



## UNIDAD DE CLIMA ESPACIAL

*Coordinadores: Fís. Luis Felipe Gualco Centeno MSc.*

*Fís. William Alexander Carvajal Morales MSc.*

## GUÍA DIDÁCTICA PARA ELABORACIÓN DE PLUVIÓMETRO CASERO

### 1. Introducción

Los pluviómetros son instrumentos fundamentales para medir la cantidad de precipitación. Junto con la veleta, estos instrumentos son los más antiguos de los que tenemos constancia en la documentación histórica, así como en los vestigios arqueológicos. En principio, su utilidad no era la de estudios pluviométricos de la zona sino la de poder estimar las próximas cosechas y así poder tantear los impuestos que más tarde se podrían cobrar.

Tienen su origen en el siglo XVII, cuando científicos como Christopher Wren comenzaron a desarrollar dispositivos para registrar la lluvia. Sin embargo, fue en el siglo XIX cuando los diseños mejoraron, con avances como el pluviómetro de depósito creado por James Dalton en 1840, que permitió mediciones más precisas.



***Figura 1: Antiguo pluviómetro usado en Corea en 1441 diseñado por científico coreano Jang Yeong***

A lo largo del tiempo, estos instrumentos se sofisticaron, convirtiéndose en herramientas clave para el estudio del clima, la predicción de fenómenos meteorológicos y la gestión de recursos hídricos, con versiones modernas automáticas que permiten monitoreos remotos y continuos.

En Ecuador debido a su ubicación geográfica y relieve la información generada por satélites no guarda relación con las mediciones sobre el sitio, por lo cual mucha de esta información necesita ser validada antes de ser explotada en proyectos, por lo tanto, se hace necesario tener este tipo de información empleando pluviómetros confiables con mínimo de recursos.

## 2. Objetivo:

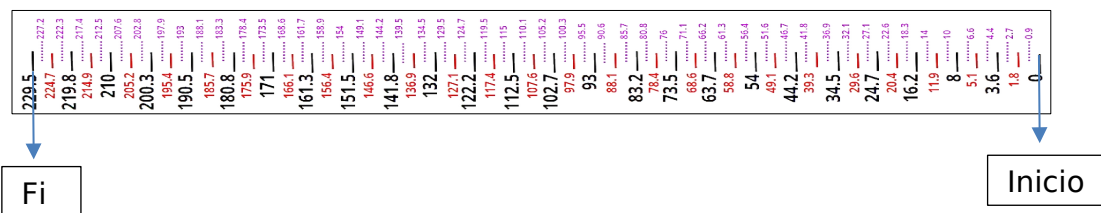
Diseñar un pluviómetro casero que permita estimar la cantidad de lluvia en un sitio determinado empleando objetos que se pueden encontrar en casa.

## 3. Materiales:

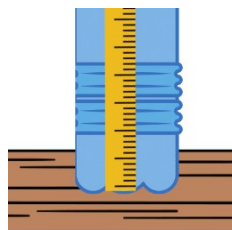
- 1 Botella de plástico de 3L y diámetro de 11,52 cm
- Tijera o estilete
- Hoja de papel
- Regla de 30 cm
- Cinta adhesiva transparente
- Jeringuilla de mínimo 20 ml y graduada en  $\text{cm}^3$

## 4. Montaje:

1. Cortar la botella a una altura de 25 cm desde la base, utilizando la tijera o el estilete, al final de la deformación del cuello de la botella asegurándose de que el corte sea lo más recto posible. Con la cinta adhesiva envolver el filo recortado para evitar cortes debido a la manipulación.
2. Imprimir la plantilla de la regleta con la escala en milímetros de agua, asegurándose de que el inicio (0) y el final (229.5) mida 25cm, para ello pueden emplear una regla normal.



3. Recortar la regleta e impermeabilizarla con cinta adhesiva transparente, esto evitará que la impresión de la hoja se borre y que dure un poco más (para explicación sobre la elaboración de la regleta dirigirse a la sección anexos).
4. Pegar la regleta firmemente a uno de los costados de la botella, asegurándose de que el punto cero (el inicio de la escala) esté alineado con la base del recipiente, para lograr medir con precisión el nivel del agua. Puedes ayudarte de la regla para marcar el 0. Colocar la botella al ras de la mesa como referencia y luego pegar la regla.



5. Colocar el pluviómetro en un área abierta y sobre una superficie plana, asegurándose de que este estable, para evitar que se caiga debido al viento, tal como se muestra en la Figura 1.
6. Tapar el recipiente con el pico de la botella que nos sobro de forma invertida de modo que el pico de la botella sirva como un embudo.
7. Es opcional cortar el pico de un garrafón de 3 o 4 litros y en el fondo ubicar una pieza de madera para tener un fondo nivelado y luego colocamos el pluviómetro en el centro del garrafón esto evitara que nuestro pluviómetro se caiga debido al viento.

### **Resultado final**



***Figura 2: Esquema experimental del pluviómetro.***

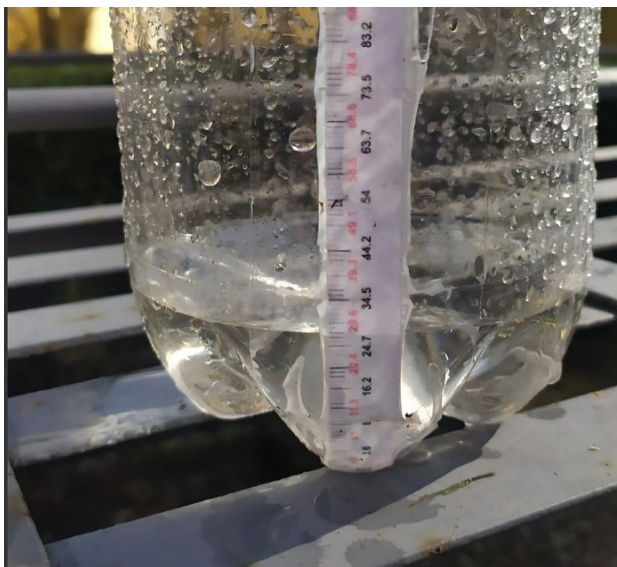
## 5. Procedimiento para medir la lluvia:

1. Medir el nivel de agua en la regleta, registrando la cantidad en milímetros de agua y anotarla en una libreta o cuaderno. Para la medición es importante anotar la hora, fecha y cantidad de manera cronológica.

Para leer el nivel de agua recolectado es importante asociar el nivel de agua con la medición de la regleta mas cercana. En caso que el nivel de agua se encuentre aproximadamente a la mitad de 2 valores numéricos, procedemos a anotar el promedio entre estas dos señales.

**Es recomendable generar las mediciones todos los días a la misma hora. Según la organización meteorológica mundial los pluviómetros se miden diariamente a las 7am.**

Es opcional vaciar el pluviómetro cuando ya se realiza la medición, o mantener el agua he ir acumulándola durante varios días para ir midiendo el incremento de lluvia de cada día, dependiendo de la cantidad de lluvia que se recolecte.



***Figura 3: Medición de lluvia. En la figura se observa que ha llovido 27.2 mm aproximadamente que corresponde al promedio entre las señales 24.7 y 29.6 mm***

### **¿Qué hago si la lluvia fue muy pequeña y no puedo distinguir cuánto ha llovido?**

En este caso vamos a emplear una jeringuilla común, sin aguja preferible graduada en  $\text{cm}^3$ .

- Usar la jeringuilla para recoger toda el agua recolectada por el pluviómetro, asegurándose de extraerla completamente.
- Anotar en la libreta la cantidad de mililitros de agua indicada en la jeringuilla. Si el volumen de agua excede la capacidad de medición de la jeringuilla, dividir la medición en varias partes y sumarlas.

- Multiplicar el volumen total de agua por un factor de 0,0959412 para calcular la cantidad de milímetros de agua que ha llovido.

**Formula:**

$$\text{Milímetros de lluvia} = \text{Volumen de agua (ml)} \times 0.0959412$$

**Ejemplo:**

$$\text{Milímetros de lluvia} = 50 \text{ ml} \times 0.0959412 = 4,79706 \text{ mm}$$

Nota: Es importante notar que el factor de **conversión** 0.0959412 fue calculado EXACTAMENTE para ser utilizado con una botella plástica de 3 litros que tiene un diámetro de 11.52 cm o que tenga un área de recolección de 104.23 cm<sup>2</sup>

2. Comparar el valor obtenido mediante el cálculo, con el valor medido directamente en la regleta, verificando que coincidan los resultados.

## 6. Conclusiones

El dispositivo generado funciona muy bien para estimar aproximadamente la cantidad de lluvia que cae sobre un sitio debido a la facilidad de los materiales es muy factible replicar este dispositivo sobre varias zonas.

## 7. Recomendaciones

- Tratar de vaciar el exceso de agua que se acumula dentro del garrafón para evitar que se acumule en el fondo durante un tiempo prolongado, debido a que puede generar asentamiento de basura e insectos.
- Es importante verificar y retirar objetos extraños que caigan dentro del pluviómetro para tener mejores mediciones y evitar que se acumule basuras al fondo de la botella.
- Si se encuentra sobre una zona alta, edificios, terrazas, es importante verificar que el dispositivo no se caiga para evitar problemas en la medición es posible utilizar un segmento de madera pegado al garrafón en sitios que son proclives a inundaciones o aumento del nivel de agua y de esa manera tener un pluviómetro casero tipo Helmann clásico.



**Figura 4: Pluviómetro tipo Helmann con soporte al costado**



## 8. Anexos

### Fabricación de la regleta:

1. Medir el área transversal de la botella o el área de recolección (*Arecolección*). Si no se puede medir de manera directa, dibujar el contorno de la sección transversal sobre una hoja de papel y utilizar métodos matemáticos o geométricos para calcularla.

Por ejemplo, en nuestro caso, para medir el área de la botella (en  $\text{cm}^2$ ) de la Figura 2, se aproximó el área de las esquinas de la botella como un cuarto de circunferencia encerrado en un cuadrado. El radio de esta circunferencia es igual a la longitud de un lado del cuadrado, como se muestra en la Figura 3. Luego, se calculó el área de las esquinas y se sumó al área del resto de la botella para obtener el área total.



*Ilustración 1. Esquema de otro tipo de pluviómetro hecho a partir de una botella de agua*



*Ilustración 2. Sección transversal de la botella de agua*

2. Añadir agua a la botella utilizando una jeringuilla, registrando el volumen añadido en  $\text{cm}^3$ , y marcando la altura alcanzada por el agua en la botella. Se anotó la altura y el volumen en cada repetición.
3. Repetir los pasos 2 hasta que el nivel del agua alcance una altura de 5 cm por debajo de la parte superior de la botella aproximadamente.
4. Medir la altura de cada marca de agua con la regla y registrar las mediciones correspondientes.
5. Calcular los milímetros de agua en función del volumen colectado utilizando la ecuación (1), que establece la relación entre los milímetros de agua y el volumen de agua contenido en el recipiente.

$$V_{\text{coleccion}} = A_{\text{recoleccion}} * h$$

$$h[\text{mm lluvia}] = \frac{V_{\text{coleccion}}}{A_{\text{recoleccion}}} * 10$$

Donde:

- $[h - \text{mm lluvia}]$  es la cantidad de milímetros de agua en el recipiente
  - $[V_{\text{coleccion}} - \text{cm}^3]$  es el volumen del recipiente que almacena el agua, que en este caso es la botella
  - $[A_{\text{recoleccion}} - \text{cm}^2]$  es el área de la sección transversal de la botella de plástico.
6. Realizar regresiones polinómicas para encontrar la relación entre la cantidad de milímetros de agua y la altura alcanzada por el agua. Dado que la forma de la botella puede ser irregular, se recomienda dividir los datos en grupos y realizar sus correspondientes regresiones. Además, para suavizar las transiciones entre grupos de datos, puede ser útil aplicar una regresión lineal en las zonas de transición.
  7. Utilizar las ecuaciones obtenidas en el paso 6 para calcular los milímetros de agua en función de la altura alcanzada en los puntos deseados. Se recomienda que la distancia entre los puntos sea constante para obtener resultados más consistentes.
  8. Diseñar una regleta que relacione los milímetros de agua con las alturas correspondientes, utilizando los datos obtenidos en el paso 7.

Se indica la regresión generada con los datos medidos.

A continuación, se muestra la información obtenida para una botella común de 3L y un área de recolección de diámetro = 11.52, y altura 40cm:

Altura de la botella (cm)	Mililitros de agua (mm)	Altura de la botella (cm)	Mililitros de agua (mm)	Altura de la botella (cm)	Mililitros de agua (mm)	Altura de la botella (cm)	Mililitros de agua (mm)
0	0	6,3	47,1	12,6	108,6	18,9	170
0,1	0,3	6,4	48,1	12,7	109,6	19	171
0,2	0,6	6,5	49,1	12,8	110,5	19,1	172
0,3	1	6,6	50,1	12,9	111,5	19,2	173
0,4	1,4	6,7	51	13	112,5	19,3	173,9
0,5	1,8	6,8	52	13,1	113,5	19,4	174,9
0,6	2,2	6,9	53	13,2	114,4	19,5	175,9
0,7	2,6	7	54	13,3	115,4	19,6	176,9
0,8	3	7,1	54,9	13,4	116,4	19,7	177,8
0,9	3,3	7,2	55,9	13,5	117,4	19,8	178,8
1	3,6	7,3	56,9	13,6	118,3	19,9	179,8
1,1	3,8	7,4	57,9	13,7	119,3	20	180,8
1,2	4	7,5	58,8	13,8	120,3	20,1	181,8
1,3	4,3	7,6	59,8	13,9	121,3	20,2	182,7
1,4	4,7	7,7	60,8	14	122,2	20,3	183,7
1,5	5,1	7,8	61,8	14,1	123,2	20,4	184,7
1,6	5,6	7,9	62,7	14,2	124,2	20,5	185,7
1,7	6,1	8	63,7	14,3	125,2	20,6	186,6
1,8	6,7	8,1	64,7	14,4	126,2	20,7	187,6
1,9	7,4	8,2	65,7	14,5	127,1	20,8	188,6
2	8	8,3	66,6	14,6	128,1	20,9	189,6

2,1	8,7	8,4	67,6	14,7	129,1	21	190,5
2,2	9,5	8,5	68,6	14,8	130,1	21,1	191,5
2,3	10,3	8,6	69,6	14,9	131	21,2	192,5
2,4	11,1	8,7	70,6	15	132	21,3	193,5
2,5	11,9	8,8	71,5	15,1	133	21,4	194,4
2,6	12,7	8,9	72,5	15,2	134	21,5	195,4
2,7	13,6	9	73,5	15,3	134,9	21,6	196,4
2,8	14,4	9,1	74,5	15,4	135,9	21,7	197,4
2,9	15,3	9,2	75,4	15,5	136,9	21,8	198,3
3	16,2	9,3	76,4	15,6	137,9	21,9	199,3
3,1	17	9,4	77,4	15,7	138,8	22	200,3
3,2	17,9	9,5	78,4	15,8	139,8	22,1	201,3
3,3	18,7	9,6	79,3	15,9	140,8	22,2	202,2
3,4	19,5	9,7	80,3	16	141,8	22,3	203,2
3,5	20,4	9,8	81,3	16,1	142,7	22,4	204,2
3,6	21,2	9,9	82,3	16,2	143,7	22,5	205,2
3,7	22,1	10	83,2	16,3	144,7	22,6	206,1
3,8	22,9	10,1	84,2	16,4	145,7	22,7	207,1
3,9	23,8	10,2	85,2	16,5	146,6	22,8	208,1
4	24,7	10,3	86,2	16,6	147,6	22,9	209,1
4,1	25,7	10,4	87,1	16,7	148,6	23	210
4,2	26,7	10,5	88,1	16,8	149,6	23,1	211
4,3	27,6	10,6	89,1	16,9	150,5	23,2	212
4,4	28,6	10,7	90,1	17	151,5	23,3	213
4,5	29,6	10,8	91	17,1	152,5	23,4	213,9
4,6	30,6	10,9	92	17,2	153,5	23,5	214,9
4,7	31,5	11	93	17,3	154,4	23,6	215,9
4,8	32,5	11,1	94	17,4	155,4	23,7	216,9
4,9	33,5	11,2	94,9	17,5	156,4	23,8	217,8
5	34,5	11,3	95,9	17,6	157,4	23,9	218,8
5,1	35,4	11,4	96,9	17,7	158,3	24	219,8
5,2	36,4	11,5	97,9	17,8	159,3	24,1	220,8
5,3	37,4	11,6	98,8	17,9	160,3	24,2	221,7
5,4	38,4	11,7	99,8	18	161,3	24,3	222,7
5,5	39,3	11,8	100,8	18,1	162,2	24,4	223,7
5,6	40,3	11,9	101,8	18,2	163,2	24,5	224,7
5,7	41,3	12	102,7	18,3	164,2	24,6	225,6
5,8	42,3	12,1	103,7	18,4	165,2	24,7	226,6
5,9	43,2	12,2	104,7	18,5	166,1	24,8	227,6
6	44,2	12,3	105,7	18,6	167,1	24,9	228,6
6,1	45,2	12,4	106,6	18,7	168,1	25	229,5
6,2	46,2	12,5	107,6	18,8	169,1		



