

# **NECESIDADES DE INSTALACION Y OPERACION DE ESTACIONES HIDROMETEOROLOGICAS EN PROYECTOS DE RIEGO<sup>1</sup>**

**Por: DELIO MARULANDA VILLEGAS**

*Ingeniero Geógrafo*  
*Artículo del Boletín de la*  
*Sociedad Geográfica de Colombia*  
*Número 102, Volumen XXVII*  
*1970*

## **1. INTRODUCCION**

**L**as necesidades de conocer el clima y los recursos de agua disponible antes de decidir la construcción de un Distrito de Riego, exige la instalación y operación de estaciones hidrometeorológicas, que aporten los datos básicos para el conocimiento de la cuenca de captación, del régimen del río y de las lluvias, de la zona regable, de los azolves, de la calidad de las aguas de las características hidrogeológicas, de los aprovechamientos hidráulicos existentes en la cuenca, etc.

Ningún país debería emprender la ejecución de una obra generalmente valiosa, Como es la de un distrito de riego, sin el estudio previo de las características hidrometeorológicas. El que así obrase, correría el riesgo (ya vivido en algunos países latinoamericanos), de que algunos proyectos de riego no se aprovechen plenamente, debido a que el régimen de lluvias ha permitido que progresen algunos cultivos anuales sin riego y los agricultores no sienten la necesidad de desarrollar una agricultura intensiva o bien que en las épocas de mayor demanda de riego, el agua ha sido insuficiente, causando pérdidas en las cosechas o reduciendo las áreas cultivables.

Puede afirmarse que el éxito de un proyecto de riego, depende de la óptima conjunción de los factores clima, agua, suelo y hombre, los cuales deben investigarse ampliamente en el proceso de estudios.

El presente trabajo pretende dar algunas normas para el establecimiento de redes hidrometeorológicas que se requieren en la construcción de distritos de riego y recalcar la importancia de la correcta operación de las mismas.

---

<sup>1</sup> Ponencia presentada al primer simposium sobre normas de diseño para obras de adecuación

## 2. CONCEPTO DE REDES MINIMAS Y OPTIMAS

La conformación de una red hidrometeorológica óptima, requiere mucho tiempo y experiencia, con ellas se persigue la satisfactoria ejecución de un programa definido y debe cumplir el requisito básico de que sea posible determinar con suficiente exactitud, para propósitos prácticos todos los elementos hidrometeorológicos necesarios en cualquier punto del país.

Una red óptima no puede intentarse desde un comienzo, por lo cual es necesario empezar por el establecimiento de un mínimo de estaciones que la experiencia ha demostrado como necesarias, para el económico desarrollo de los recursos de agua de cada proyecto.

Con la red mínima se llenan los vados más serios existentes y se garantiza que las características generales de lluvia, escorrentía, evaporación y evapotranspiración, acarreo de sedimentos, calidad química de las aguas, etc., pueden determinarse en cualquier lugar de la zona en estudio por interpelación o extrapolación entre estaciones.

La pequeña densidad de las redes mínimas exige que la información de todas las estaciones sea de muy buena calidad.

## 3. CONFORMACION GENERAL DE UNA RED HIDROMETEOROLOGICA PARA ESTUDIOS DE ADECUACION

(Normas sobre densidad).

### 3.1 Montajes en la Hoya Hidrográfica

#### a) Estaciones hidrométricas.

La densidad mínima que debe tener una red de estaciones hidrométricas ha sido clasificada por WMO (World Meteorological Organization) de acuerdo con el siguiente cuadro.

Tipo de Región	Alternativa de normas para una red mínima área en Km <sup>2</sup> por estación	Alternativas de normas aceptables en condiciones difíciles área en Km <sup>2</sup> por estación
1. Regiones planas de clima mediterráneo y tropical	1.000 a 2.500	3.000 a 10.000
2. Regiones montañosas con clima mediterráneo y tropical	En condiciones muy difíciles puede cons. 10.000 300 a 1.000	1.000 a 5.000
2. A. Islas pequeñas y montañosas con precipitación muy irregular y mucha densidad de corrientes	140 a 300	
3. Llanuras y selvas	5.000 a 20.000 Dependiente de facilidades	

NOTA: Las áreas indicadas se refieren a extensión de la zona drenada.

En el caso de grandes ríos el valor de "A" (área de drenaje) por cada estación hidrométrica se rige por las siguientes normas:

Para regiones de tipo 1 - 3.000 a 5.000 Km<sup>2</sup> por estación.

Para regiones de tipo 2 - 1.000 Km<sup>2</sup> por estación.

Para regiones de tipo 3 - 10.000 Km<sup>2</sup> por estación.

En general, las estaciones deben instalarse en todas las corrientes cuya área drenada es igual a "A" o mayor. En esta forma la red mínima permitirá cubrir aproximadamente todas las corrientes importantes, salvo que el sistema de estas sea altamente irregular.

b) Red pluviométrica.

El criterio más simple y preciso para la distribución de una red pluviométrica, debe basarse en la distribución superficial de la lluvia. Esto requiere la existencia de un mapa de precipitación anual, basado en un número apreciable de años de observación y de una red mínima. Pero esta circunstancia no siempre se cumple en nuestro país el cual necesita el montaje de la mayor parte de la red, tiene pocos records anteriores y la elaboración de mapas isoplubiales no siempre es posible. No es por estas razones recomendable basar la distribución sobre esta característica única de la variación en el área.

Otro factor que debe tenerse en cuenta es la densidad de población, pues si esta es muy pequeña, afecta el criterio de la red. Es imposible operar de una manera sistemática un considerable número de estaciones, dependiendo de las necesidades, cuando la población está esparcida. Por ejemplo: tratar de instalar más de 2 pluviómetros para un drenaje de 1.000 Km<sup>2</sup>, cuando la población de la región es únicamente de 100 habitantes, es casi imposible, especialmente si esta población no es permanente. Además es difícil conseguir observadores en regiones despobladas que generalmente coinciden con zonas inhóspitas y de difícil acceso. En estos casos es recomendable el uso de totalizadores que necesitan escaso mantenimiento y visitas poco frecuentes.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se han adoptado reglas generales para la definición de normas de densidad agrupando en tres tipos de regiones:

1. Regiones planas de clima mediterráneo y tropical.
2. Regiones montañosas de la misma zona.
3. Regiones de llanuras y selvas.

La WMO (World Meteorological Organization) recomienda las siguientes normas para densidad mínima de una red de estaciones de precipitación.

**CUADRO NÚMERO 2**

<b>Tipo de Región</b>	<b>Alternativa de normas para una red mínima área en Km<sup>2</sup> por estación</b>	<b>Alternativas de normas provisionales aceptadas en condiciones difíciles. Área "A" en Km<sup>2</sup> por estación (1)</b>
1. Regiones planas de clima mediterráneo y tropical	600 a 900 En condiciones muy difíciles puede extenderse a 2.000	900 a 3.000
2. Regiones montañosas con clima mediterráneo y tropical	100 a 250	250 a 1.000
2. A. Islas pequeñas y montañosas con clima mediterráneo y tropical	25	
3. Llanuras y selvas	1. 500 a 10.000 Dependiente de facilidades.	

(1) Los valores extremos de esta alternativa pueden aceptarse únicamente bajo condiciones excepcionalmente difíciles.

c. Medida de transporte de sedimentos.

Las estaciones muestreadoras de sedimentos se localizan en las estaciones de aforos debido a la necesidad de hacer los muestreos casi simultáneamente con la medición de caudales para poder correlacionar descargas con arrastre de sedimentos.

*3.2 Montajes necesarios en el Área regable.*

a) Estaciones meteorológicas principales.

Estas se deben localizar preferencialmente en las granjas experimentales donde tienen garantía de observación por parte de profesionales y aportan datos de precisión para las investigaciones que allí se adelantan.

b) Estaciones meteorológicas corrientes.

No existe un criterio universal sobre cantidad en función de área, pero la red de estaciones meteorológicas deberá dar una representación satisfactoria de las características climatológicas que existen dentro del área en estudio.

c) Estaciones evaporimétricas.

Puede utilizarse el criterio de establecer una estación evaporimétrica por cada 5.000 hectáreas de terreno regable, aun cuando esta puede aumentar o disminuir de acuerdo con los microclimas de cada zona.

d) Red freaticométrica.

Los freaticómetros se localizan en el área regable distribuyéndolos en forma reticular y de acuerdo con las siguientes normas generales:

1. Los ejes principales de la retícula deben coincidir con los ejes naturales de drenaje o con el eje principal de drenaje entre puntos más bajos (TALWEG). Sobre estos se trazan perpendiculares cada 1.000 metros y paralelas cada 500 metros para formar una retícula cuyos rectángulos serán de 1.000 x 500 metros.
2. Al construir los freaticómetros deberán localizarse de tal manera que no queden sobre vías, montículos, zanjas o canales, quebradas o cualquier obstáculo. Deben ser visibles sin obstaculizar las labores agrícolas.
3. Debe buscarse al localizarlos la representatividad de todas las series de suelos de la región y si se encuentran intrusiones salinas aumentar la densidad a retículas de 500 x 250 metros.

#### **4. LAS MEDICIONES A EJECUTAR EN UN DISTRITO DE RIEGO Y SUS PRINCIPALES APLICACIONES.**

##### *4.1 Determinación de los caudales en la fuente principal.*

Esta medición permite determinar la cantidad de agua disponible anualmente y su distribución en el transcurso del ciclo agrícola, igualmente permite conocer los valores de escurrimiento máximos y mínimos, aporta datos básicos para los diseños de presas derivadoras, de embalses, de construcción de modelos reducidos y en general la información necesaria para la planeación del distrito de riego, en cuanto determina además del área potencialmente regable, los gastos máximos probables y las posibilidades de otros usos (desarrollo hidroeléctrico, uso industrial, uso humano, etc.).

##### *4.2 Medida de agua dentro del distrito de riego.*

Todo el sistema de canales que conforman un Distrito de Riego necesita aforos para efectos de la distribución del agua en función de las áreas que debe servir cada canal. También se requiere el control del agua que se entrega a cada usuario, no solo por el aspecto del cobro de este servicio por medida volumétrica, sino también por la necesidad de controlar el riego de acuerdo con las demandas de los suelos y el uso consuntivo.

Es necesario realizar también mediciones tendientes a la calibración de compuertas y estructuras existentes en la red de canales.

##### *4.3 Medida de la Pluviosidad.*

Con los datos de lluvias recogidas tanto en la hoya hidrográfica de la fuente de captación, como en el área regable, es posible determinar el balance pluviométrico, que indicará los períodos con necesidad de riego información fundamental para decidir la justificación del mismo. También se podrán efectuar con esta información cálculos de escorrentía y elaborar el mapa de líneas isopluviales y determinar las variaciones de la precipitación anual.

#### 4.4 *Medida de los Sedimentos.*

El conocimiento de los sedimentos que arrastra una corriente es indispensable para el diseño de embalses, de presas derivadoras y de los canales de aducción, conducción y riego. Igualmente el conocimiento de la calidad de los mismos es básico en la operación de los distritos.

#### 4.5 *Medida de los Fenómenos Meteorológicos.*

El averiguar los diversos fenómenos meteorológicos que componen el clima, los efectos que producen sobre las plantas y animales, su comportamiento en diferentes épocas, es muy importante para programar las épocas de preparación de la tierra, de los sembrados, de fumigación, de recolección de cosechas, buscando la obtención de mejores beneficio, y evitando posibles pérdidas o tomando determinaciones sobre el cambio de cultivos por otros de mayor rendimiento y la escogencia de otras especies más resistentes a los fenómenos meteorológicos locales.

Cada uno de los fenómenos que se miden en una estación meteorológica tiene su utilización práctica:

a) La lluvia.

Cálculo de la cantidad de fungicidas abonos aplicables a ciertos cultivos en función del volumen de lluvia.

b) La evaporación.

Determinación de la evaporación efectiva, potencial, de la evapotranspiración, del uso consuntivo, de las pérdidas en embalses, ríos, canales, etc.

c) Temperaturas ambientes y extremas.

Para cálculos del uso consuntivo, predicción de escarcha y rocío.

d) Temperatura del suelo y subsuelo.

Para el estudio de la radiación y de las características minerales del suelo.

e) Humedad relativa.

En el almacenamiento y ensilaje de granos, proceso de secado de pastos y forrajes.

f) Radiación solar.

Estudio de la cantidad de energía disponible y su efecto en el movimiento de los gases atmosféricos en tomo 2 las plantas y sobre la superficie del suelo. Estudio de la evapotranspiración.

g) Cantidad de horas sol.

Estudio de la radiación, de la evapotranspiración y determinación de cultivos aptos en función del número de horas sol.

h) Dirección del viento y su velocidad máxima.

En el diseño de barreras protectoras (orientación y características). Estudio de las pérdidas por evaporación, estudio de los efectos del viento en el riego por aspersión.

i) Ocurrencia (media) de algunos fenómenos meteorológicos.

(Tempestad, granizo, helada, niebla, insolación, nubosidad, calina, etc.).

#### *4.6 Medida de Infiltración.*

La determinación de la magnitud de las pérdidas por infiltración en los canales de riego, es importante en la decisión sobre el revestimiento de canales y en la elección de los controles necesarios, igualmente interesa en la escogencia del sistema de riego.

#### *4.7 Medición de los niveles de aguas subterráneas en las áreas regadas.*

Esta medición tiene los siguientes objetivos principales:

- a) Localizar las zonas de niveles freáticos superficiales.
- b) Conocer las fluctuaciones a través del tiempo, especialmente después de que las tierras han sido regadas.
- c) Identificar las fuentes de aprovisionamiento y el flujo de las aguas freáticas.
- d) Determinar la salinidad de las aguas freáticas al alcanzar niveles peligrosos.
- e) Obtener los datos necesarios para la proyección de la red de drenaje complementario.
- f) Obtener los datos necesarios para proyectar los drenes a nivel parcelaría.
- g) Estimar el volumen de agua disponible para utilización de agua subterránea.

## **5. OTRAS INVESTIGACIONES DE AGUA EN LOS DISTRITOS DE RIEGO.**

Comoquiera que el agua es uno de los bienes de mayor valor para la agricultura, como para la vida humana, animal y en los procesos industriales, conviene conocer detalladamente las limitaciones para su uso y las normas que lo regulan. Dos aspectos deben estudiarse, el sanitario y el de vigilancia de la legislación de aguas.

### *5.1 Estudio bacteriológico de las aguas de los distritos de riego.*

La entrega de algunas aguas contaminadas a los canales de riego, el uso de las mismas para lavado de ropa y aseo personal y la contaminación propia de la fuente de abastecimiento, es causa potencial de epidemias, e inhabilita estas aguas para diferentes usos. Surge entonces la necesidad de efectuar análisis bacteriológicos de las aguas que circulan por los canales, con el fin de prevenir problemas sanitarios graves y estudiar los posibles tratamientos que deban dárseles, muy especialmente a las que son usadas para el consumo.

5 .2 *Vigilancia de la legislación de aguas.*

La lucha por el agua ha existido en casi todas las regiones de la tierra, muchos países se han ocupado de hacer su propia legislación de aguas y aunque compete a los jueces fiscalizar el cumplimiento de la misma, requieren el concepto técnico del hidrólogo que mide los caudales, da los detalles técnicos para las conducciones y estructuras de control y pone en conocimiento de las autoridades competentes los casos en que se presenten anomalías.

