

¿CUÁNTOS CÁNTAROS CAEN CUANDO LLUEVE A CÁNTAROS?

Marisa Orro Arcay. Victoria Trigás Verdini
Delegación AEMET en Galicia

“Quien diga que el sol trae felicidad, nunca ha bailado bajo la lluvia”
Anónimo

INTRODUCCIÓN:

¿Cómo se mide la lluvia? ¿De dónde salen los litros por metro cuadrado? ¿Son muchos 20 litros por metro cuadrado? ¿Cómo se diseñaron los pluviómetros?

Nuestra intención con este proyecto es dar contestación a estas y otras preguntas sobre la lluvia.

Explicaremos paso a paso los fundamentos del pluviómetro, de su diseño. Esto nos permitirá ir analizando las cantidades medidas, si son importantes o no.

Sabemos que la lluvia y su medición es un tema cotidiano, que está presente continuamente en la información meteorológica que se consulta en cualquier medio, digital o no. Todo el mundo ha oído alguna vez hablar de cantidades de lluvia registradas en litros por metro cuadrado, pero en el fondo casi nadie tiene mucha idea de lo que representan dichas cantidades. Lo cual es perfectamente comprensible, por otra parte.

Este proyecto pretende explicar, de forma asequible para todos los públicos, los planteamientos anteriores, además de proporcionar unas sencillas instrucciones para construir un pluviómetro.

Pero eso será al final, primero hay que entender la explicación teórica.

MATERIAL NECESARIO PARA EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

- Portátil con una breve presentación de Power point que actúa como apoyo auxiliar.
- Bastidor cuadrado de 1m de lado
- Vaso medidor de líquidos, de los de cocinar
- Regla graduada hasta los mm
- Botella de 1 litro de capacidad llena de agua
- Bandeja impermeable rectangular de 200 cm².
- Pluviómetro Hellman y pluviómetro de balancín.
- Jeringa de 20 ml y probeta graduada en mm
- Folletos para entregar con las instrucciones para construir un pluviómetro

DESARROLLO

Si nos pidieran idear alguna manera para medir la lluvia, lo más seguro es que en primer lugar pensáramos en colocar a la intemperie un recipiente para recogerla. Luego tendríamos que disponer de otro recipiente graduado, llamémosle medidor, en el que verter la cantidad recogida y así poder asignarle un valor.

Este segundo recipiente medidor puede elegirse de dos maneras:

- Graduado en unidades de capacidad conocidas: por ejemplo, un vaso medidor de cocina que estará graduado en litros y sus divisores. Entonces mediríamos la lluvia usando las unidades de capacidad de toda la vida: litros, centilitros, mililitros...

-O bien, se puede graduar un recipiente cualquiera en unas unidades nuevas que solo valgan para medir lluvia, que podríamos llamar *lluvios*, por ejemplo.

Bien, nos quedaremos con la segunda opción, pero no con el nombre de las unidades. Pero, ojo, que esto supone que **el recipiente recogedor de lluvia y el recipiente medidor van a formar un equipo inseparable: solo funcionarán el uno con el otro. Veamos el porqué de esto.**

Vamos a centrarnos primero en el recipiente recogedor de lluvia. Tomaremos una caja cuadrada de 1 metro de lado, es decir, una superficie de 1m^2

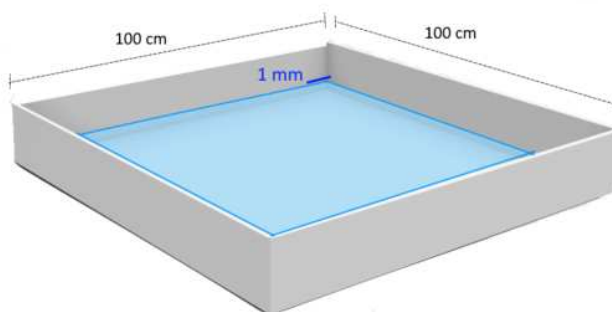


Figura 1: un litro por metro cuadrado sube un milímetro

Pues bien, si vaciáramos en esta caja una botella de agua de un litro, o, lo que es lo mismo, si en esta caja cayera un litro de agua de lluvia, esta subiría por las paredes de la caja únicamente 1 milímetro.

Eso es muy poquito, casi casi tan fino como el canto de una uña (Figura 1).

Es decir, cuando llueve un litro en cada metro cuadrado, la altura de la lluvia será de un milímetro, **luego 1mm de altura representa 1 l/m^2** . Hay que quedarse con este lema, ya que contiene “la madre del cordero”.

Hemos dicho que 1 l/m^2 será muy poca lluvia. Pero si cayeran 20 litros en la caja (podemos imaginarnos 20 botellas de litro), es decir, si la cantidad de lluvia fuera de 20 l/m^2 , el agua subiría 20 mm por las paredes de la caja. O sea, 2 centímetros, lo que nos llegaría a mojar la suela del zapato. Si caen 100 l/m^2 , entonces el agua ya nos llegaría al tobillo. Todo esto suponiendo nuestra caja totalmente plana y sin fugas ni evaporaciones de ningún tipo.

Una vez que ya tenemos cierta idea de la magnitud de las cantidades de lluvia, vamos a imaginar más de 200 botellas de litro, llenas de agua. En concreto 265 botellas (Figura 2):



Figura 2

El día 12 de septiembre de 2019, una DANA dejó estas cantidades de agua en algunos puntos de la Comunidad Valenciana. Por ejemplo en **ONTINYENT** cayeron **iii 265 l/m² en menos de 8 horas!!!** (Figura 3).

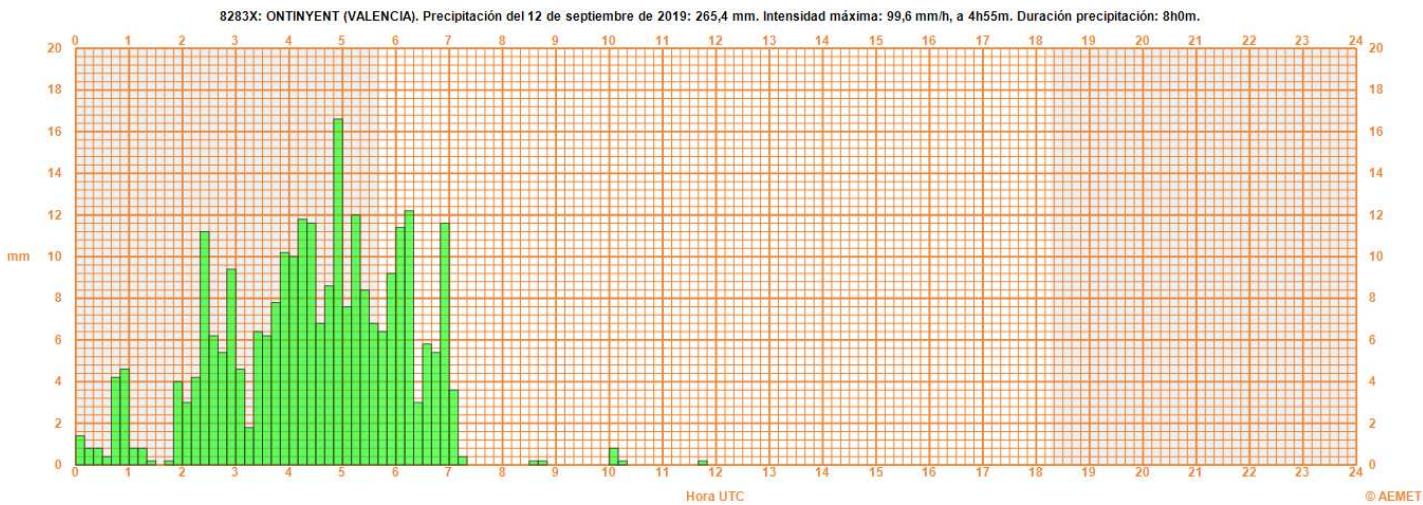


Figura 3: El eje horizontal representa las 24 horas del 12 de septiembre (subdivididas en períodos de 10 minutos). El eje vertical está graduado en mm (o lo que es lo mismo, en l/m²) y contabiliza la lluvia.

¿Hasta dónde subiría esa cantidad en cada metro cuadrado? Pues hasta los 26,5 cm, más o menos por la mitad de la pantorrilla.

En Valencia llueve de modo torrencial: mucha cantidad de agua en poco tiempo. En algunos puntos de Galicia, donde llueve mucho, es posible que caigan también grandes cantidades, pero no en tan poco tiempo. Por ejemplo, en A Lama (Pontevedra) el día 10 de diciembre de 2017 cayeron 234 mm en casi 24 horas (figura 4):

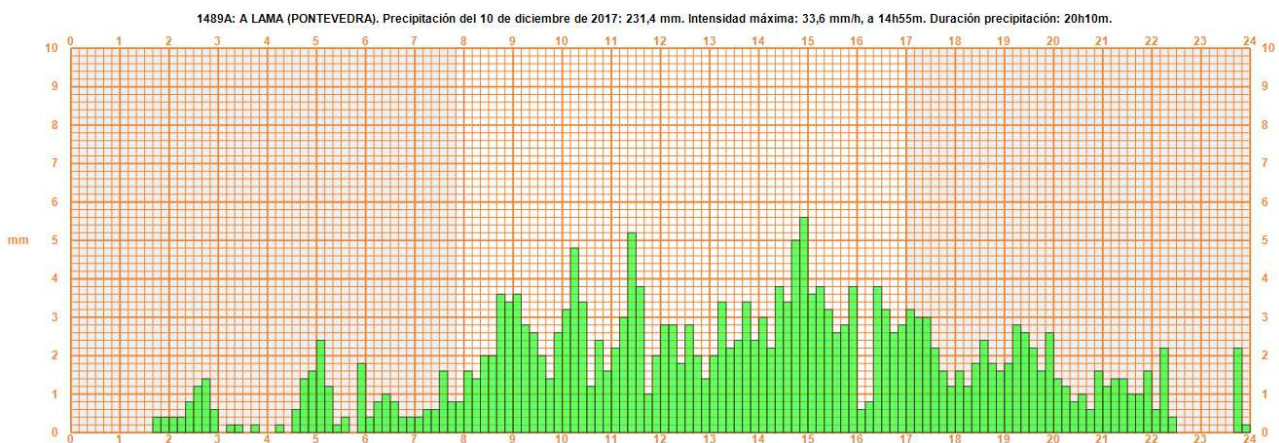


Figura 4: El eje horizontal representa las 24 horas del 10 de diciembre (subdivididas en períodos de 10 minutos). El eje vertical está graduado en mm (l/m²) y contabiliza la lluvia.

A la vista de lo anterior, cabe preguntarse qué cantidad de lluvia se corresponde con una lluvia “normal”. Evidentemente eso va a depender de las distintas zonas: lo que es normal en Murcia, entre 200 y 300 mm cada año, no lo sería en Asturias, donde se recogen más de 1000 l/m² anuales. La zona de Ontinyent recoge

anualmente entre 600 y 700 mm (y en el año 2019 casi la mitad de lo que es normal se recogió en 8 horas), mientras que en la de A Lama lo normal son casi 2000 mm anuales, más del doble.

En la figura 5 se representa la lluvia que, por término medio, se acumula cada año en las distintas zonas de nuestro país (incluidas las islas). Vemos que hay grandes diferencias entre unas y otras.

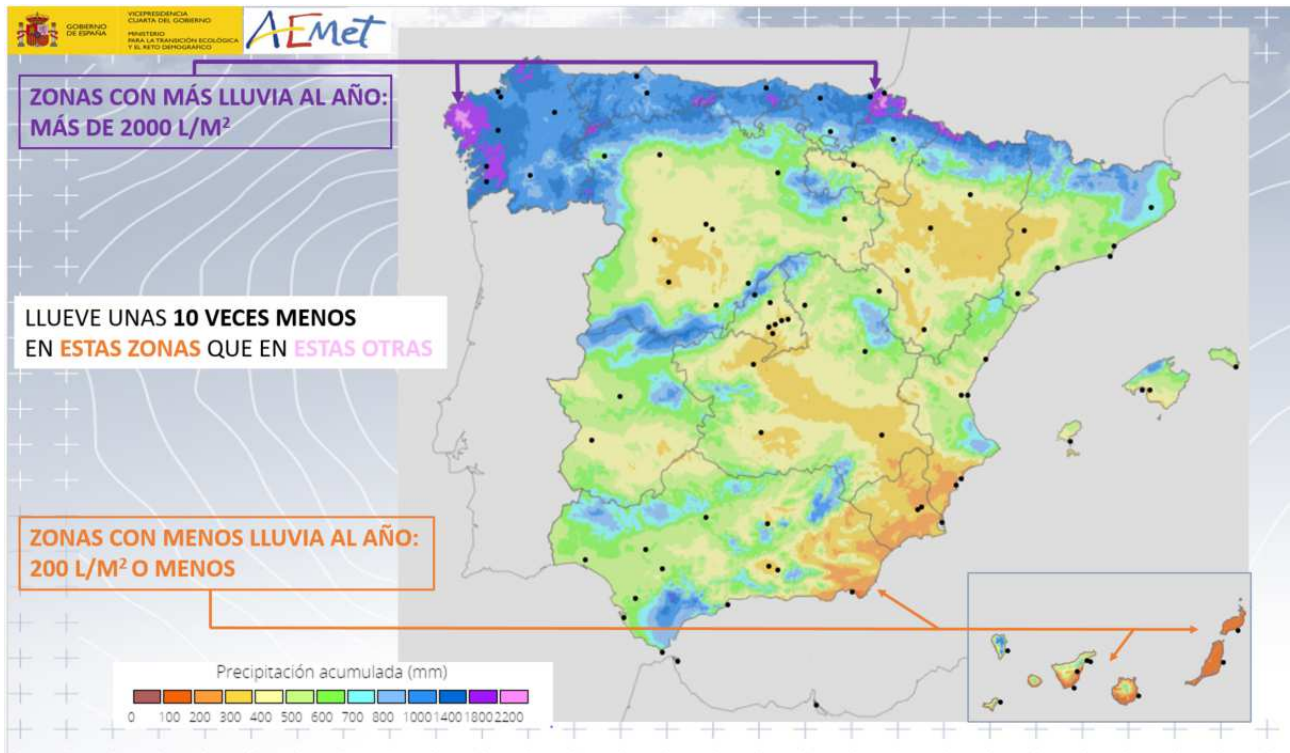


Figura 5

Ya tenemos una idea de lo que es mucha o poca lluvia. Sigamos:

Nos hemos desviado un poco del asunto de la caja recogedora y el recipiente medidor. Vamos a retomar el hilo, a ver si conseguimos llegar a ver cómo se diseñaron los pluviómetros.

La idea de usar una caja de 1 m² de superficie como recogedor no parece muy práctica: la caja es enorme y difícil de manejar. Si llegan a caer 10 l/m². ¿Cómo mediremos eso? Habría que levantar la caja para vaciarla y ¿Dónde? ¿En una botella donde quepan por lo menos 10 litros, en 10 botellas...?

Mejor es hacer la caja más pequeña. En concreto la vamos a hacer 50 veces más pequeña.

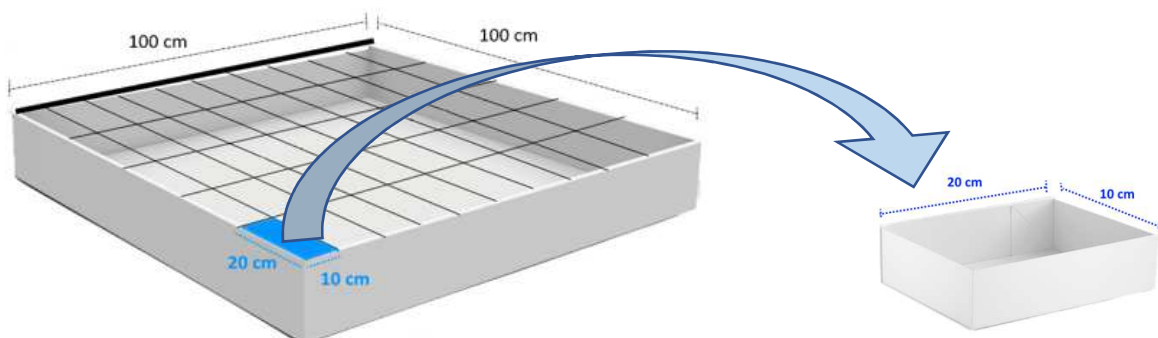


Figura 6

Si dividimos una superficie de 1 m^2 (10000 cm^2) en 50 partes iguales, cada una de ellas tendrá una superficie de 200 cm^2 . (Este dato no hace falta conocerlo para seguir el razonamiento general, pero es interesante retenerlo a la hora de entender el diseño del pluviómetro) Es decir, cada parte va a ser como la cajita pequeña de la figura 6.

Decíamos que cuando llueve un litro en cada metro cuadrado, la altura de la lluvia será de un milímetro, **es decir, 1mm de altura representa 1 l/m^2** . Pues bien, si echamos agua en la caja pequeña hasta que suba 1mm por la pared, extrapolando, es como si hubiera llovido 1 litro en cada metro cuadrado.

Esta cantidad de agua, que es la que cabe en la jeringuilla (*), será nuestra unidad de lluvia: un litro por metro cuadrado. Nótese que es una cantidad de agua que va a variar según sea el tamaño del recipiente donde la recojamos. Es decir, la unidad de longitud, que es un metro, siempre va a medir lo mismo, tanto en una cinta de costura como en un metro de carpintero, etc. Pero un litro por metro cuadrado será más o menos cantidad de agua dependiendo del tamaño del recipiente recogedor.

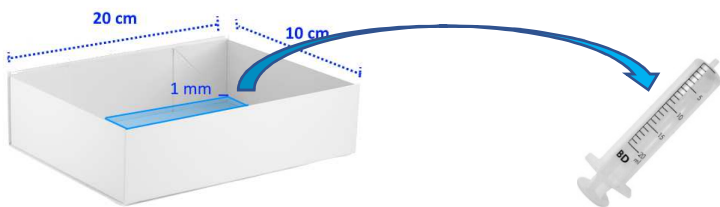


Figura 7

(*) En principio nos daría igual si no conociéramos la medida de esta cantidad en unidades convencionales de volumen, y mejor es no mencionarlo durante la exposición oral del trabajo, ya que hemos comprobado que podemos crear confusión en el público y que este acabe mezclando las unidades de volumen (litros, centilitros, mililitros) con las de precipitación, que son l/m^2 o mm.

Entonces, igual que el metro es la unidad de longitud y para medir longitudes usamos cintas graduadas en metros y sus divisores, para medir la lluvia usaremos un recipiente graduado en mm y sus divisores (décimas de mm o de l/m^2).

¿Cómo hacemos esto? Pues cogiendo una probeta y vertiendo en ella el contenido de la jeringuilla, que sabemos que es un litro por un metro cuadrado. Marcamos 1 mm y luego seguimos graduando según esta distancia.

Tenemos, para enseñar, una probeta ya graduada en estas unidades (como la de la figura 8) que llega hasta los 10 l/m^2 .



Figura 8

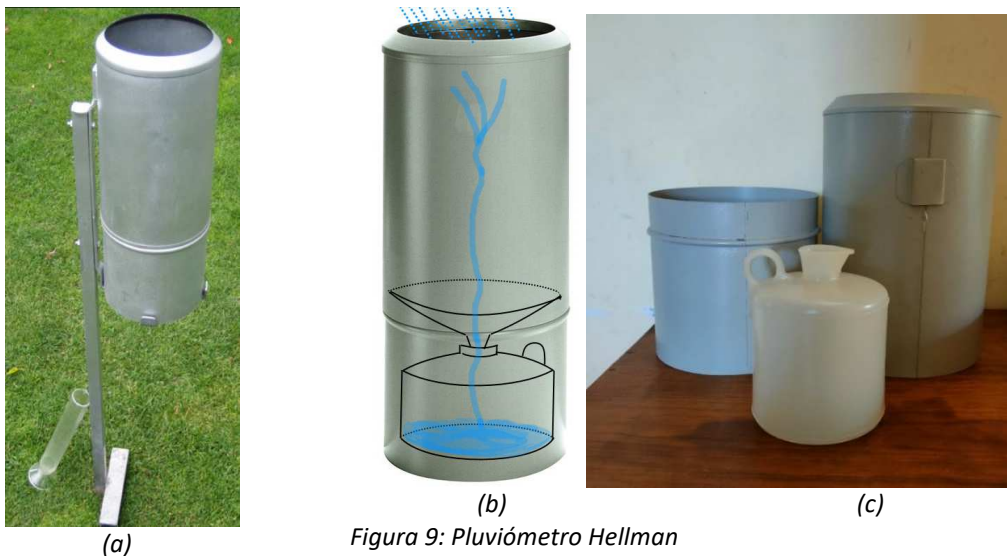
Bien, ya tenemos una cajita más manejable que la que medía 1 m^2 , y una cómoda probeta graduada para traducir el agua real a las unidades de lluvia, pero este sigue siendo un diseño poco práctico. La cajita es demasiado pequeña y además, si la dejamos en el jardín la puede volcar el viento, se evaporará parte del agua que recoja, se la pueden beber los pájaros... Falta dar con un diseño *práctico y funcional*.

Este diseño final se lo debemos a Gustav Johann Georg Hellmann, (1854-1939), que fue el Director del Instituto Meteorológico de la antigua Prusia, en Berlín, entre 1907 y 1922, y un meteorólogo muy conocido

en su tiempo. En España realizó algunos trabajos; por ejemplo, utilizando como fuente los resúmenes de las observaciones meteorológicas de nuestras provincias entre los años 1865 y 1873, proporcionados por el Real Observatorio de Madrid; hizo un estudio global sobre las precipitaciones que posteriormente amplió a Portugal. Dicho estudio fue presentado en la Real Academia de Ciencias de Madrid como “Distribución de la lluvia sobre la Península Ibérica” (1).

En la época de Hellman ya había pluviómetros, pero él diseñó el pluviómetro que lleva su nombre, que se usó en los observatorios de AEMET (y aún se usa testimonialmente) durante muchos años. Lo que hizo fue convertir la superficie rectangular de la cajita (200 cm², por eso decíamos antes que había que fijarse en este dato), en circular y diseñar un embudo con esta medida. Debajo del embudo colocó una botella cualquiera. Esta botella es intermedia, no importa su volumen. Lo importante es el *kit* que va unido: superficie de recogida & recipiente medidor (en este caso la probeta graduada).

En la figura 9 vemos un pluviómetro Hellman: (a) tal y como está montado en el jardín meteorológico, con la probeta a sus pies, (b) un esquema que muestra su funcionamiento y (c) desmontado en dos partes, junto con la jarra que lleva dentro. Durante la exposición tenemos uno que desmontamos para enseñar su funcionamiento.



Las observaciones de lluvia se hacen en los observatorios meteorológicos de todo el mundo a unas horas determinadas, las horas sinópticas, adoptadas por acuerdo internacional y expresadas en tiempo universal (TMG) u hora Z. Horas sinópticas principales son: las 00 Z, 06 Z, 12 Z y 18 Z y horas sinópticas intermedias son: las 03 Z, 09 Z, 15 Z y 21 Z. A estas horas se realizan observaciones meteorológicas en numerosas estaciones con el fin de obtener una representación general del estado de la atmósfera en el instante considerado.

Hasta hace relativamente pocos años, estas observaciones se hacían manualmente, es decir, la persona encargada desmontaba el pluviómetro y vaciaba el contenido de la jarra blanca en la probeta graduada para leer los l/m² que habían caído.

Actualmente son los pluviómetros automáticos los que se encargan de medir la lluvia, y nos ofrecen esta medida en tiempo real (o casi real), es decir, no hay que esperar a la hora de la observación oficial para saber lo que ha llovido.

El diseño moderno y automático del pluviómetro Hellman es el de la figura 10: el pluviómetro de balancín. También tenemos uno destripado para mostrar durante la exposición.

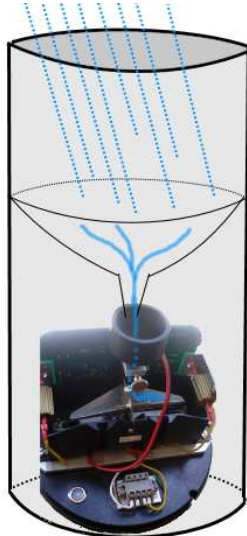


Figura 10: pluviómetro automático de balancín

El diseño exterior es muy parecido al Hellman, de hecho la boca de ambos es del mismo tamaño. Pero el interior no tiene nada que ver:

La lluvia entra en el pluviómetro a través de su boca, pasa por varios embudos y llega a una especie de columpio o balancín. Cuando se llena uno de los dos lados del balancín (con una o dos décimas de l/m^2 , depende del modelo de pluviómetro), el agua cae por efecto del peso y se cierra un circuito eléctrico, quedando listo el plato opuesto para repetir el mismo proceso. Como decimos, cada balanceo se produce con 0,1 o 0,2 l/m^2 de lluvia, es decir, cada 10 o 5 veces que se vacíen los balancines habrá llovido 1 l/m^2 . Hay un contador electrónico que registra el número de veces que se han vaciado al cabo de un determinado periodo de tiempo y así se contabilizan los l/m^2 .

Finalmente, el último paso en la evolución de los medidores de lluvia se llama DISDRÓMETRO (figura 11), y su diseño ya no tiene nada que ver con el de los pluviómetros clásicos. Tampoco su uso está tan extendido como el de aquellos.

Los disdrómetros ópticos (los hay de más tipos) constan de dos "cabezas": una emite un haz de luz láser que recoge la otra. Las partículas de lluvia, nieve, granizo... al atravesar el haz atenúan su intensidad. Esta atenuación es medida por el cabezal receptor. Utilizando esta información, se calcula el tamaño, la velocidad y el tipo de partícula. Y, a partir de estos datos se calculan otras variables tales como: la cantidad de lluvia, su intensidad, la visibilidad...



Las partículas de precipitación producen una atenuación del haz láser

Figura 11: Disdrómetro óptico

Hasta aquí llega nuestra exposición sobre la medida de la precipitación (a estas alturas ya podemos usar este término ¿no?). Queremos terminar ofreciendo al público unas sencillas instrucciones para que se construyan su propio pluviómetro. Presentamos dos posibilidades: la versión “para dummies” y el “método Premium”.

Para hacer el pluvio “para dummies” nos basamos en la coplilla inicial: **cuando llueve un litro en cada metro cuadrado, la altura de la lluvia será de un milímetro. Esto es la definición de unidad de lluvia (lo que llamábamos lluvia) que se llama l/m^2 o mm.** Así que razonamos como sigue: tenemos un recipiente cualquiera de superficie plana y paredes rectas. Vertemos agua en él hasta alcanzar 1 mm de altura. Si recogemos esta agua en un vaso de paredes rectas y hacemos una marca en la pared del vaso a la altura a la que haya llegado (**), tendremos calibrado el vaso en l/m^2 o mm. Pero ese vaso solo medirá correctamente los l/m^2 o mm con el recipiente recogedor correspondiente. Tienen que ir en pareja.

En el caso del método Premium, se trata de hacer los cálculos teóricos. Primero hemos de tener en cuenta que al haber dividido la caja grande en 50 partes iguales, para mantener la proporcionalidad, tendremos que hacer también 50 veces más pequeño el litro de agua que se reparte sobre la superficie de la caja. Dividimos un litro en 50 partes iguales y cada una de ellas será la cantidad de la jeringuilla: 20 ml. Luego habrá que calcular el área de la base del recipiente que hayamos elegido como recogedor. Una vez hecho esto hacemos una regla de 3: si 200 cm^2 de superficie necesitan 20 ml de agua (la cantidad de la jeringuilla que hemos averiguado antes) para medir $1\text{ l}/m^2$, nuestra superficie conocida necesitará X ml. Esta cantidad X, que hemos deducido teóricamente, es nuestra unidad de lluvia, nuestro l/m^2 . Tendremos que verter la cantidad X que hayamos calculado en el vaso medidor y luego marcar la altura a la que haya llegado (**). Así tendremos calibrado el vaso en l/m^2 o mm. Pero, de nuevo, ese vaso solo medirá correctamente los l/m^2 o mm con el recipiente recogedor correspondiente. Tienen que ir en pareja

(**) Hacer una marca a 1mm de altura en el recogedor resulta bastante complicado.

Truco: haz la marca a 5 mm (0,5cm), echa agua hasta ahí y vacíala en el medidor. Marca hasta donde llegue, que serán $5\text{ l}/m^2$. Luego tendrás que dividir en 5 partes iguales esta distancia hasta el fondo del vaso

(1) EL PLUVIÓMETRO HELLMANN, Ignacio del Estal Aparicio

BIBLIOGRAFÍA/REFERENCIAS:

Meteoglosario visual (AEMET): <https://meteoglosario.aemet.es/>

EL PLUVIÓMETRO HELLMANN. Ignacio del Estal Aparicio
<https://www.divulgameteo.es/uploads/Pluvi%C3%B3metro-Hellmann.pdf>

https://www.biral.com/wp-content/uploads/2015/01/5.4110.xx_.xxx_.pdf

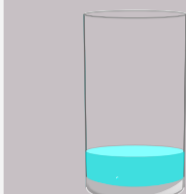
Las imágenes son propias o con licencia Creative Commons

CÓMO CONSTRUIR UN PLUVIÓMETRO (MÉTODO PREMIUM)

NECESITARÁS:



-Un recipiente impermeable, de base plana y paredes totalmente verticales. Su forma puede ser rectangular, cuadrada o redonda. Será el recogedor.



recipiente medidor

-Otro recipiente, mejor si es alto y estrecho como una probeta. También de paredes rectas. Será el medidor.

-Una jeringa o un vaso graduado en mililitros o cc

-Un rotulador permanente, una regla graduada hasta los milímetros y un poco de agua

Lo primero es calcular el área de la base del recipiente en cm^2

Ayuda: si es cuadrado o rectangular $\rightarrow \text{Área} = \text{Lado} \times \text{Lado}$

Si es redondo $\rightarrow \text{Área} = \pi \cdot \text{radio}^2$

Luego hay que averiguar la cantidad de lluvia que tiene que recoger nuestro pluviómetro para medir 1 l/m^2 .

Para ello hacemos una regla de tres:

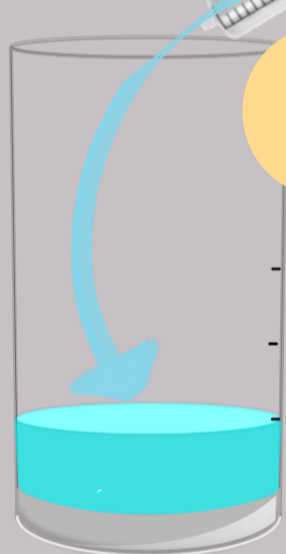
Si 200 cm^2 necesitan 20 ml de agua (*) para medir 1 l/m^2 , nuestra superficie conocida A necesitará $X \text{ ml}$.

Así que:

$$X = \frac{A \times 20}{200}$$

(*) Si dividimos en 50 partes 1 m^2 , cada una de ellas tendrá 200 cm^2 de superficie. Al dividir 1 litro en 50 partes, cada una será de 20 ml .

1



2

Medimos en la jeringuilla la cantidad de agua X que hayamos calculado. Es nuestro litro por metro cuadrado. Luego la vertemos en el vaso medidor y marcamos la altura a la que llega el agua.

- 3 l/m^2
- 2 l/m^2
- 1 l/m^2

Esta altura será la marca de 1 l/m^2 y continuaremos rotulando los l/m^2 a esta distancia unos de otros.

3

Ya sólo falta lo más importante: la lluvia. Pon el pluviómetro en el exterior un día de lluvia.

Cuando pare de llover, o se haya llenado, recógelo y vacía el agua en el recipiente medidor. Cuenta las marcas que ha alcanzado el agua y esos serán los litros por metro cuadrado que habrán caído



A TENER EN CUENTA

-Has construido un equipo inseparable: El recipiente recogedor y el medidor solo formaran un pluviómetro si van juntos.

-Hacer una marca a 1 mm de altura en el recogedor resulta bastante complicado. **Truco:** haz la marca a 5 mm ($0,5 \text{ cm}$). Para ello mide la cantidad $5X$ en la jeringuilla y vacíala en el medidor. Marca hasta donde llegue, que serán 5 l/m^2 . Luego tendrás que dividir en 5 partes iguales esta distancia hasta el fondo del vaso

