

# **PRÁCTICA 3**

## **Medida de la Humedad Atmosférica**

## OBJETIVOS

- Comprender el significado físico de la **humedad atmosférica** y conocer las **diferentes formas de expresarla**.
- Aprender diferentes **métodos de medida** de la humedad, así como el uso de la **tabla y el diagrama psicrométrico**.

# MAGNITUDES DE MEDIDA DE LA HUMEDAD ATMOSFÉRICA

(cantidad de vapor de agua que contiene el aire atmosférico)

**Ecuación de estado del gas ideal aplicado al vapor de agua :**  $eV = m_v R_v T$

$e$  = **presión de vapor de agua** (Pa),  $V$  = volumen de aire ( $m^3$ ),  $m_v$  = masa de vapor (kg) contenida en dicho volumen,  $T$  = temperatura absoluta (K) i  $R_v$  = constante específica del vapor de agua ( $R_v = 461 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ).

**HUMEDAD ESPECÍFICA**  $q$  ( $\text{g kg}^{-1}$ ): cociente entre la masa de vapor y la masa total de aire (vapor más aire seco) contenidas en el mismo volumen:

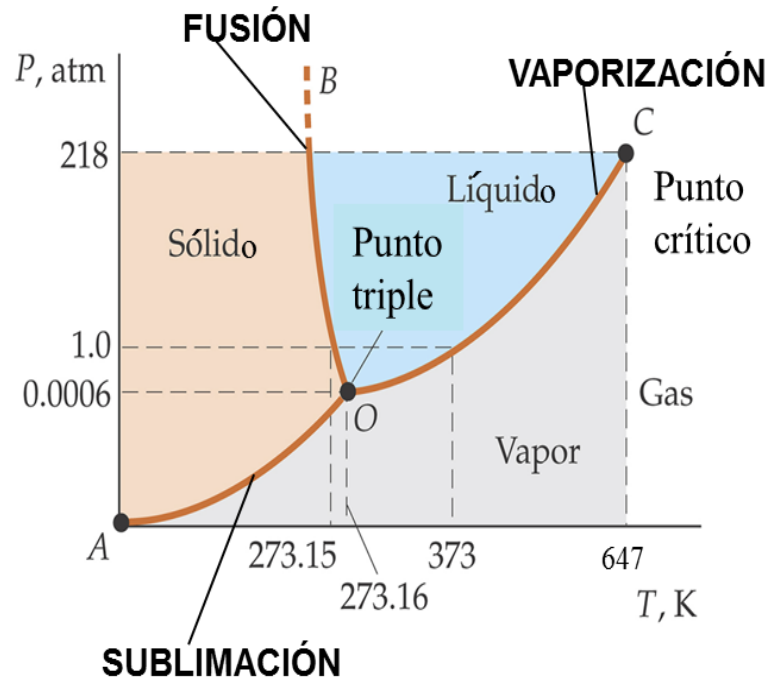
$$q = \frac{m_v}{m_s + m_v}$$

**RAZON DE MEZCLA**  $w$  ( $\text{g kg}^{-1}$ ): cociente entre la masa de vapor y la de aire seco:

$$w = \frac{m_v}{m_s}$$

# MAGNITUDES DE MEDIDA DE LA HUMEDAD ATMOSFÉRICA

(cantidad de vapor de agua que contiene el aire atmosférico)



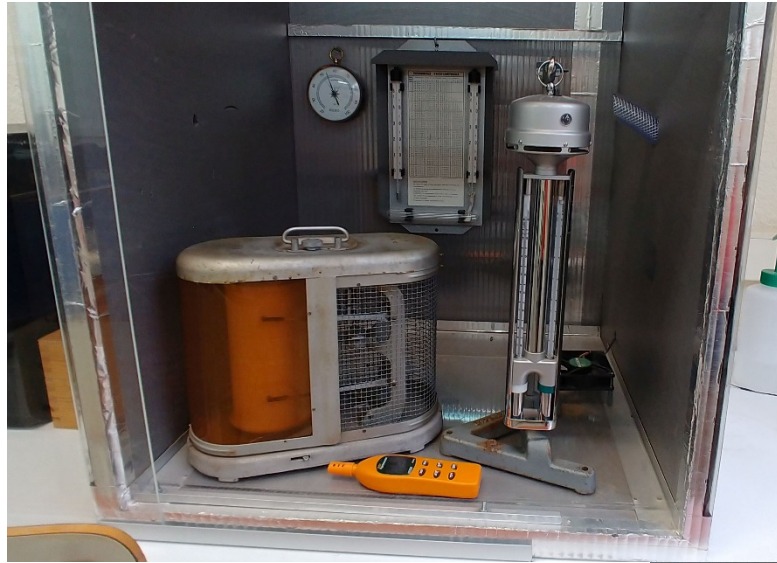
**HUMEDAD RELATIVA HR (%)**: porcentaje de vapor que realmente tiene el aire respecto de la cantidad total que podría contener a una temperatura dada.

$$HR = 100 \frac{w}{w_s} = 100 \frac{m_v}{m_{vs}} = 100 \frac{e}{e_s}$$

**TEMPERATURA DEL PUNTO DE ROCÍO  $T_r$  (K)**: temperatura de saturación = temperatura del aire para la cual la  $e$  sería saturante = la temperatura a la que habría que enfriar el aire para que se saturase.

## PARTE 1: Medida de la Humedad Atmosférica

- **Toma de medidas** de la humedad atmosférica dentro de una cámara aislada con **5 instrumentos** (higrómetro de cabello, termohigrógrafo, higrómetro digital de resistencia, psicrómetro, y aspirpsicrómetro). Se tomarán medidas para **4 niveles de humedad diferentes**.
- Confección de una **tabla con los valores medidos con sus unidades**, y asignación de los **errores** correspondientes a cada instrumento utilizado (ver dichos errores en el Manual).

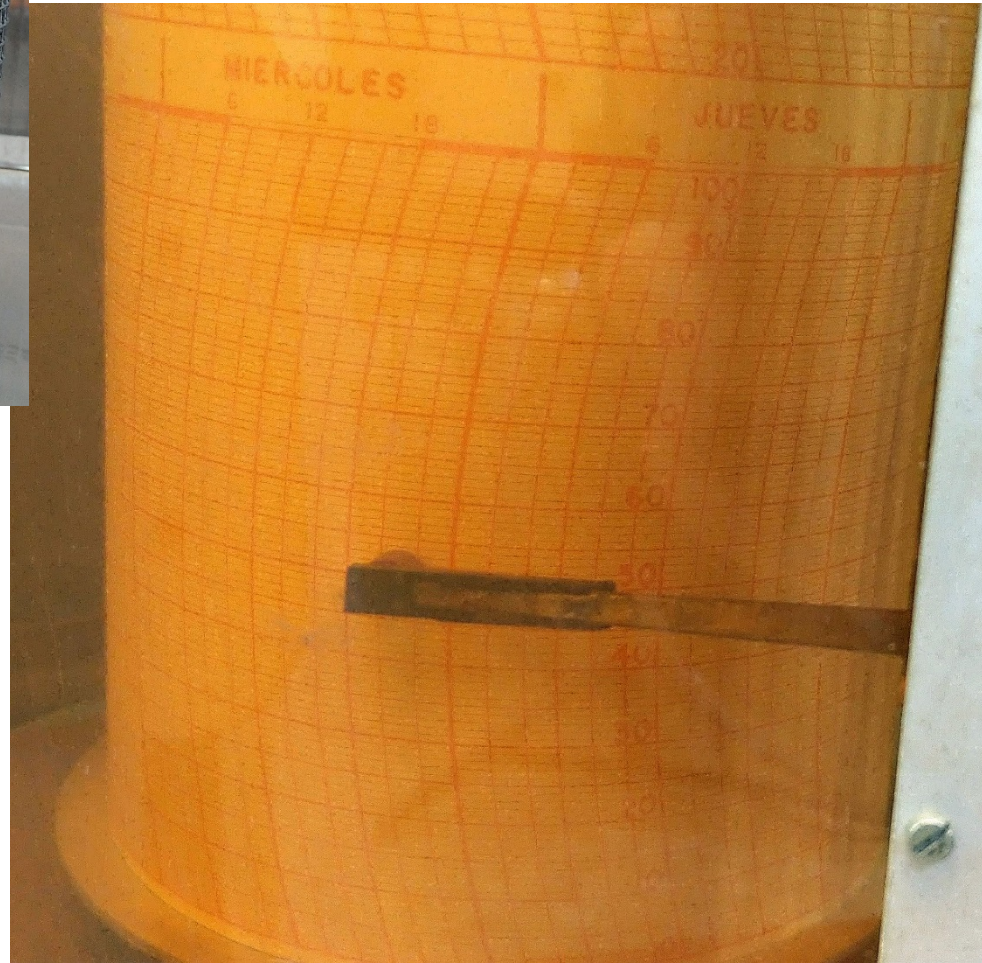


**CÁMARA AISLADA**

## HIGRÓMETRO DE CABELLO

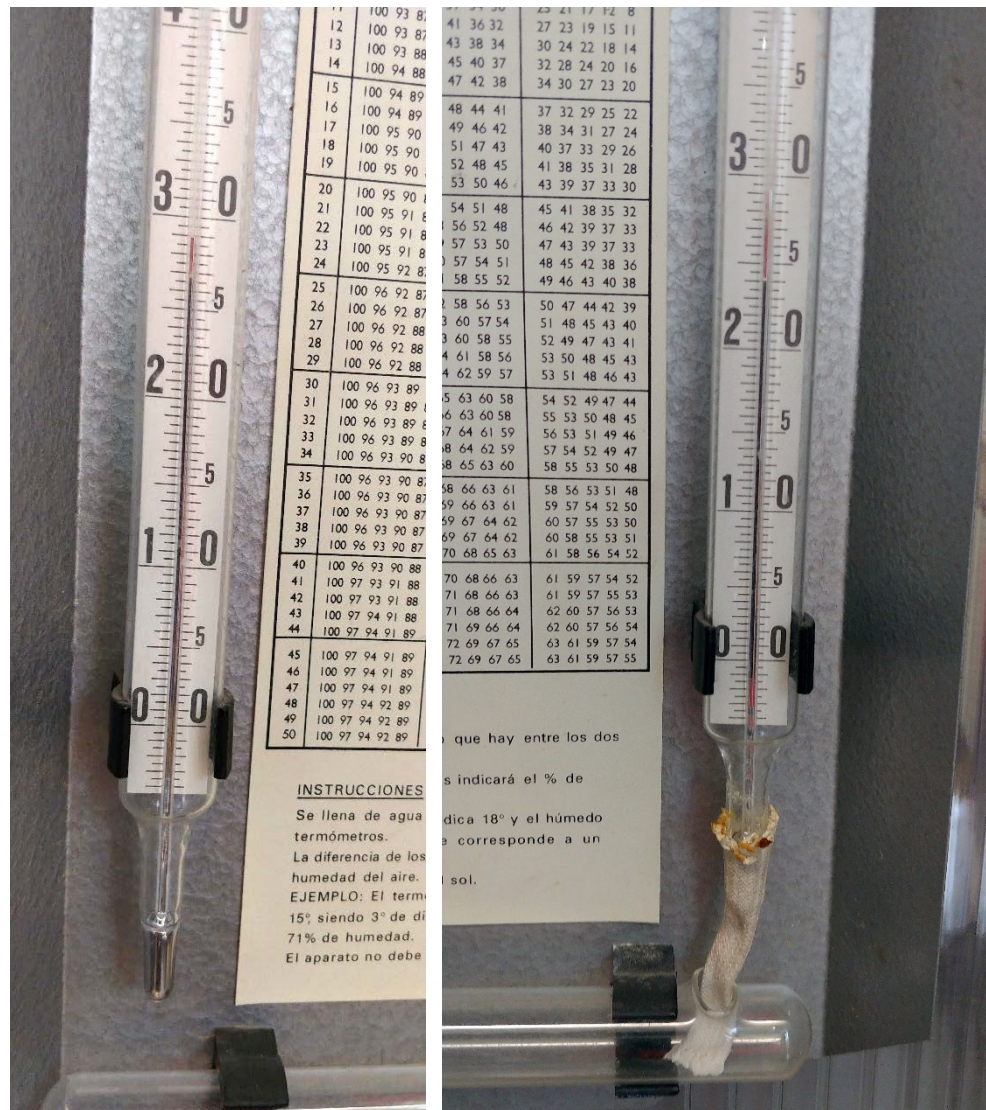
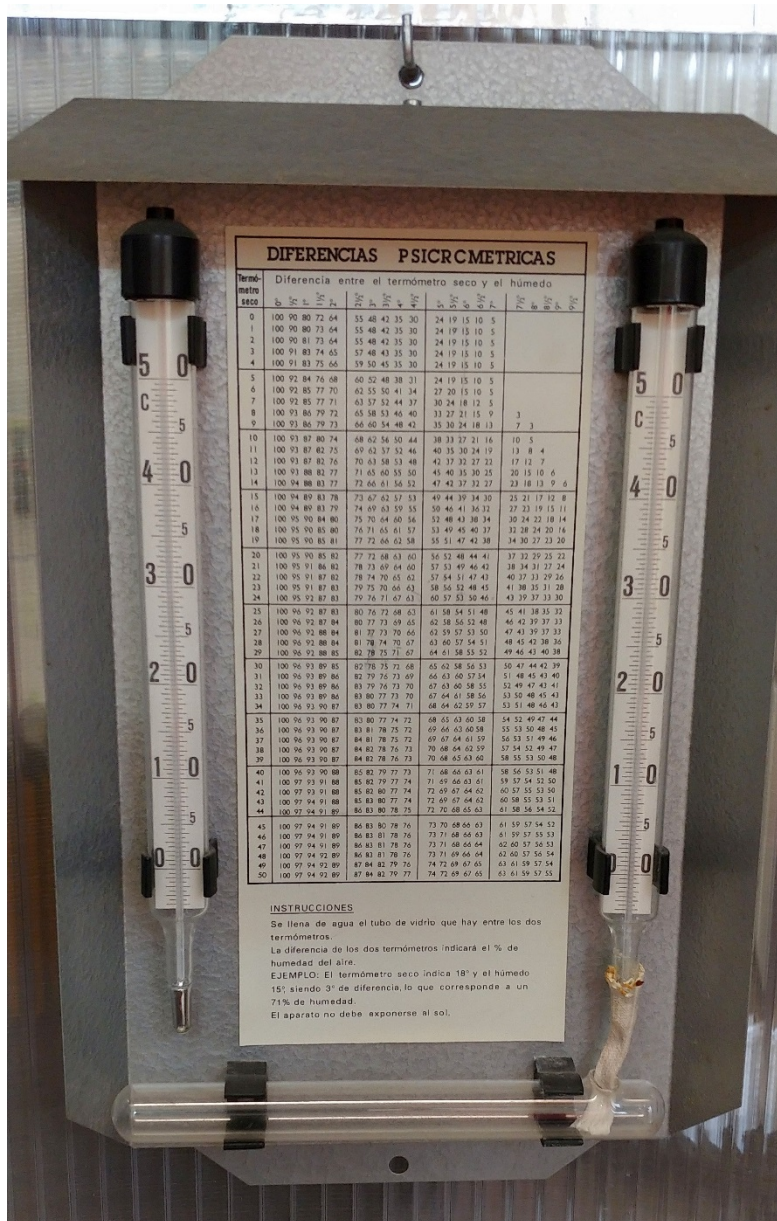


## TERMOHIGRÓGRAFO

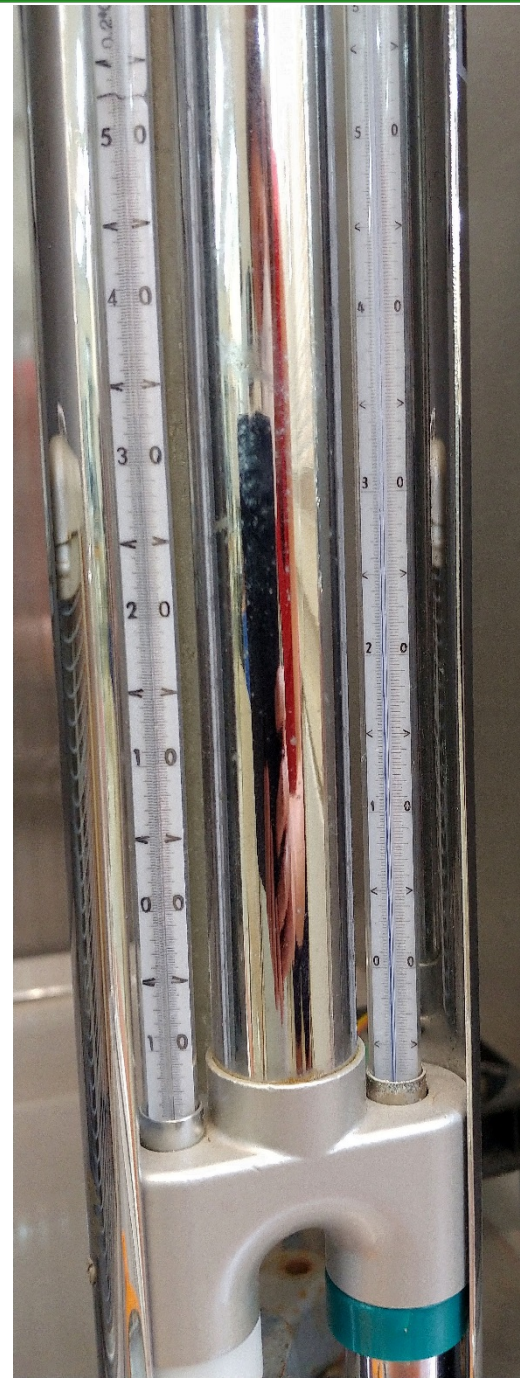




# PSICRÓMETRO



## ASPIROPSICRÓMETRO



## HIGRÓMETRO DIGITAL DE RESISTENCIA



TABLA 1

		Higrómetro de cabello	Termohigrógrafo	Higrómetro digital de resistencia	Psicrómetro	Aspiropsicrómetro
medida 1	HR ( <b>unidad</b> )					
	Ts ( <b>unidad</b> )					
	Th ( <b>unidad</b> )					
medida 2	HR ( <b>unidad</b> )					
	Ts ( <b>unidad</b> )					
	Th ( <b>unidad</b> )					
medida 3	HR ( <b>unidad</b> )					
	Ts ( <b>unidad</b> )					
	Th ( <b>unidad</b> )					
medida 4	HR ( <b>unidad</b> )					
	Ts ( <b>unidad</b> )					
	Th ( <b>unidad</b> )					

A cada **celda** hay que asignarle el **error** correspondiente (ver en el Manual)

## PARTE 2: Obtención de variables con la Tabla y el Diagrama Psicrométrico

- Se utilizarán las temperaturas de los termómetros húmedo y seco (medidas con 3 instrumentos: higrómetro digital, psicrómetro y aspiropsicrómetro) para determinar la **humedad relativa** correspondiente a cada caso mediante la **tabla psicométrica**.

## TABLA PSICROMÉTRICA

$$\text{Depresión psicrométrica (}^{\circ}\text{C)} = T_{\text{seco}} - T_{\text{húmedo}}$$

Tabla psicrométrica para obtener la humedad relativa del aire

	Termómetro seco = temperatura del aire										Diferencia con el termómetro húmedo									
T(°C)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5			
10	94	88	82	76	71	65	60	54	49	44	39	34	29	24	19	14	10			
11	94	88	82	77	72	66	61	56	51	46	41	36	31	27	22	17	13			
12	94	88	83	78	72	67	62	57	52	48	43	38	34	29	25	20	16			
13	94	89	84	78	73	68	63	59	54	49	45	40	36	31	27	23	19			
14	94	89	84	79	74	69	65	60	55	51	46	42	38	34	29	25	21			
15	94	89	84	80	75	70	66	61	57	52	48	44	40	36	32	28	24			
16	95	90	85	80	76	71	67	62	58	54	50	45	41	37	34	30	26			
17	95	90	85	81	76	72	68	63	59	55	51	47	43	39	35	32	28			
18	95	90	86	81	77	73	68	64	60	56	52	48	45	41	37	34	30			
19	95	90	86	82	77	73	69	65	61	57	54	50	46	42	39	35	32			
20	95	91	86	82	78	74	70	66	62	58	55	51	47	44	40	37	34			
21	95	91	87	83	79	75	71	67	63	59	56	52	49	45	42	39	36			
22	95	91	87	83	79	75	71	68	64	60	57	53	50	47	43	40	37			
23	95	91	87	83	80	76	72	68	65	61	58	54	51	48	45	42	38			
24	95	91	88	84	80	76	73	69	66	62	59	55	52	49	46	43	40			
25	96	92	88	84	80	77	73	70	66	63	60	56	53	50	47	44	41			
26	96	92	88	84	81	77	74	70	67	64	61	57	54	51	48	45	42			
27	96	92	88	85	81	78	74	71	68	64	61	58	55	52	49	46	44			
28	96	92	88	85	82	78	75	72	68	65	62	59	56	53	50	48	45			
29	96	92	89	85	82	79	75	72	69	66	63	60	57	54	51	49	46			
30	96	92	89	86	82	79	76	73	69	66	63	61	58	55	52	49	47			
31	96	92	89	86	82	79	76	73	70	67	64	61	58	56	53	50	48			
32	96	93	89	86	83	80	77	74	71	68	65	62	59	57	54	51	49			
33	96	93	89	86	83	80	77	74	71	68	65	63	60	57	55	52	50			
34	96	93	90	86	83	80	77	74	71	69	66	63	61	58	55	53	50			
35	96	93	90	87	84	81	78	75	72	69	66	64	61	59	56	54	51			
36	96	93	90	87	84	81	78	75	72	70	67	64	62	59	57	54	52			
37	96	93	90	87	84	81	78	76	73	70	67	65	62	60	57	55	53			
38	96	93	90	87	84	81	79	76	73	71	68	65	63	60	58	56	53			
39	96	93	90	87	85	82	79	76	74	71	68	66	63	61	59	56	54			
40	96	93	90	88	85	82	79	77	74	71	69	66	64	62	59	57	55			
41	96	94	91	88	85	82	80	77	74	72	69	67	64	62	60	58	55			
42	97	94	91	88	85	82	80	77	75	72	70	67	65	63	60	58	56			
43	97	94	91	88	85	83	80	77	75	72	70	68	65	63	61	59	56			
44	97	94	91	88	86	83	80	78	75	73	70	68	66	64	61	59	57			
45	97	94	91	88	86	83	81	78	76	73	71	68	66	64	62	60	58			
46	97	94	91	88	86	83	81	78	76	73	71	69	67	64	62	60	58			
47	97	94	91	89	86	83	81	79	76	74	71	69	67	65	63	61	59			
48	97	94	91	89	86	84	81	79	76	74	72	70	67	65	63	61	59			
49	97	94	91	89	86	84	81	79	77	74	72	70	68	66	63	61	59			
50	97	94	92	89	86	84	82	79	77	75	72	70	68	66	64	62	60			

Tabla obtenida con el "software" elaborado por el CENTREINAR.

Ejemplo: lectura del termómetro seco: 18,0°C

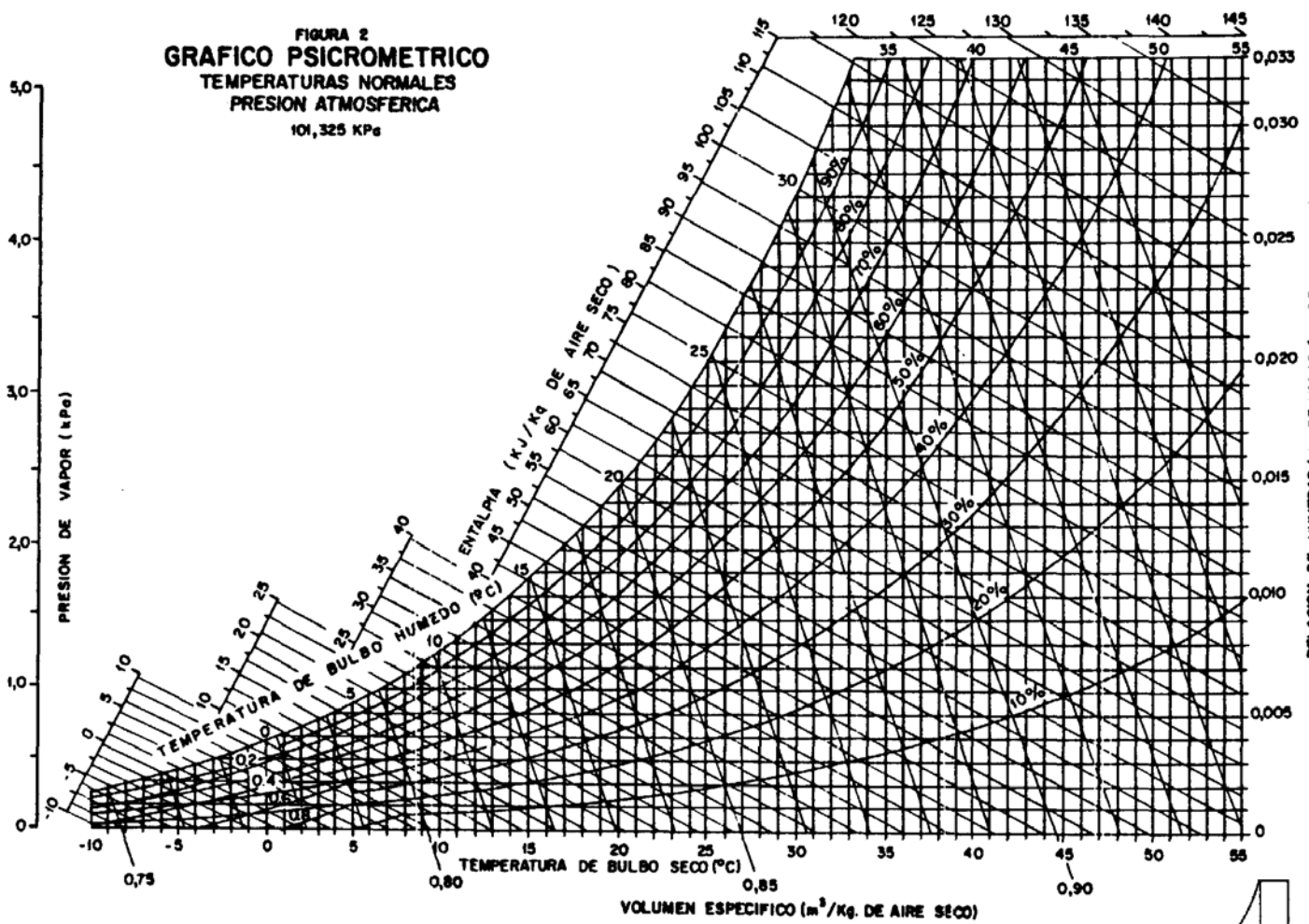
lectura del termómetro húmedo: 14,5°C

Diferencia: 18,0 - 14,5 = 3,5°C Humedad relativa según tabla= 68%

## PARTE 2: Obtención de variables con la Tabla y el Diagrama Psicrométrico

- Se utilizarán las temperaturas de los termómetros húmedo y seco (medidas con 3 instrumentos: higrómetro digital, psicrómetro y aspiropsicrómetro) para determinar la **humedad relativa, la presión de vapor, la razón de mezcla y la temperatura del punto de rocío** mediante el **diagrama psicrométrico**.

FIGURA 2  
**GRAFICO PSICROMETRICO**  
 TEMPERATURAS NORMALES  
 PRESION ATMOSFERICA  
 101,325 KPa



## DIAGRAMA PSICROMÉTRICO

Vídeo explicativo en mmedia (contraseña: Metcli20):  
<https://mmedia.uv.es/buildhtml/64862>

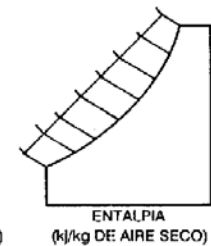
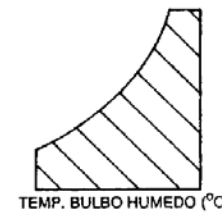
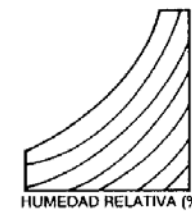
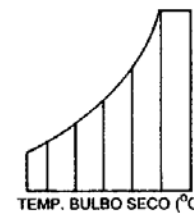
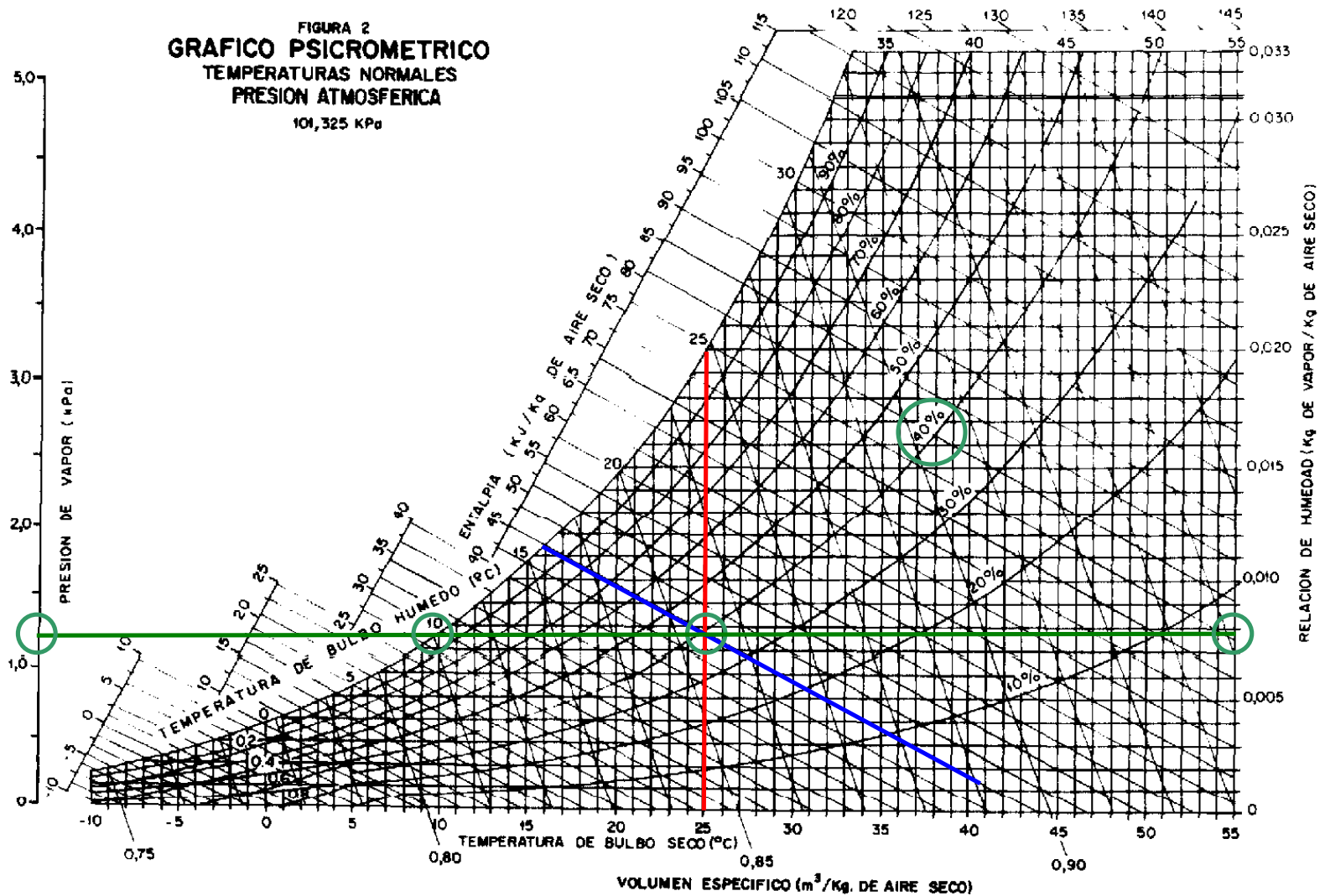




FIGURA 2  
**GRAFICO PSICROMETRICO**  
 TEMPERATURAS NORMALES  
 PRESION ATMOSFERICA  
 101,325 KPa



## PARTE 2: Obtención de variables con la Tabla y el Diagrama Psicrométrico

- Se estimará el **error en estas magnitudes obtenidas a partir del diagrama** (para un nivel de humedad medido y solamente en el caso del higrómetro digital, con un error en las temperaturas de partida de  $\pm 1$  K).
- Se confeccionará una **Tabla** con todos los **resultados de esta parte**, incluyendo las unidades asociadas y el error estimado (solamente para el caso indicado en el punto anterior).

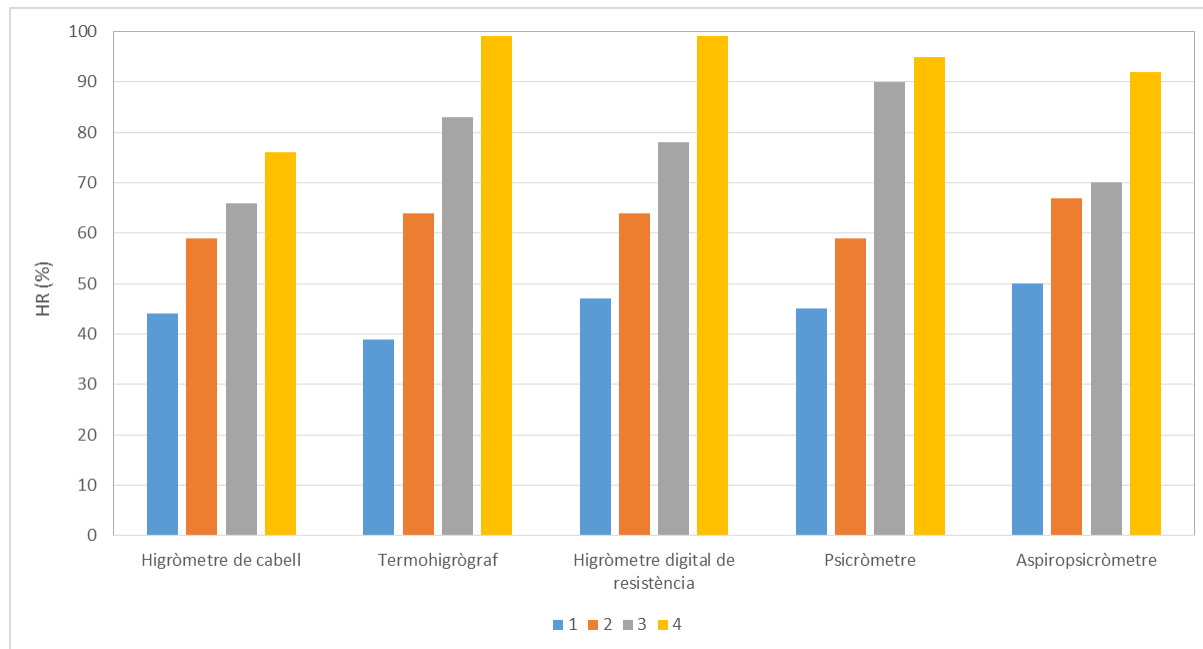
TABLA 2

		Higrómetro de cabello	Termohigrógrafo	Higrómetro digital de resistencia	Psicrómetro	Aspiropsicrómetro
medida 1	HRt ( <b>unidad</b> )					
	HRg ( <b>unidad</b> )					
	presión de vapor ( <b>unidad</b> )					
	ratio de mezcla ( <b>unidad</b> )					
	T rocío ( <b>unidad</b> )					
medida 2	HRt ( <b>unidad</b> )					
	HRg ( <b>unidad</b> )					
	presión de vapor ( <b>unidad</b> )					
	ratio de mezcla ( <b>unidad</b> )					
	T rocío ( <b>unidad</b> )					
medida 3	HRt ( <b>unidad</b> )					
	HRg ( <b>unidad</b> )					
	presión de vapor ( <b>unidad</b> )					
	ratio de mezcla ( <b>unidad</b> )					
	T rocío ( <b>unidad</b> )					
medida 4	HRt ( <b>unidad</b> )					
	HRg ( <b>unidad</b> )					
	presión de vapor ( <b>unidad</b> )					
	ratio de mezcla ( <b>unidad</b> )					
	T rocío ( <b>unidad</b> )					

Mostrar los errores obtenidos con el diagrama en las celdas correspondientes (uno de los niveles de humedad y solo en el caso del higrómetro digital, con error en las temperaturas de partida  $\pm 1$  K).

## PARTE 3: Representación gráfica de los resultados

- **Comparación** de los valores de humedad relativa obtenidos en el laboratorio con todos los instrumentos utilizados. Para ello se realizará un **gráfico conjunto comparativo**.



Ejemplo de gráfico comparativo

## PARTE 4: Conclusiones

- **Basándose en los resultados**, se escribirán las **conclusiones**, incluyendo comentarios sobre las **ventajas/desventajas** de los diferentes instrumentos en términos de:
  - tiempo de respuesta (¿cuál se adapta más rápidamente a los cambios en la humedad?),
  - sensibilidad (¿cuál aprecia mejor las pequeñas variaciones de humedad?), y
  - error de medida (¿cuál ofrece menor error?).

## INFORME DE RESULTADOS

- Breve descripción de los objetivos.
- Tablas 1 y 2 con las medidas directas y los resultados de la tabla y diagrama psicrométrico, respectivamente, y con sus errores (siguiendo las indicaciones anteriores).
- Gráfico comparativo de las humedades relativas obtenidas a partir de las medidas con los cinco instrumentos.
- Conclusiones argumentadas basadas en los resultados mostrados en las tablas y el gráfico comparativo.

## INFORME DE RESULTADOS

### RECORDAD:

- Expresad correctamente los valores con sus errores. Atended a las cifras significativas requeridas y realizad los redondeos necesarios.
- Includ pie de tablas, con numeración correlativa. Poned encabezamientos en filas/columnas de tablas (incluyendo magnitudes y unidades).
- Includ pie de figuras, con numeración correlativa (en este caso solamente una). Poned títulos de ejes, elegid la escala correcta en dichos ejes, y que el tipo de gráfico y espacio de trabajo sean adecuados.