

boletín ambiental

Junio de 2017

Instituto de Estudios Ambientales IDEA - Sede Manizales **138**

Cómo Diseñar y Construir un Pluviómetro Totalizador Diario para Medir la Lluvia en un Sitio Cualquiera



Cómo Diseñar y Construir un Pluviómetro Totalizador Diario para Medir la Lluvia en un Sitio Cualquiera

FERNANDO MEJÍA FERNÁNDEZ
Ingeniero Civil, M. Sc. en Recursos Hidráulicos
Profesor Jubilado Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

INTRODUCCIÓN

¿Qué es un pluviómetro totalizador diario? Es un instrumento de medida de la lluvia que cae en un sitio, expresada en milímetros (mm); se llama totalizador diario porque totaliza, suma, acumula, los milímetros de lluvia caídos durante todo un día (a propósito, un milímetro de lámina de agua lluvia equivale a un litro por metro cuadrado de superficie). Como su uso es manual y se requiere de una persona que lea o registre cuánto llovió en el día, y esa persona no va a estar vigilante todas las noches a las doce -o sea, a las cero horas del día siguiente- para hacer la lectura de lo llovido en ese día (a menos que sea contratada para ello, y esto saldría muy costoso); se ha optado en el ámbito internacional por usar en esos casos un día "meteorológico" que va desde las siete de la mañana del día en cuestión hasta las siete de la mañana del día siguiente. Así, lo que se lee a las siete de la mañana de un día "corresponde" a lo llovido el día anterior, por ejemplo, si se lee a las siete de la mañana del dos de abril, corresponde a lo llovido el primero, y así sucesivamente.

Cualquier recipiente que tenga una sección recta constante (desde la boca hasta el fondo siempre la misma sección, por ejemplo, un cilindro) puede ser considerado un pluviómetro y su uso sería bastante sencillo, pues consistiría en ponerlo vertical en cualquier punto a la intemperie, alejado de árboles, techos, etc. que obstaculicen la caída de la lluvia dentro de él; tenerlo vacío a las siete de la mañana de un día y -si llovió en las veinticuatro horas siguientes- leer lo llovido en ese tiempo a las siete de la mañana del otro día introduciendo en el recipiente una regla con escala métrica como las que se usan en la escuela, con centímetros y milímetros, con el cero apuntando al fondo; sacarla y observar hasta qué lectura aparece la regla humedecida. Si lee, por ejemplo, dos coma tres centímetros (un aguacero ya importante por su magnitud) quiere decir que cayeron 23 milímetros de lluvia y se anota en una hoja de datos: día 2 de abril, 23 mm. Pero resulta que, de tal forma, esta lectura no es muy precisa; el agua en contacto con la regla genera un menisco, una sobreelevación que introduce un

error, y si el menisco afectara la lectura, por ejemplo, en un milímetro en un aguacero de 10 mm (que no es un aguacero despreciable) introduciría de entrada un error del 10%, aparte de otros errores que se pueden tener, como el de lectura, etc.

Por eso, hace tiempo se resolvió diseñar (por alguien cuyo nombre se ha embolado en los vericuetos de la memoria) un pluviómetro que tuviera una boca relativamente ancha, como un embudo, y que la parte estrecha del embudo condujera el agua hacia un tubo delgado donde se colecta (por eso se llama “colector”. Ver fotografías más adelante), pero como el nivel del agua en el recipiente de boca ancha (si no tuviera el colector) no sería el mismo que el que se tendría en el colector para la misma lluvia; se hace necesario realizar un ejercicio matemático sencillo para definir la escala que se debe utilizar en la regla medidora a introducir en el colector; de manera que lo

que esta marque sea en mm de lluvia, lo mismo que hubiera marcado con una regla métrica sencilla en un recipiente cilíndrico de boca igual a la del embudo en cuestión. Más adelante se muestra este ejercicio en el documento.

Gracias a la sencillez del pluviómetro mucha gente se ha ocupado de diseñarlo y fabricarlo artesanalmente usando materiales reciclables, por ejemplo, botellas plásticas, teteros, etc., pero (a nuestro parecer) con el inconveniente de que son poco durables y poco precisos en sus mediciones de la lluvia.

En este documento, la idea que se tiene es que lo anterior es digno de reconocer y destacar como esfuerzo de algunos interesados en popularizar la medición de la lluvia, pero hay que tener en cuenta que la calidad de la medida y la robustez del aparato son aspectos muy importantes a considerar cuando se quiere hacer una medición seria y sistemática.

PROCEDIMIENTO

Por todo lo anterior, si se desea disponer de un pluviómetro totalizador diario en el patio de la casa, en la finca, en la empresa, etc., es necesario que este sea lo suficientemente robusto y preciso en sus mediciones, de manera que sea útil y durable, y a la vez económico. Esto significa que deben utilizarse materiales que den cierta garantía de durabilidad y tener

un diseño científico tecnológico que permita confiar en sus datos.

Así, en el Laboratorio de Hidráulica de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales fue diseñado un pluviómetro por el profesor Fernando Mejía Fernández y construido por el operario del laboratorio Jose Wilmar Aguirre Gómez (a

manera de ejemplo sobre cómo hacerlo) que utilizara buenos materiales y de fácil consecución y que tuviera un diseño lo más acorde posible con los estándares de este tipo de aparatos de medida en cuanto a dimensiones y en cuanto a, por ejemplo, la relación entre los diámetros de la boca del embudo de entrada y del tubo colector interior y, a partir de ello, la relación entre la escala métrica y la escala en milímetros de lluvia de la regla medidora, fundamental para garantizar la calidad de la medición.

Así, se seleccionaron los materiales y se definieron las dimensiones de las partes del pluviómetro con base en ellos:

Lo primero fue la consecución de un embudo cuya boca más ancha tuviera cerca de 20 cm. Se consiguió uno, efectivamente, que tenía 19 cm de boca. Estos se consiguen en muchas cacharrerías y sitios de venta de utensilios de cocina, entre otros.

Lo segundo fue tener un tramo de tubo PVC sanitario de 6” de diámetro de una longitud aproximada a 50 cm, fácil de conseguir en el comercio local, en ferreterías. Sobre este tubo descansa o se apoya el embudo. Cabe anotar que no es necesario –como efectivamente sucede en este caso- que el diámetro de la boca del embudo sea igual al del tubo donde se apoya y soporta.

Lo tercero, disponer de un trozo (niple) de tubo PVC sanitario de 2” de diámetro

y de longitud menor de 50 cm (depende de que la boca estrecha del embudo no tropiece con el borde superior del tubo) que sirviera de tubo colector interior, ubicado dentro del tubo de 6” anteriormente descrito y taponado con un disco de acrílico en uno de sus extremos. Este tubo de 2” es más fácil de conseguir en ferreterías que el tubo de 6”.

De ahí en adelante se tuvo un proceso de ensamble del tubo de 6” sobre una placa cuadrada de acrílico de 25 X 25 cm aproximadamente (estas dimensiones no son muy importantes, solo se requiere que sea mayor de 20 cm de lado) de manera que se soldaran estas dos piezas y se garantizara estanqueidad del tubo en uno de sus extremos. La placa serviría, a la vez, para apoyo y soporte en posición vertical del tubo de 6”.

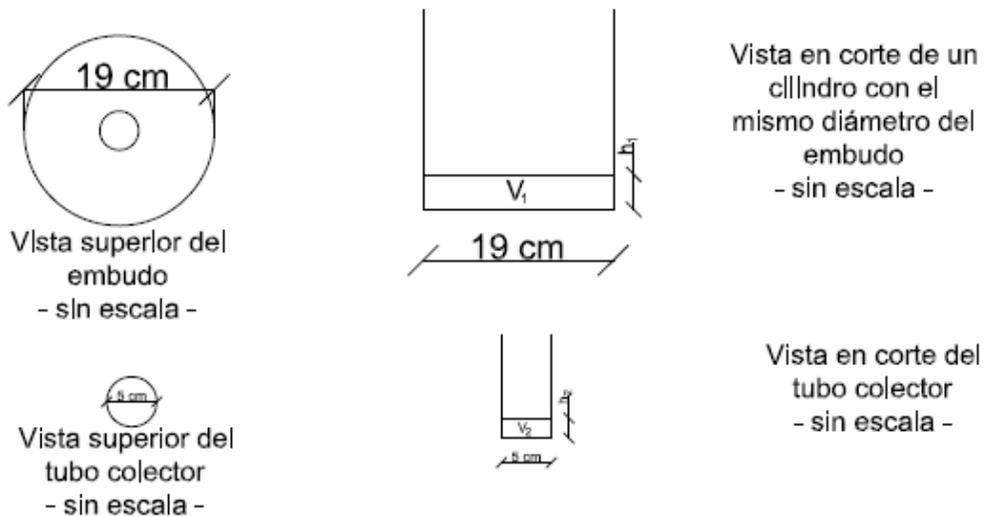
Como el tubo colector interior debe ir en el centro del fondo del tubo de 6”, en posición vertical y suficientemente rígido, se optó por soldar en el centro de dicho fondo una unión PVC de 2”, a la cual se acopla y desacopla con poco esfuerzo el fondo taponado del tubo de 2” cada vez que se saca para vaciarlo. Posteriormente, se cortó la parte más estrecha del embudo para que no se tropezara con el borde del tubo colector interior, se superpuso (removible) este embudo sobre el borde superior del tubo de 6” y se instaló en su interior una rejilla metálica pequeña (de las usadas en lavapla-

tos, fácil de conseguir en cacharrerías) que evita que insectos como mariposas, abejas, etc. caigan al fondo del embudo y lo taponen, afectando las lecturas del pluviómetro. Esos insectos caerán ahora alrededor de la rejilla sin taponarla, mientras se remueven.

El paso final consistió en fabricar la regla medidora con la escala en mm de lluvia correspondiente, según los diámetros de la boca del embudo y del interior del tubo colector. Esta regla puede construirse de longitud 1 m máximo, lo más delgada posible (para que no incremente

—por desplazamiento del agua según su volumen— el nivel en el tubo colector al introducirse en él) en madera o en aluminio, con la escala en mm de lluvia marcada con tinta indeleble y/o con las marcas de cada mm de lluvia en bajo relieve.

Para definir dicha escala se procedió a resolver el ejercicio matemático al que se hizo referencia arriba, de la siguiente manera: El volumen de agua que cae dentro del colector debe ser el mismo que caería en el cilindro con boca igual a la del embudo, como se aprecia en la figura siguiente:



$$V_1 = V_2 \quad (1)$$

Donde,

V_1 es el volumen de agua dentro de un hipotético cilindro de diámetro interno igual al de la boca del embudo

V_2 es el volumen de agua dentro del tubo colector

Y como,

$$\text{Volumen} \rightarrow V = \pi * D^2 * h/4 \quad (2)$$

Donde,

π es el número matemático que se obtiene al dividir la longitud de una circunferencia por su diámetro, en geometría euclidiana, y es igual a 3, 141592.....

D es el diámetro de la boca del recipiente

h es la profundidad del agua dentro del recipiente

Entonces se tiene que,

$$\pi * D_1^2 * h_1/4 = \pi * D_2^2 * h_2/4 \quad (3)$$

Donde,

D_1 es el diámetro de la boca del embudo

D_2 es el diámetro interno del tubo colector

h_1 es la profundidad del agua dentro de un hipotético cilindro de diámetro interno igual al de la boca del embudo

h_2 es la profundidad del agua dentro del tubo colector

Al simplificar se obtiene que,

$$D_1^2 * h_1 = D_2^2 * h_2 \quad (4)$$

O sea que la relación de profundidades del agua en los dos recipientes es,

$$h_2/h_1 = D_1^2 / D_2^2 \quad (5)$$

Es decir, la profundidad del agua en el colector será igual a la profundidad del agua en el recipiente de boca ancha afectada por la relación de los cuadrados de los diámetros

En nuestro pluviómetro, al medir sus dimensiones con precisión se tiene que,

$$D_1^2 = 19,0 \text{ cm}$$

$$D_2^2 = 5,6 \text{ cm}$$

Y al resolver la ecuación (5) se obtiene,

$$h_2/h_1 = (19,0)^2 / (5,6)^2 = 361 \text{ cm}^2 / 31,36 \text{ cm}^2 = 11,51$$

Lo que significa que,

Una lluvia h_1 de 1 mm produce en el colector una profundidad del agua h_2 de 11,51 mm

Con este dato se fabricó una regla especial con una escala tal que cada 11,51 mm de una regla común corresponden a 1 mm (de lluvia) y se marcó así: 1 mm de lluvia.

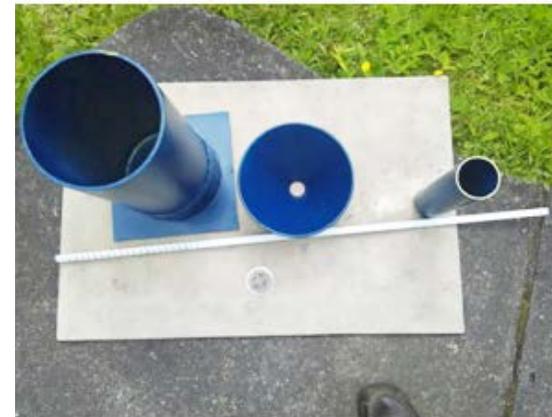
Y así se tuvo listo el pluviómetro totalizador diario para su uso.

Es importante que los datos vaciados en las hojas para tal fin, sean claros y ordenados, con fecha, hora de la lectura, dato, tomador del dato, lugar donde está instalado el pluviómetro y cualquier otra información que el tomador considere relevante, y que esas hojas de datos se almacenen de manera segura pero, mejor, que los datos allí consignados se puedan compartir con otros a quienes pudieran servir para toma de decisiones con ellos, previo análisis de los mismos, lo cual es tema de otro documento que alguien podría escribir más adelante.

FUNCIONAMIENTO

Todos los días a las 7 a.m. (minutos más, minutos menos) se remueve la rejilla, se introduce la regla medidora, se lee el dato de lo llovido el "día anterior", se hace la anotación, se retira el embudo, se retira el tubo colector, se vacía este, se devuelve a su sitio y el embudo también, se repone la rejilla y el pluviómetro queda listo para la lectura del día siguiente.

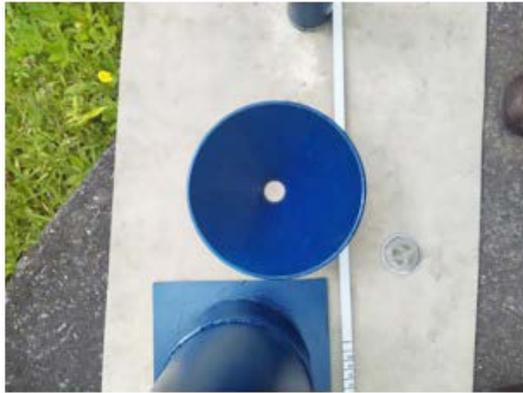
Un caso especial se da cuando la lluvia es tanta y tan fuerte que rebasa la capacidad del tubo colector. En esos casos, se retira la rejilla, se quita con cuidado el tubo colector (que debe estar rebosado), se anotan los milímetros de lluvia que le caben al tubo colector, se vacía este, y el agua que se depositó en exceso en el interior del tubo de 6" se vacía en el tubo colector (levantando el tubo de 6"), se introduce la regla y se anota la cantidad adicional de lluvia en mm, y ese valor se le suma a los milímetros de lluvia que le caben al tubo colector. Esa es la lluvia del "día anterior". Se vacía nuevamente el tubo colector, se colocan las partes en su sitio y el pluviómetro queda listo para la lectura del día siguiente.



Fotografía 1. Vista general de las partes del pluviómetro



Fotografía 2. Detalles del interior del tubo soporte



Fotografía 3. Detalle del embudo



Fotografía 4. Detalle del tubo colector



Fotografía 5. Detalle de rejilla y regla



Fotografía 6. Detalles del pluviómetro en proceso de ensamblaje



Fotografía 7. Pluviómetro ensamblado



Fotografía 8. Pluviómetro y regla medidora



Instituto de Estudios Ambientales - IDEA -
Teléfono: 8879300 Ext. 50190 / Fax 8879383
Cra 27 #64-60 / Manizales - Caldas
<http://idea.manizales.unal.edu.co>
idea_man@unal.edu.co