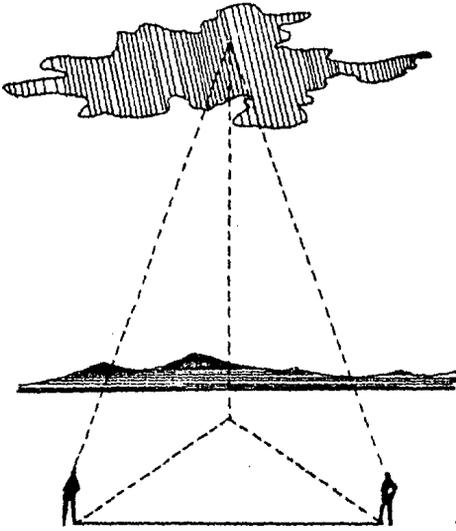


FIG. NO. 38 METODO PARA CALCULAR LA ALTURA DE LA BASE DE LA NUBE

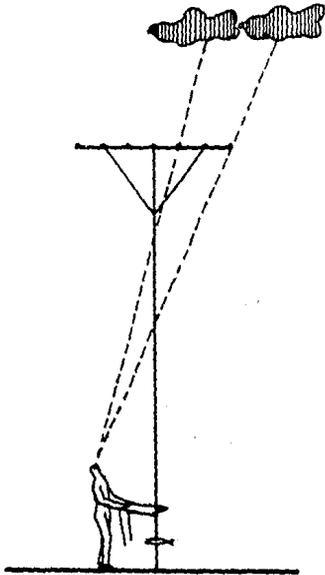


FIGURA No. 37 RASTRILLO NEFOSCOPICO

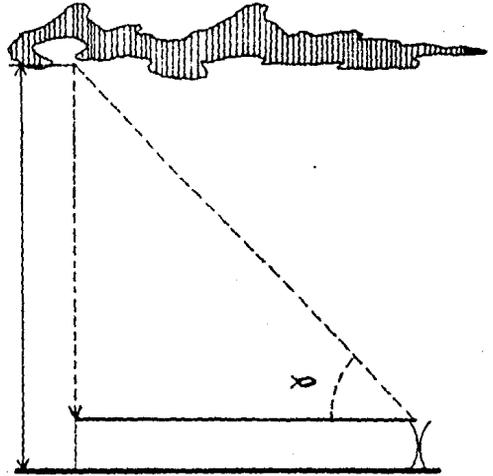
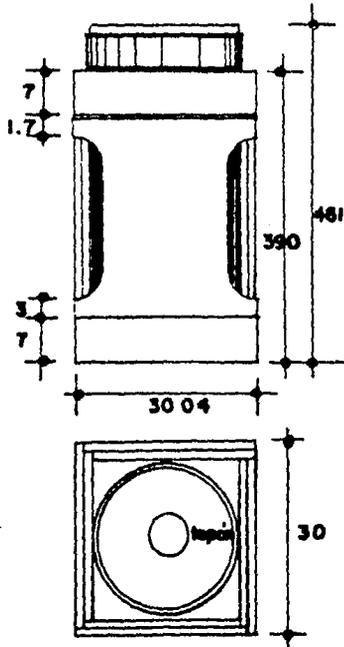
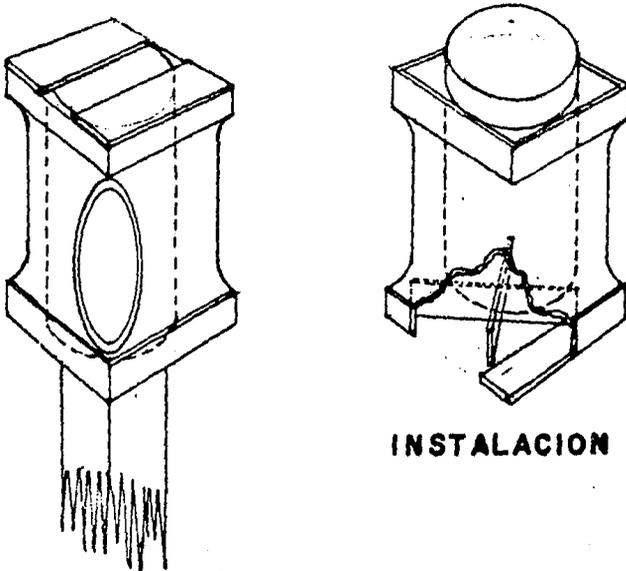


FIGURA No. 38 METODO PARA CALCULAR LA ALTURA DE LA BASE DE LAS NUBES

FIGURA NO. 39 PLUVIOMETRO



PLUVIOMETRO INSTALADO
EN SU EMPAQUE



INSTALACION

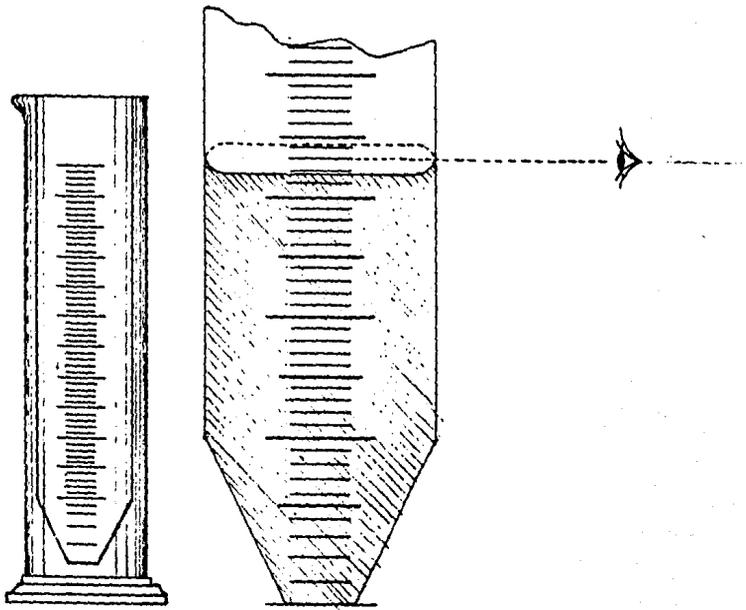
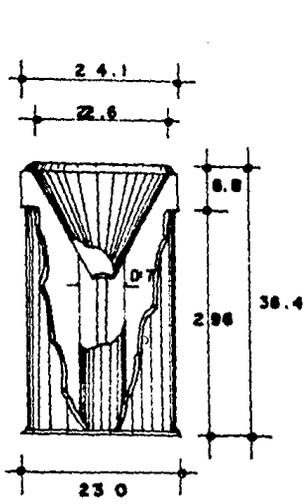
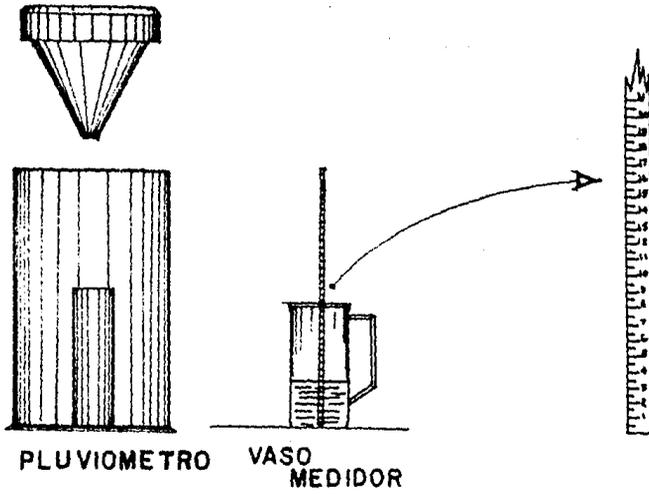
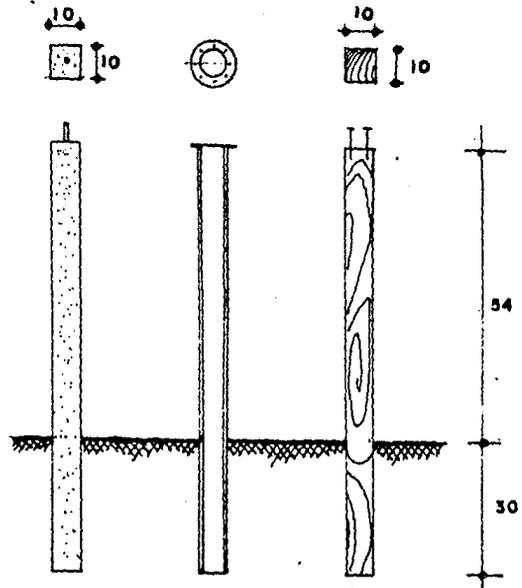


FIGURA No. 39 BIS PRÓBETA DEL PLUVIOMETRO TIPO HELLMAN



PLUVIOMETRO SIN EMPAQUE



POSTES PARA INSTALACION

FIGURA No. 40 PLUVIOMETRO CON SISTEMA DE REGLA GRADUADA

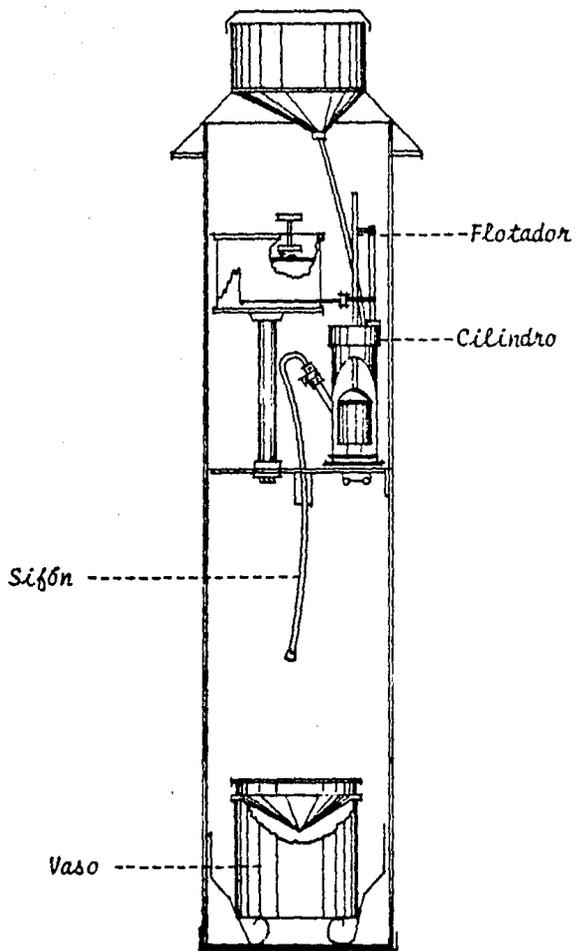
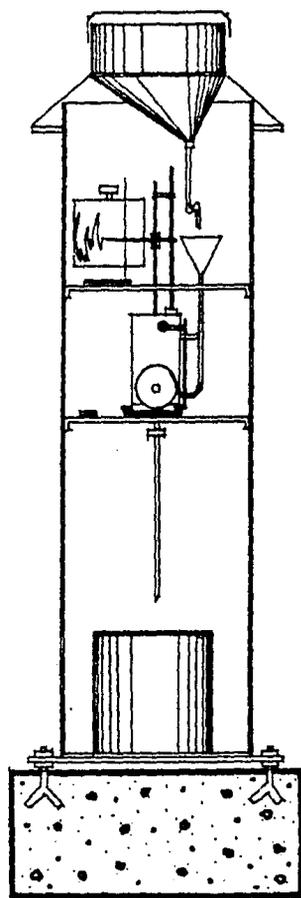


FIGURA No. 41 PLUVIOGRAFO HELLMAN



PLUVIOGRAFO DE FLOTADOR

VII.- BIBLIOGRAFIA

- 1) André Viaut. 1978. La Meteorología. Ed. Oikos-Tau, Francia
- 2) Arroyo Varela, M. et al. 1967. Diez temas sobre el Clima. Ministerio de Agricultura, Madrid, España .
- 3) Ayllon Torres, Gutiérrez Roa. 1983. Introducción a la Observación Meteorológica. Ed. Limusa, México.
- 4) Calderón Esteba. 1983. Fruticultura General. Ed. Limusa, México.
- 5) Daubenmire, R.F. 1982. Ecología Vegetal. Ed. Limusa, México
- 6) De fina y Ravelo C. 1979. Climatología y Fenología Agrícola - Eudeba, Buenos Aires, Argentina.
- 7) Doon, William. 1978. Meteorología. Ed. Reverté, Madrid, España
- 8) Fuentes Yanque. J.L. 1978. Apuntes de Meteorología Agrícola. Ministerio de Agricultura, Madrid, España.

- 9) García A. Enriqueta. 1983. Los climas de México, énfasis en zonas áridas. CIOA, Saltillo, Coah, México.
- 10) Herrera V. Gloria. 1982 Importancia de la Investigación agrometeorológica en México. México
- 11) Llaugé, D. Félix. 1976. ¿ La Meteorología?..... Pero si es muy fácil, Marcombo, S. A.
- 12) Mason, B.J. 1972. Nubes, Lluvia y " Lluvia Artificial " . - Eudeba, Buenos Aires, Argentina.
- 13) Miler, Albert. 1977. Meteorología. Ed. Labor, S.A., Barcelona, España.
- 14) Ortíz Solorio, C. 1984. Agrometeorología Cuantitativa. - - Depto. de Suelos, UACH, Chapingo,
- 15) Petterssen, Sverre. 1980. Introducción a la Meteorología. Ed. Espasa Calpe, Madrid.
- 16) Romo González, Arteaga Ramírez. 1983. Meteorología Agrícola - Depto. de Irrigación, UACH, Chapingo, México.

- 17) Salvat Edotores. 1974. La Atmósfera y la predicción del tiempo. Colección de Grandes Temas, Vol. 42. Barcelona, España.
- 18) SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos) - 1979. Compendio de apuntes para la formación del personal meteorológico de la Clase IV, Vol. 3, México.
- 19) SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos) - 1977. Instructivo para el uso de aparatos registradores, México, D. F.
- 20) Tajonar, Humberto. 1972. Instrumentos registradores y no registradores. México.
- 21) Tajonar, Humberto, 1972. Las técnicas como normas para evitar los errores de operación de los instrumentos. México
- 22) Time-Life. 1978. Fenómenos Atmosféricos. USA
- 23) Torres Rufiz, Ed. 1983. Agrometeorología. Ed. Diana, México