



VALIDACIÓN DEL MÉTODO DE CALIBRACIÓN DE HIGRÓMETROS CAPACITIVOS CON SOLUCIONES SAL-AGUA COMO GENERADORAS DE HUMEDAD

Jesús A. Dávila P.

Enrique Martines L.

- Introducción
 - Soluciones de sal-agua
 - Procedimiento de calibración
 - Fuentes de incertidumbre
 - Resultados
 - Validación
 - Conclusiones
-

Introducción

Métodos de generación de humedad relativa en la calibración de higrómetros

- Método de dos presiones,
 - Método de dos temperaturas,
 - Método de flujo dividido, y
 - Las soluciones de sal y agua.
-

Soluciones de sal-agua

Las soluciones de sal y agua permiten generar valores de humedad relativa que van desde aproximadamente 3% HR hasta 98 % HR.

Algunas soluciones usadas para la calibración son:

Tipo de sal	HR(%)	t(°C)	dHR/dT (%HR °C⁻¹)
LiCl	11,3	25	-0.003
MgCl ₂	32,8	25	-0.0516
NaCl	75,3	25	-0.04
BaCl ₂	90	25	-0.2

Valores de humedad relativa reportados en ASTM E104.

Requerimientos del sistema de calibración

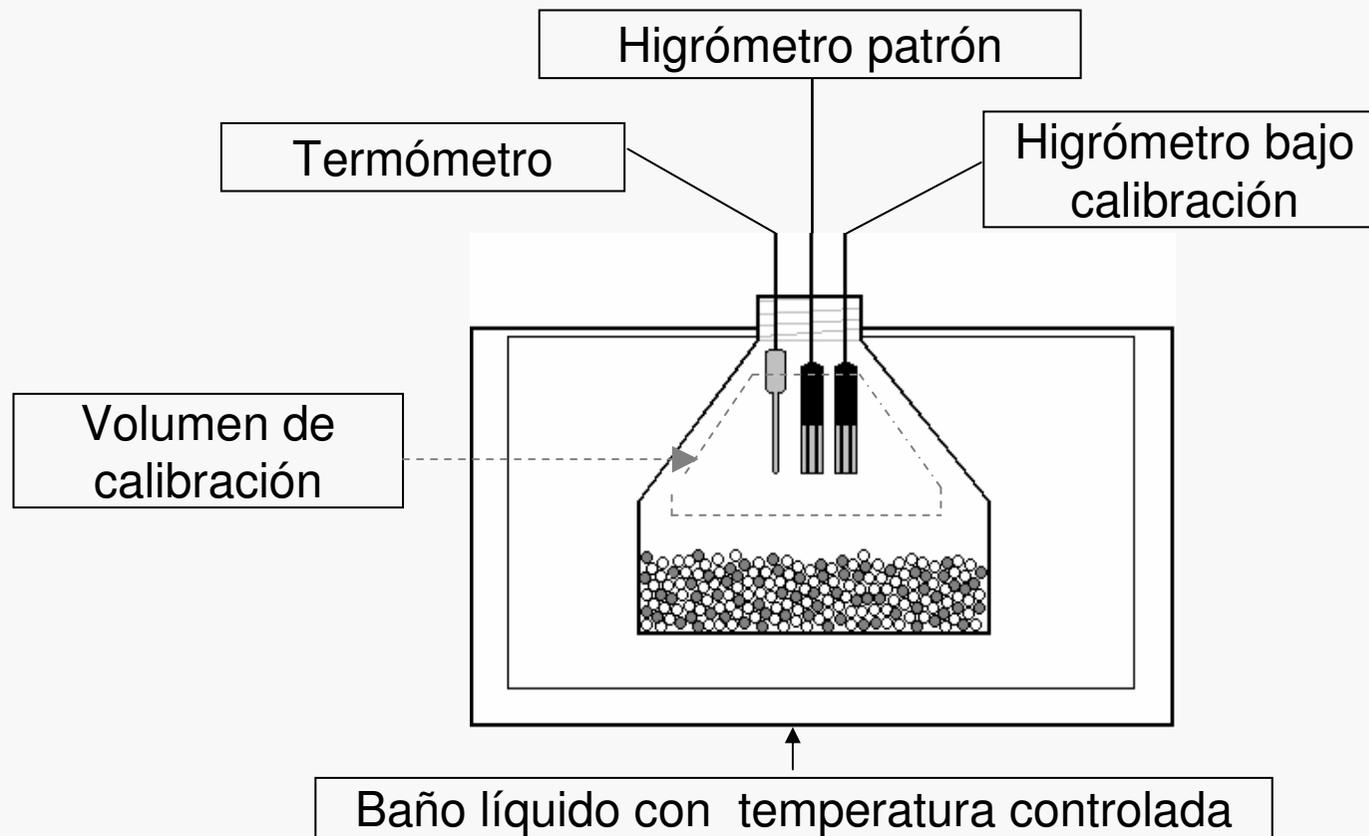
- Material del recipiente
 - Pureza de las sustancias
 - Técnica de preparación: concentración sal-agua
 - El volumen y diseño de la cámara de calibración
 - Medición y control de temperatura
 - Caracterización.
-

Concentraciones sal-agua

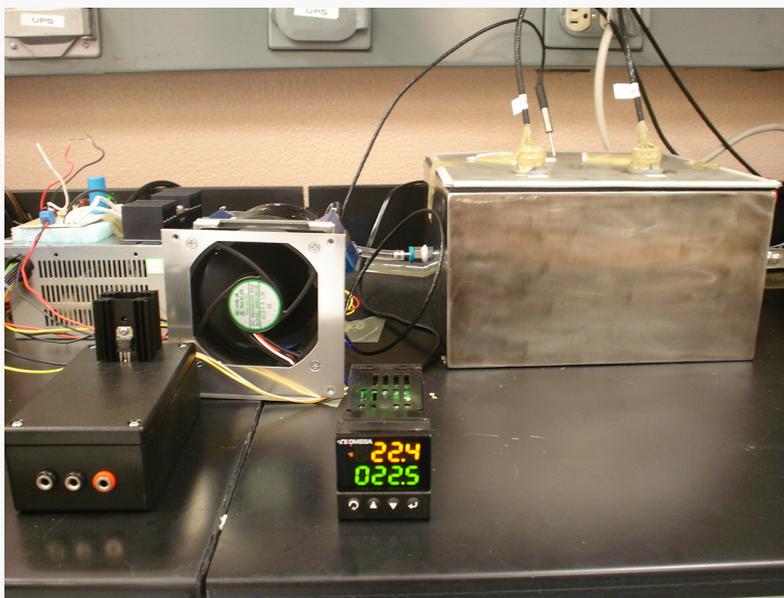
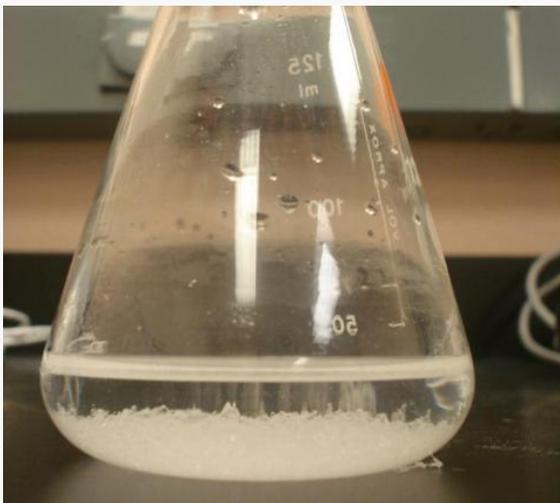
Tipo de sal	Carotenuto	Lab. Humedad / CENAM	Leonard N.
LiCl	200	192	180
MgCl ₂	500	880	800
NaCl	220	229	335
BaCl ₂	--	184	--

Relación sal-agua a 23 °C (g de sal por 100 g de agua)

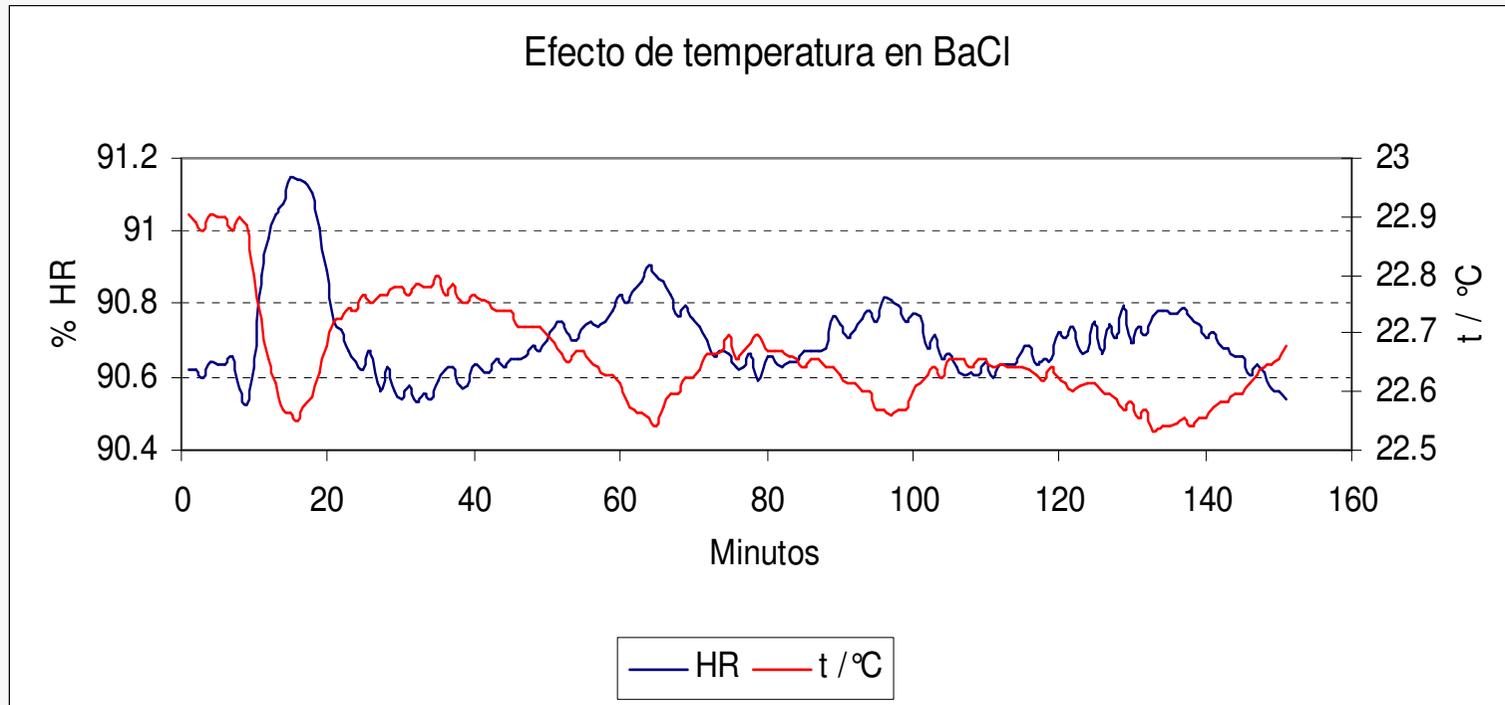
Procedimiento de calibración: Sistema



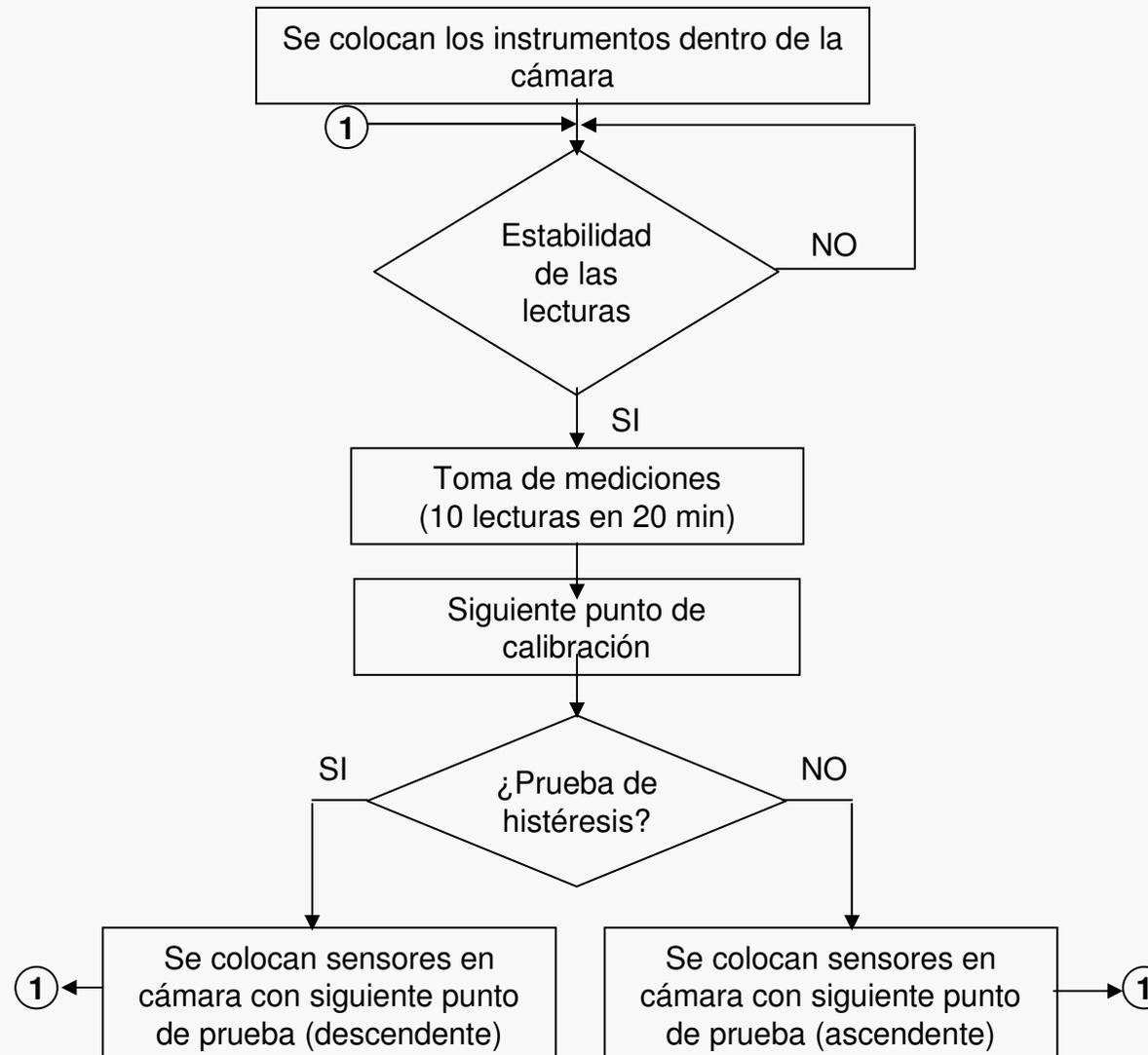
Sistema de calibración



Estabilidad en temperatura y efecto en humedad relativa

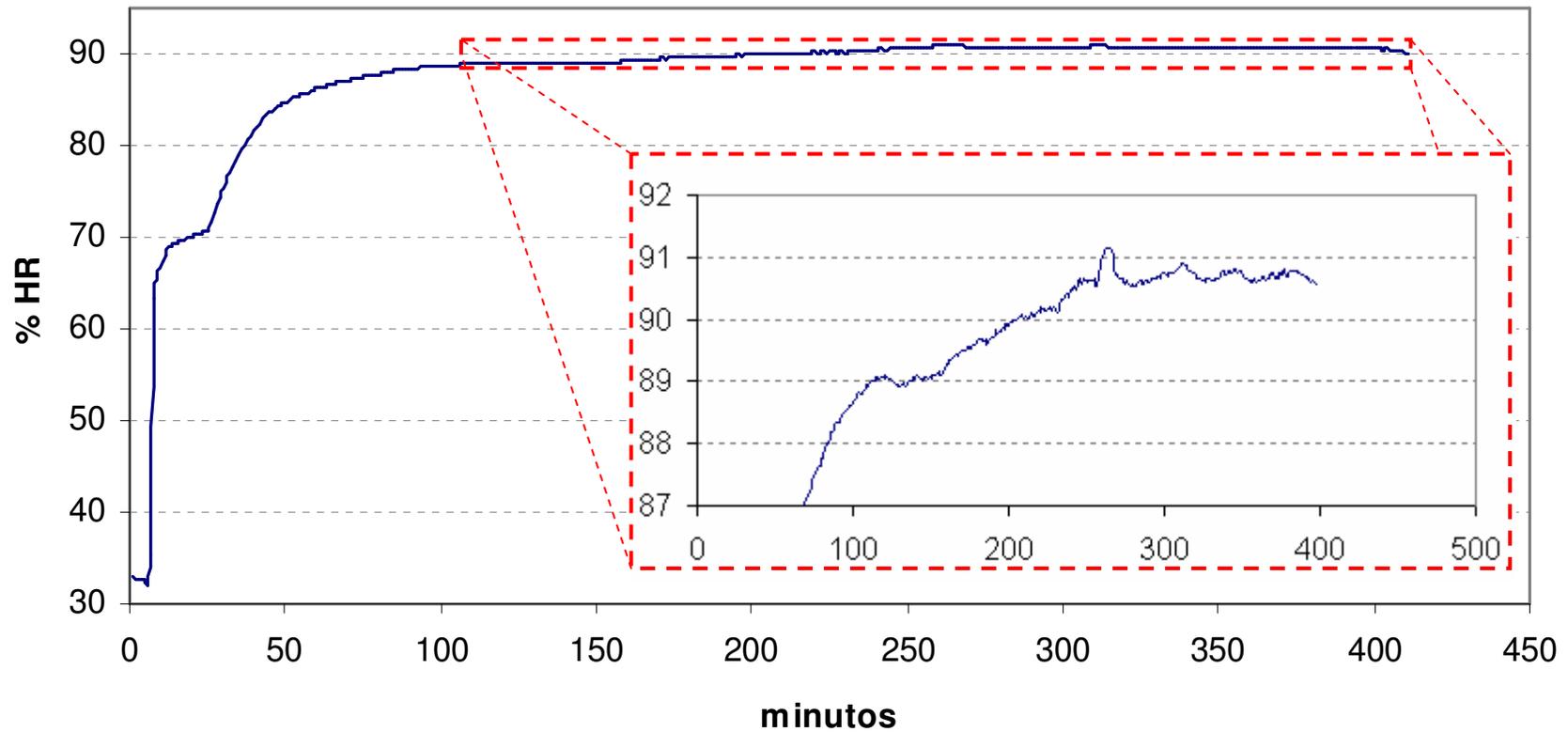


Equipo y procedimiento de calibración



Tiempo de estabilización

Tiempo de estabilización en BaCl (90 % HR)



Fuentes de incertidumbre

- Incertidumbre del patrón u_P
 - Incertidumbre de la cámara $u_{est. \text{ cámara}}$
 - Incertidumbre de las lecturas $u_{lecturas}$
 - Incertidumbre por temperatura $u_{temperatura}$
 - Incertidumbre por histéresis $u_{histéresis}$
-

Fuentes de incertidumbre

Estimación de incertidumbre	Puntos de calibración			
Descripción	11%	33%	75%	90%
u_p	0,75	0,75	0,75	0,75
$U_{\text{est. cámara}}$	0,15	0,11	0,08	0,17
u_{lecturas}	0,02	0,01	0,02	0,02
$u_{\text{resolución}}$	0,03	0,03	0,03	0,03
$u_{\text{temperatura}}$	0,01	0,01	0,01	0,01
$u_{\text{histéresis}}$	0,27	0,30	0,40	0,00

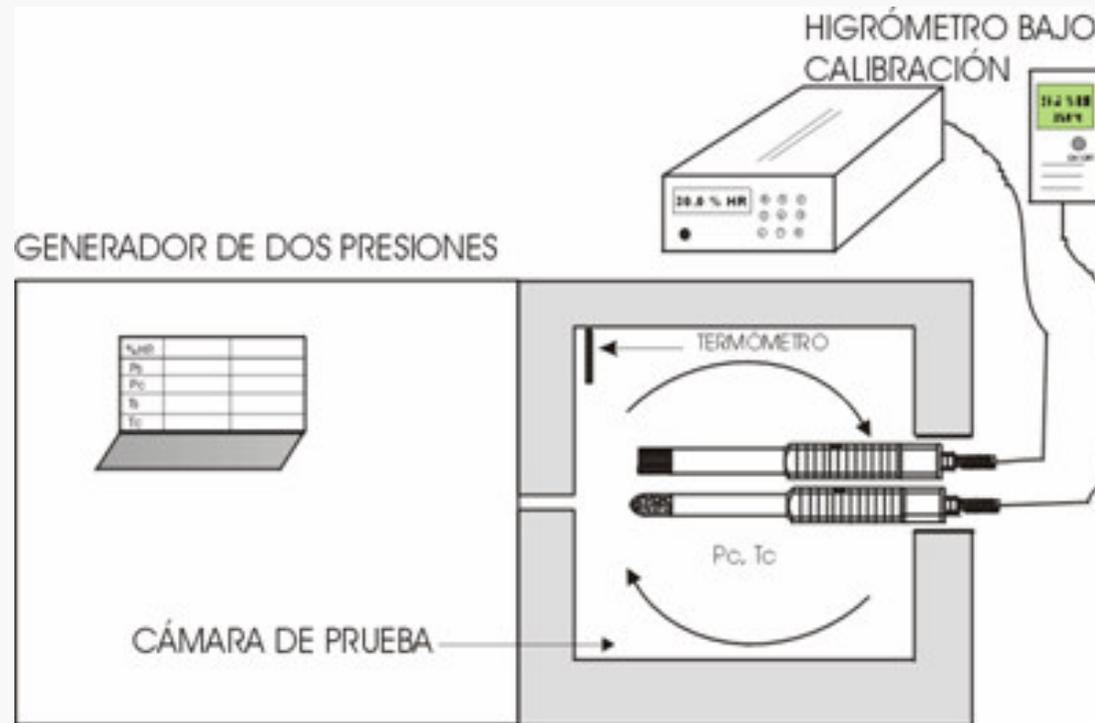
Resultados

Valor indicado por el patrón	Valor indicado por el IBC	Corrección	Incertidumbre expandida
% HR	% HR	% HR	% HR
11,0	13,2	-2,2	$\pm 1,6$
32,8	34,7	-2,0	$\pm 1,6$
75,3	77,1	-1,8	$\pm 1,7$
90,6	92,3	-1,7	$\pm 1,5$

Estos resultados corresponden a una temperatura de 23 °C y a una presión atmosférica 81 kPa. Los valores de incertidumbre se calcularon para un nivel de confianza de 95 %.

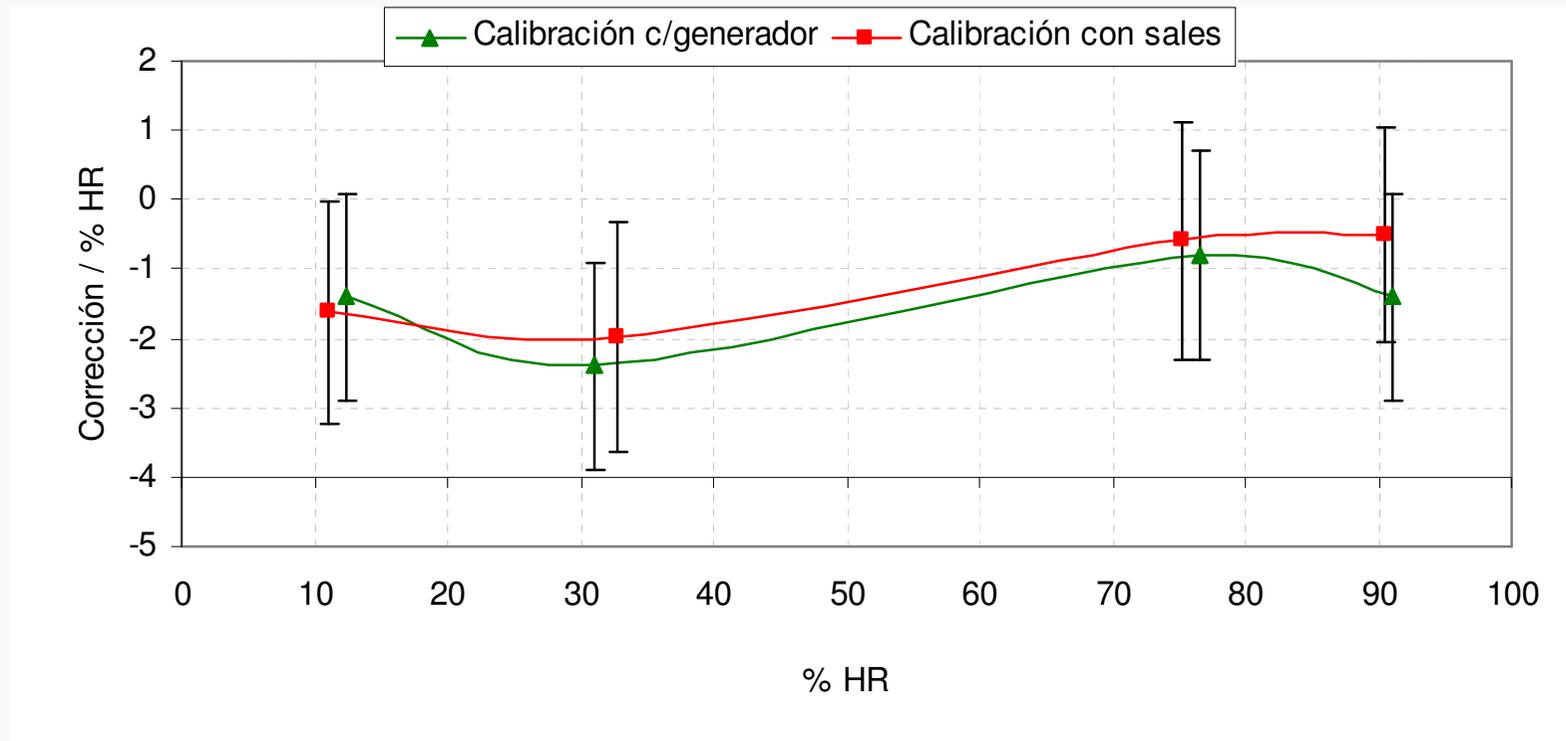
Validación

- Para validar el método, se realizó la calibración del mismo instrumento en un generador de dos presiones.



Validación

Resultados de ambos métodos de calibración.



Conclusiones

	Sistema de generación	
	Sales	Generador de dos presiones
Generación de humedad	Puntual	Continua
Volumen de la cámara	150 mL	0,2 dm ³
Efecto de temperatura	0,1 °C – 0,5 % HR	0,2 %HR
Aire en la cámara	Estático	Dinámico
Incertidumbre	1,7 %HR	1,5 %HR
Gradientes	Por efecto de temperatura y volumen	
