



RED NACIONAL DE METROLOGÍA
UNIDAD DE COORDINACIÓN Y SUPERVISIÓN
LABORATORIO CUSTODIO DE PATRONES
NACIONALES
MAGNITUD PRESIÓN
INFORME “A”

ENSAYO DE APTITUD NACIONAL

P2-21

**CALIBRACIONES DE MANÓMETRO ANÁLOGO DE PRESIÓN
RELATIVA NEGATIVA (Vacuómetro)**

Rango de medición: -1 bar a 0 bar

Medio de transmisión Aire

abril 2021 - noviembre 2021

ENSAYO DE APTITUD – PRESION

Marcial Espinoza. Angel Flores
Laboratorio Custodio de Patrones Nacionales (LCPN-PRESION), Chile.
Empresa Nacional de Aeronáutica - ENAER, Av. José Miguel Carrera n°11087.
Teléfonos 56 (2) 2383 1966, 56 (2) 2383 1850,
e-mails marcial.espinoza@enaer.cl angel.flores@enaer.cl

Resumen: El Laboratorio Custodio de Patrones Nacionales- Presión ENAER y el área de metrología del Instituto Nacional de Normalización INN Perteneiente a La Red Nacional de Metrología realiza el **Ensayo** de Aptitud 2021. Para ello se ha elegido un instrumento que permiten cubrir un rango que pueda ser calibrado por la mayoría de los Laboratorios acreditados por el INN en la magnitud Presión y otros laboratorios de calibración no-acreditados, las características del instrumento a utilizar fueron acordadas en taller de cierre del ensayo P-20. La comparación se llevó a cabo desde mayo de 2021 a noviembre 2021. Para la comparación se utilizó como patrón de comparación un medidor de presión análogo con alcance de medición de -1 bar, clase de exactitud del $\pm 0,5$ % del alcance de medición y una resolución de 0,01 bar. El instrumento fue facilitado por el LCPN-Presión ENAER Chile, la actividad se realizó dentro del marco de cooperación con el INN en el marco de la Red de Metrología de Chile..

INTRODUCCION

La cadena de trazabilidad de las mediciones de la industria debe realizarse con niveles adecuados de incertidumbre de acuerdo a las necesidades propias de cada país. La participación en las comparaciones entre los laboratorios de Metrología, permite asegurar el grado de equivalencia de las mediciones entre los laboratorios acreditados por la RNM con una disseminación correcta de las mediciones. Por lo anterior se puede decir que la solidez y la confianza en las mediciones, tanto en el ámbito Nacional como en el Internacional, se fortalece con las comparaciones entre laboratorios.

Los resultados que aquí se presentan corresponden a Ensayo de Aptitud 2021 íntegramente realizada entre los laboratorios de presión nacionales y el LCPN-Presión de ENAER designado oficialmente laboratorio custodio del patrón nacional de Chile. La participación en esta comparación de los Laboratorios del país permite conocer la compatibilidad de las mediciones y la competencia del personal acreditado en los laboratorios integrantes de la Red de Metrología, supervisada por el INN.

OBJETIVO

Realizar una comparación en el ámbito metrológico de la magnitud de presión entre los laboratorios de calibración de Chile, con el fin de estimar los niveles de concordancia para la magnitud presión entre los laboratorios participantes, incluyendo desviación e incertidumbre asociada.

Complementariamente, se buscó unificar los métodos de calibración en los laboratorios al utilizar la misma guía de referencia, DKD-R6-1 y conocer la capacidad de medición de presión que se tiene en el país empleando como referente para la magnitud el LCPN-P de ENAER como Laboratorio Nacional designado por el Estado de Chile.

DATOS GENERALES

Patrón de comparación

Como patrón Viajero de comparación se utilizó un manómetro de presión relativa negativa, rango de 0 bar a -1 bar (presión gas).

El instrumento patrón viajero fue facilitado por LCPN-P de ENAER.

Tipo de Instrumento :	Manómetro Análogo
Alcance de Medición:	0 bar a -1bar.
Unidad de medición:	bar.
Resolución:	0,01 bar
Clase de exactitud:	±0.5 % FS
Medio de transmisión	aire limpio
Fabricante:	BTU controls

Tabla 1. Patrón Viajero de comparación.

Las características del estándar Primario utilizado del LCPN- P para calibrar el patrón viajero en este ensayo de aptitud EA P2-21 se presentan en la tabla 2.

LCPN-P Empresa Nacional Aeronáutica de Chile.						
Nombre	Tipo	Marca	Area efectiva Pistón-cilindro S-488 (m ²)	Gravedad local ms ⁻²	Alcance de medición kPa	Incertidumbre relativa (lectura), k=2
Estándar Primario	Balanza de Peso Muerto	Pressurements	8,06337* 10 ⁻⁵	9,794 227	-100	4,2·10 ⁻⁵ ·p _e

Tabla 2.- Patrón Nacional utilizado para calibrar el patrón viajero

Laboratorios participantes y programa de comparación EA P2-21 (-1 bar)

Al ensayo de aptitud EA P2-21 año 2021 lograron incorporarse 16 laboratorios participantes en la magnitud Presión.

Piloto Calibración Inicial, 3 veces		26-04-2021	03-05-2021
1	USACH -CIDE	10-05-2021	13-05-2021
2	Metrological SpA	13-05-2021	18-05-2021
3	CALMANREP SpA.	18-05-2021	24-05-2021
4	Servincal	24-05-2021	27-05-2021
5	SMI	27-05-2021	01-06-2021
Piloto Calibración Intermedia 1, 3 veces		01-06-2021	11-06-2021
6	INDUTECNICA CHACON	14-06-2021	17-06-2021
7	WSS	17-06-2021	23-06-2021
8	CRYOLAB	23-06-2021	29-06-2021
9	DTS	29-06-2021	01-07-2021
10	VETO	02-07-2021	07-07-2021
Piloto Calibración Intermedia 2, 3 veces		07-07-2021	19-07-2021
11	IDIC	19-07-2021	22-07-2021
12	CESMEC	22-07-2021	27-07-2021
13	Lab Metrología ENAER	27-07-2021	02-08-2021
14	LEM	09-08-2021	13-08-2021
Piloto Calibración Intermedia 3, 3 veces		13-08-2021	17-08-2021
15	ASMAR Talcahuano	17-08-2021	23-08-2021
16	ASMAR Valparaíso	24-08-2021	27-08-2021
Piloto Calibración final, 3 veces		01-09-2021	10-09-2021

De acuerdo a la cantidad de participantes del EA P2-21 el Laboratorio Piloto (ENAER) y el INN establecen la documentación base y actividades a realizar.

- a) Preparación: El Laboratorio Piloto (ENAER) realizó las mediciones iniciales 1,2 y 3. Con lo cual estableció los lineamientos generales de la comparación, calibrando el Patrón Viajero en tres oportunidades.
- b) Los 16 laboratorios participantes del ensayo de aptitud P2-21 realizaron las mediciones correspondientes de acuerdo a las fechas programadas.
- c) El instrumento vuelve al LCPN-P en 3 oportunidades, el piloto ejecuta 3 mediciones intermedias de acuerdo a la programación descrita.
- d) El Laboratorio Piloto (ENAER) realizó las 3 mediciones finales de acuerdo a la programación descrita. Con lo cual se completó el ciclo de 15 mediciones realizadas por el Piloto.
- e) El INN recopila los resultados de los laboratorios participantes asignándole un código a cada uno de ellos y los hace llegar en octubre 2021 al LCPN-P de ENAER.
- f) El 09 de diciembre de 2021 el LCPN-P de ENAER emite un informe final "A" que contiene el análisis y conclusiones de la comparación con los resultados obtenidos por los laboratorios participantes, se hace llegar éste informe al INN quién lo distribuye a cada participante.

RESULTADOS

Comportamiento del patrón de comparación

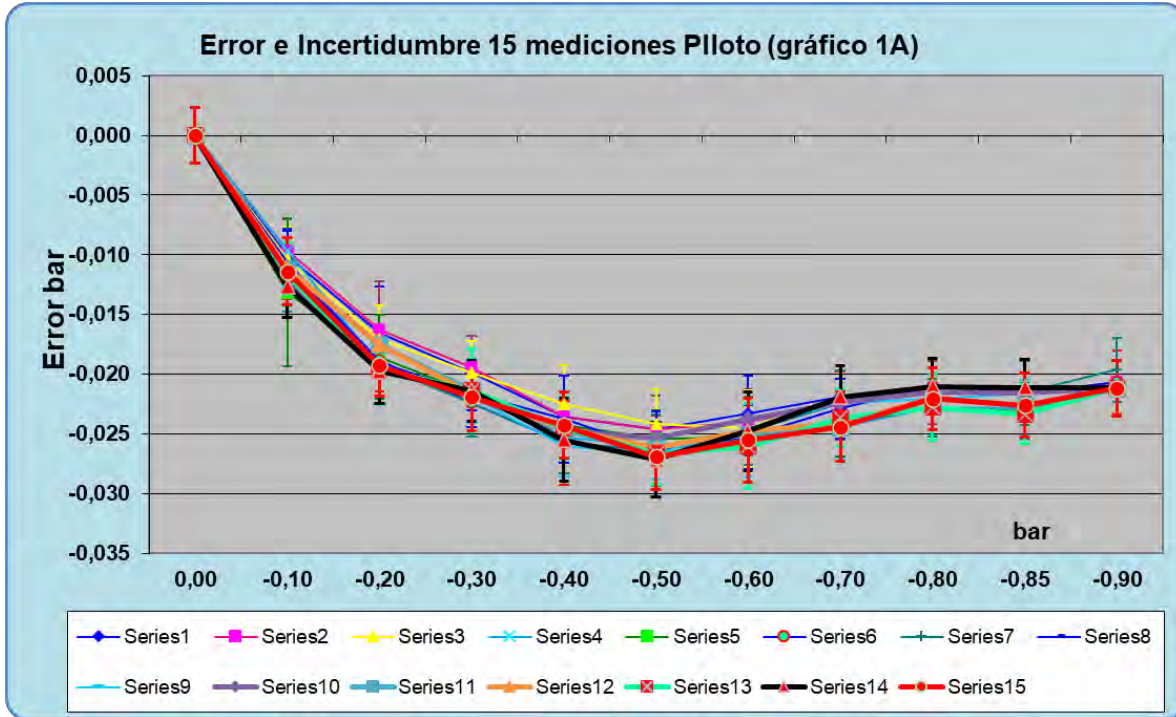


Gráfico 1A. Piloto: Error e incertidumbre 15 mediciones Laboratorio LCPN-P.

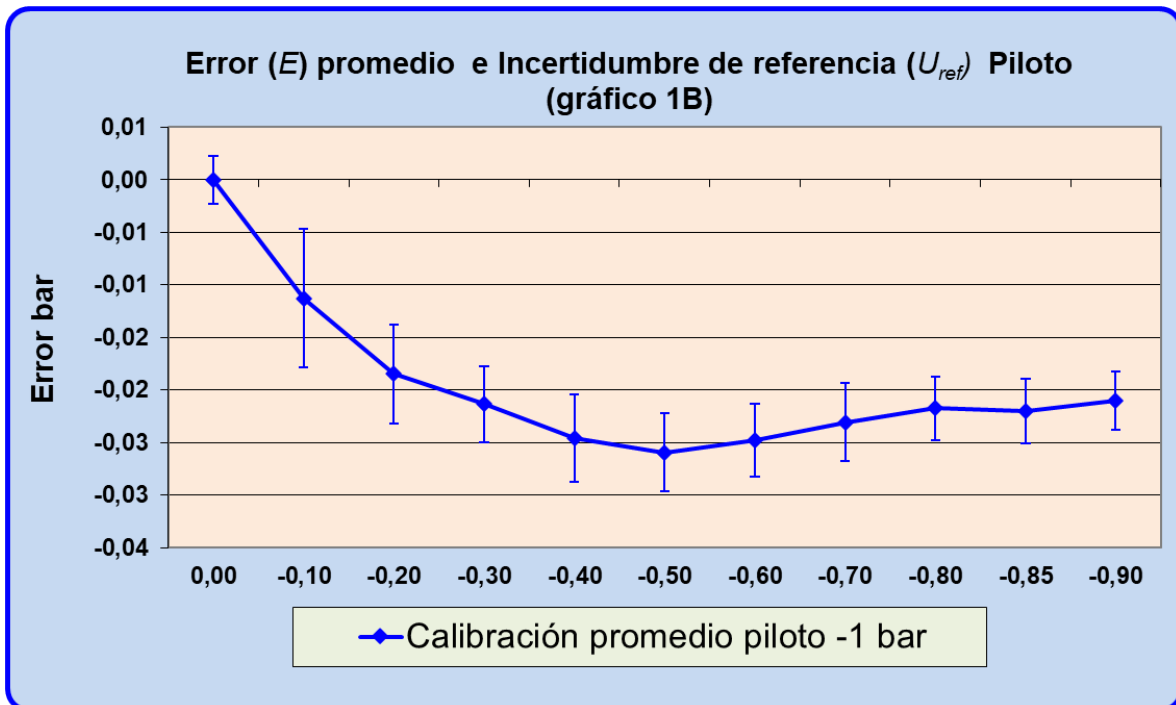


Gráfico 1B. Piloto: Error promedio e incertidumbre 15 mediciones Laboratorio LCPN-P.

Deriva del patrón viajero: El laboratorio designado de la magnitud Presión (ENAER) realizó un estudio de la deriva del patrón viajero calibrado en 15 oportunidades en 3 fechas distintas.

Las calibraciones realizadas durante el periodo de la comparación muestran una buena estabilidad del instrumento a corto plazo. Las calibraciones mencionadas se realizaron en diferentes fechas y a partir de ellas se encontró una relación lineal con pendiente negativa entre el error de medición y la presión aplicada. Este comportamiento fue consistente en las 15 mediciones realizadas.

La incertidumbre por deriva se calculó de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$u_{\text{deriva}} = \frac{d}{\sqrt{3}}$$

Donde:

d = Diferencia entre dos calibraciones sucesivas

Para el caso específico de éste ensayo de aptitud, la deriva total del equipo se calculó en base a la diferencia máxima en cada punto entre las 15 mediciones (calibraciones realizadas por el piloto), obteniendo una deriva máxima de **0,00202 bar**, lo que representa un **0,2%** respecto de la escala total del instrumento. Esta cifra es **2,47 veces menor** que la exactitud declarada para el instrumento.

Este estudio demuestra la confiabilidad y estabilidad del instrumento utilizado como patrón viajero para los efectos y fines de esta comparación.

Datos de las mediciones de los participantes EA P2-21 -1 bar

En la Tabla 3 se presentan los datos de la comparación para los valores del error promedio E , y en la tabla 4 se encuentran las incertidumbres de medición asociada para los diferentes puntos de presión nominal encontrados por los laboratorios participantes.

Los valores que en el resto de este documento se usan para representar los resultados obtenidos por LCPN-P (Piloto), para el error y la incertidumbre combinada, son el máximo de las lecturas realizadas en diferentes fechas de toma de lectura en el laboratorio de LCPN-P.

$$E_{ENAER} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad U_{ENAER} = \max(U_i: U_n)$$

Para el cálculo de la incertidumbre de referencia U_{ref} para el ensayo de aptitud se agregó una componente de incertidumbre de tipo B debido a la posibilidad de deriva del patrón, según la ecuación.

$$U_{ref} = 2 \times \sqrt{\left(\frac{U}{k}\right)^2 + \left(\frac{d}{\sqrt{3}}\right)^2}$$

Desempeño de los participantes, cuyo patrón utilizado puede ser:

- *Balanza de Peso Muerto (B P M)*
- *Manómetro patrón digital (Test G)*
- *Transductor o sensor de presión con indicador digital (TX)*

Error promedio de cada participante										
Presión	Error % FS	Error	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
bar	LCPN	LCPN	1	2	3	4	5	6	7	8
0,0	0,00%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-0,1	1,13%	-0,011	-0,010	-0,011	-0,008	-0,015	-0,010	-0,010	0,012	-0,012
-0,2	1,85%	-0,018	-0,016	-0,015	-0,015	-0,005	-0,015	-0,017	0,017	-0,016
-0,3	2,13%	-0,021	-0,020	-0,021	-0,022	-0,005	-0,019	-0,021	0,021	-0,020
-0,4	2,46%	-0,025	-0,024	-0,024	-0,026	-0,005	-0,023	-0,024	0,025	-0,023
-0,5	2,59%	-0,026	-0,025	-0,028	-0,027	-0,010	-0,024	-0,025	0,026	-0,025
-0,6	2,48%	-0,025	-0,025	-0,026	-0,026	-0,010	-0,024	-0,025	0,026	-0,025
-0,7	2,31%	-0,023	-0,024	-0,025	-0,026	-0,010	-0,024	-0,025	0,026	-0,025
-0,8	2,17%	-0,022	-0,025	-0,025	-0,025	-0,010	-0,024	-0,025	0,026	-0,025
-0,85	2,20%	-0,022	-0,023	-0,025	-0,024		-0,023	-0,024		-0,025
0,9	2,10%	-0,021	-0,021	-0,023	-0,023		-0,022	-0,023		-0,023

Tabla 3A. Error promedio, E , obtenido en cada punto, se destacan en color naranja los participantes con error de cálculo o sobrevalorados.

Error promedio de cada participante										
Presión	Error % FS	Error	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
bar	LCPN	LCPN	9	10	11	12	13	14	15	17
0,0	0,00%	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	-0,011	0,000	-0,001	-0,005
-0,1	1,13%	-0,011	-0,010	-0,012	-0,009	-0,009	-0,007	0,011	-0,002	-0,006
-0,2	1,85%	-0,018	-0,017	-0,018	-0,014	-0,013	-0,013	-0,009	0,004	-0,011
-0,3	2,13%	-0,021	-0,020	-0,020	-0,018	-0,019	-0,018	-0,011	0,010	-0,017
-0,4	2,46%	-0,025	-0,022	-0,025	-0,022	-0,023	-0,020	-0,020	0,016	-0,020
-0,5	2,59%	-0,026	-0,023	-0,026	-0,025	-0,025	-0,022	-0,014	0,025	-0,020
-0,6	2,48%	-0,025	-0,022	-0,026	-0,024	-0,025	-0,015	-0,018	0,034	-0,020
-0,7	2,31%	-0,023	-0,022	-0,023	-0,024		-0,009	-0,014	0,044	-0,020
-0,8	2,17%	-0,022	-0,021	-0,022	-0,025		-0,009	-0,018	0,054	-0,019
-0,85	2,20%	-0,022	-0,020	-0,022	-0,024			-0,018	0,013	-0,019
0,9	2,10%	-0,021	-0,020	-0,021	-0,023			-0,018	-0,025	-0,017

Tabla 3B. Error promedio, E , obtenido en cada punto, se destacan en color naranja los participantes con error de cálculo o sobrevalorados.

U total de cada Laboratorio Participante										
Presión	U % FS	U Referencia	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
bar	LCPN	LCPN	1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	0,26%	0,002	0,003	0,003	0,003	0,006	0,008	0,003	0,003	0,002
-0,10	0,76%	0,007	0,003	0,003	0,006	0,052	0,008	0,005	0,003	0,005
-0,20	0,57%	0,005	0,003	0,003	0,004	0,008	0,008	0,005	0,003	0,005
-0,30	0,44%	0,004	0,003	0,003	0,003	0,008	0,008	0,005	0,003	0,006
-0,40	0,51%	0,005	0,004	0,003	0,004	0,008	0,008	0,006	0,003	0,006
-0,50	0,46%	0,004	0,003	0,003	0,003	0,006	0,008	0,005	0,003	0,005
-0,60	0,42%	0,004	0,004	0,003	0,004	0,006	0,008	0,004	0,003	0,004
-0,70	0,44%	0,004	0,003	0,003	0,004	0,006	0,008	0,004	0,003	0,004
-0,80	0,36%	0,003	0,003	0,003	0,004	0,006	0,008	0,004	0,003	0,004
-0,85	0,37%	0,003	0,003	0,003	0,003		0,008	0,004		0,004
0,90	0,33%	0,003	0,003	0,003	0,003		0,008	0,003		0,003

Tabla 4A. Incertidumbre promedio U, obtenida en cada punto, se destacan en color naranja los participantes con error de cálculo o sobrevalorados.

U total de cada Laboratorio Participante										
Presión	U % FS	U Referencia	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
bar	LCPN	LCPN	9	10	11	12	13	14	15	17
0,00	0,26%	0,002	0,003	0,003	0,012	0,002	0,011	0,003	0,003	0,007
-0,10	0,76%	0,007	0,003	0,003	0,012	0,003	0,011	0,008	0,003	0,007
-0,20	0,57%	0,005	0,003	0,004	0,012	0,002	0,011	0,005	0,003	0,007
-0,30	0,44%	0,004	0,003	0,004	0,012	0,002	0,012	0,005	0,003	0,007
-0,40	0,51%	0,005	0,003	0,003	0,012	0,002	0,012	0,003	0,003	0,007
-0,50	0,46%	0,004	0,003	0,004	0,012	0,002	0,012	0,005	0,004	0,007
-0,60	0,42%	0,004	0,003	0,004	0,012	0,002	0,012	0,004	0,003	0,007
-0,70	0,44%	0,004	0,003	0,004	0,012		0,011	0,005	0,003	0,007
-0,80	0,36%	0,003	0,003	0,003	0,012		0,011	0,004	0,003	0,007
-0,85	0,37%	0,003	0,003	0,003	0,012			0,004	0,003	0,007
0,90	0,33%	0,003	0,003	0,004	0,012			0,004	0,003	0,007

Tabla 4B. Incertidumbre promedio U, obtenida en cada punto, se destacan en color naranja los participantes con error de cálculo o sobrevalorados.

$U_{Res-ensayo}$ Laboratorios Participantes									
Presión	u_{res}	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
bar	LCPN	1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0029	0,0029	0,0012	0,0012	0,0012
-0,10	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0029	0,0029	0,0012	0,0012	0,0012
-0,20	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0029	0,0029	0,0012	0,0012	0,0012
-0,30	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0029	0,0029	0,0012	0,0012	0,0012
-0,40	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0029	0,0029	0,0012	0,0012	0,0012
-0,50	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0029	0,0029	0,0012	0,0012	0,0012
-0,60	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0029	0,0029	0,0012	0,0012	0,0012
-0,70	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0029	0,0029	0,0012	0,0012	0,0012
-0,80	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0029	0,0029	0,0012	0,0012	0,0012
-0,85	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012		0,0029	0,0012		0,0012
0,90	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012		0,0029	0,0012		0,0012

Tabla 5A. Incertidumbre por resolución del equipo en ensayo.

$U_{Res-ensayo}$ Laboratorios Participantes									
Presión	u_{res}	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
bar	LCPN	9	10	11	12	13	14	15	17
0,00	0,0012	0,0012	0,0012	0,0006	0,0012	0,0029	0,0012	0,0006	0,0006
-0,10	0,0012	0,0012	0,0012	0,0006	0,0012	0,0029	0,0012	0,0006	0,0006
-0,20	0,0012	0,0012	0,0012	0,0006	0,0012	0,0029	0,0012	0,0006	0,0006
-0,30	0,0012	0,0012	0,0012	0,0006	0,0012	0,0029	0,0012	0,0006	0,0006
-0,40	0,0012	0,0012	0,0012	0,0006	0,0012	0,0029	0,0012	0,0006	0,0006
-0,50	0,0012	0,0012	0,0012	0,0006	0,0012	0,0029	0,0012	0,0006	0,0006
-0,60	0,0012	0,0012	0,0012	0,0006	0,0012	0,0029	0,0012	0,0006	0,0006
-0,70	0,0012	0,0012	0,0012	0,0006		0,0029	0,0012	0,0006	0,0006
-0,80	0,0012	0,0012	0,0012	0,0006		0,0029	0,0012	0,0006	0,0006
-0,85	0,0012	0,0012	0,0012	0,0006			0,0012	0,0006	0,0006
0,90	0,0012	0,0012	0,0012	0,0006			0,0012	0,0006	0,0006

Tabla 5B. Incertidumbre por resolución del equipo en ensayo.

$U_{\text{Histéresis}}$ Laboratorios Participantes										
Presión	% FS	$U_{\text{histéresis}}$ Piloto	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
bar	LCPN	LCPN	1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	0,000%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
-0,10	-0,048%	0,0005	0,0003	0,0001	0,0010	0,0087	0,0003	0,0019	0,0001	0,0020
-0,20	-0,068%	0,0007	0,0002	0,0001	0,0014	0,0029	0,0004	0,0018	0,0000	0,0025
-0,30	-0,076%	0,0008	0,0003	0,0001	0,0008	0,0029	0,0005	0,0021	0,0002	0,0028
-0,40	-0,100%	0,0010	0,0007	0,0001	0,0010	0,0029	0,0004	0,0028	0,0003	0,0028
-0,50	-0,068%	0,0007	0,0002	0,0002	0,0009	0,0000	0,0003	0,0019	0,0001	0,0021
-0,60	-0,080%	0,0008	0,0004	0,0001	0,0011	0,0000	0,0002	0,0017	0,0001	0,0017
-0,70	-0,055%	0,0005	0,0003	0,0000	0,0010	0,0000	0,0002	0,0016	0,0002	0,0018
-0,80	-0,026%	0,0003	0,0002	0,0001	0,0012	0,0000	0,0002	0,0016	0,0000	0,0017
-0,85	-0,019%	0,0002	0,0005	0,0000	0,0008		0,0002	0,0014		0,0018
0,90	-0,006%	0,0001	0,0006	0,0001	0,0003		0,0000	0,0004		0,0009

Tabla 6A. Incertidumbre por histéresis del equipo en ensayo, se destacan en color naranja los participantes con resultados con error de cálculo o sobrevalorado.

$U_{\text{Histéresis}}$ Laboratorios Participantes										
Presión	% FS	$U_{\text{histéresis}}$ Piloto	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
bar	LCPN	LCPN	9	10	11	12	13	14	15	17
0,00	0,000%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0002	0,0000
-0,10	-0,048%	0,0005	0,0000	0,0000	0,0007	0,0005	0,0002	0,0022	0,0001	0,0003
-0,20	-0,068%	0,0007	0,0006	0,0003	0,0004	0,0003	0,0004	0,0007	0,0007	0,0003
-0,30	-0,076%	0,0008	0,0012	0,0003	0,0004	0,0001	0,0013	0,0007	0,0006	0,0001
-0,40	-0,100%	0,0010	0,0012	0,0006	0,0007	0,0003	0,0022	0,0000	0,0009	0,0004
-0,50	-0,068%	0,0007	0,0006	0,0003	0,0001	0,0001	0,0023	0,0007	0,0015	0,0003
-0,60	-0,080%	0,0008	0,0012	0,0003	0,0005	0,0001	0,0018	0,0014	0,0008	0,0003
-0,70	-0,055%	0,0005	0,0012	0,0006	0,0004		0,0005	0,0007	0,0009	0,0004
-0,80	-0,026%	0,0003	0,0006	0,0000	0,0003		0,0002	0,0000	0,0004	0,0003
-0,85	-0,019%	0,0002	0,0000	0,0000	0,0001			0,0000	0,0002	0,0000
0,90	-0,006%	0,0001	0,0000	0,0003	0,0000			0,0000	0,0002	0,0003

Tabla 6B. Incertidumbre por histéresis del equipo en ensayo, se destacan en color naranja los participantes con resultados con error de cálculo o sobrevalorado.

URepetibilidad Laboratorios Participantes										
Presión	U % FS	<i>u</i> _{repetibilidad}	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
bar	LCPN	LCPN	1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	0,000%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
-0,10	-0,119%	0,0011	0,0001	0,0000	0,0022	0,0173	0,0004	0,0006	0,0000	0,0003
-0,20	-0,129%	0,0012	0,0001	0,0000	0,0005	0,0000	0,0002	0,0005	0,0001	0,0001
-0,30	-0,100%	0,0009	0,0003	0,0000	0,0007	0,0000	0,0001	0,0009	0,0001	0,0005
-0,40	-0,110%	0,0010	0,0005	0,0000	0,0004	0,0000	0,0002	0,0004	0,0001	0,0001
-0,50	-0,099%	0,0009	0,0003	0,0000	0,0004	0,0000	0,0003	0,0003	0,0000	0,0007
-0,60	-0,080%	0,0007	0,0005	0,0000	0,0012	0,0000	0,0003	0,0005	0,0001	0,0000
-0,70	-0,113%	0,0010	0,0004	0,0000	0,0007	0,0000	0,0005	0,0004	0,0001	0,0002
-0,80	-0,074%	0,0007	0,0004	0,0000	0,0009	0,0000	0,0002	0,0003	0,0001	0,0002
-0,85	-0,085%	0,0008	0,0002	0,0000	0,0006		0,0005	0,0006		0,0002
-0,90	-0,046%	0,0004	0,0002	0,0000	0,0001		0,0001	0,0002		0,0002

Tabla 7A. Incertidumbre por repetibilidad del equipo en ensayo, se destacan en color naranja los participantes con error de cálculo o sobrevalorados.

URepetibilidad Laboratorios Participantes										
Presión	U % FS	<i>u</i> _{repetibilidad}	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
bar	LCPN	LCPN	9	10	11	12	13	14	15	17
0,00	0,000%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0002	0,0000
-0,10	-0,119%	0,0011	0,0000	0,0000	0,0002	0,0003	0,0007	0,0029	0,0002	0,0000
-0,20	-0,129%	0,0012	0,0000	0,0006	0,0001	0,0003	0,0010	0,0014	0,0002	0,0000
-0,30	-0,100%	0,0009	0,0000	0,0006	0,0002	0,0002	0,0017	0,0014	0,0000	0,0003
-0,40	-0,110%	0,0010	0,0000	0,0000	0,0001	0,0003	0,0026	0,0000	0,0003	0,0003
-0,50	-0,099%	0,0009	0,0000	0,0006	0,0001	0,0002	0,0026	0,0014	0,0002	0,0000
-0,60	-0,080%	0,0007	0,0000	0,0006	0,0001	0,0001	0,0021	0,0000	0,0002	0,0000
-0,70	-0,113%	0,0010	0,0000	0,0012	0,0001		0,0009	0,0014	0,0001	0,0003
-0,80	-0,074%	0,0007	0,0000	0,0000	0,0001		0,0004	0,0014	0,0000	0,0000
-0,85	-0,085%	0,0008	0,0000	0,0000	0,0002			0,0014	0,0001	0,0000
-0,90	-0,046%	0,0004	0,0000	0,0006	0,0001			0,0014	0,0003	0,0000

Tabla 7B. Incertidumbre por repetibilidad del equipo en ensayo, se destacan en color naranja los participantes con error de cálculo o sobrevalorados.

$U_{desv\ 0}$ Laboratorios Participantes										
Presión	$U\ \% FS$	$u_{desv\ 0}$	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
bar	LCPN	LCPN	1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	0,0000%	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
-0,10	0,0000%	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
-0,20	0,0000%	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
-0,30	0,0000%	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
-0,40	0,0000%	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
-0,50	0,0000%	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
-0,60	0,0000%	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
-0,70	0,0000%	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
-0,80	0,0000%	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
-0,85	0,0000%	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
-0,90	0,0000%	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Tabla 8A. Incertidumbre por desviación de cero del equipo en ensayo, se destacan en color naranja los participantes con error de cálculo o sobrevalorados.

$U_{desv\ 0}$ Laboratorios Participantes										
Presión	$\% FS$	$u_{desv\ 0}$	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
bar	LCPN	LCPN	9	10	11	12	13	14	15	17
0,00	0,0000%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0015	0,0000	0,0002	0,0000	0,0006	0,0000
-0,10	0,0000%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0000	0,0002	0,0000	0,0006	0,0000
-0,20	0,0000%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0002	0,0000	0,0006	0,0000
-0,30	0,0000%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0002	0,0000	0,0006	0,0000
-0,40	0,0000%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0000	0,0002	0,0000	0,0006	0,0000
-0,50	0,0000%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0002	0,0000	0,0006	0,0000
-0,60	0,0000%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0002	0,0000	0,0006	0,0000
-0,70	0,0000%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0002	0,0000	0,0006	0,0000
-0,80	0,0000%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0002	0,0000	0,0006	0,0000
-0,85	0,0000%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000
-0,90	0,0000%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000

Tabla 8B. Incertidumbre por desviación de cero del equipo en ensayo, se destacan en color naranja los participantes con error de cálculo o sobrevalorados.

Uestabilidad Laboratorios Participantes										
Presión	U % FS	Uestabilidad	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
bar	PILOTO	PILOTO	1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	-0,064%	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03	8,7,E-05	0,0,E+0	2,9,E-03	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03
-0,10	-0,064%	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03	8,7,E-05	1,7,E-02	2,9,E-03	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03
-0,20	-0,064%	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03	8,7,E-05	0,0,E+0	2,9,E-03	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03
-0,30	-0,064%	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03	8,7,E-05	0,0,E+0	2,9,E-03	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03
-0,40	-0,064%	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03	8,7,E-05	0,0,E+0	2,9,E-03	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03
-0,50	-0,064%	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03	8,7,E-05	0,0,E+0	2,9,E-03	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03
-0,60	-0,064%	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03	8,7,E-05	0,0,E+0	2,9,E-03	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03
-0,70	-0,064%	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03	8,7,E-05	0,0,E+0	2,9,E-03	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03
-0,80	-0,064%	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03	8,7,E-05	0,0,E+0	2,9,E-03	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03
-0,85	-0,064%	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03	8,7,E-05		2,9,E-03	5,8,E-04		1,2,E-03
-0,90	-0,064%	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03	8,7,E-05		2,9,E-03	5,8,E-04		1,2,E-03
Estabilidad informada	bar	0,002	0,002	0,002	0,0003	0,013	0,005	0,002	0,0001	0,002

Tabla 9A. Incertidumbre por estabilidad del equipo en ensayo, se destacan en color naranja los participantes con inconsistencia y/o error de cálculo entre los valores declarados y el resultado obtenido.

Uestabilidad Laboratorios Participantes										
Presión	U % FS	Uestabilidad	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
bar	PILOTO	PILOTO	9	10	11	12	13	14	15	17
0,00	-0,064%	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03	5,8,E-03	1,2,E-03	3,9,E-04	1,2,E-03	1,2,E-03	2,9,E-03
-0,10	-0,064%	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03	5,8,E-03	1,2,E-03	6,6,E-04	1,2,E-03	1,2,E-03	2,9,E-03
-0,20	-0,064%	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03	5,8,E-03	1,2,E-03	1,1,E-03	1,2,E-03	1,2,E-03	2,9,E-03
-0,30	-0,064%	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03	5,8,E-03	1,2,E-03	1,9,E-03	1,2,E-03	1,2,E-03	2,9,E-03
-0,40	-0,064%	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03	5,8,E-03	1,2,E-03	3,0,E-03	1,2,E-03	1,2,E-03	2,9,E-03
-0,50	-0,064%	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03	5,8,E-03	1,2,E-03	2,9,E-03	1,2,E-03	1,2,E-03	2,9,E-03
-0,60	-0,064%	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03	5,8,E-03	1,2,E-03	2,1,E-03	1,2,E-03	1,2,E-03	2,9,E-03
-0,70	-0,064%	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03	5,8,E-03		1,0,E-03	1,2,E-03	1,2,E-03	2,9,E-03
-0,80	-0,064%	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03	5,8,E-03			1,2,E-03	1,2,E-03	2,9,E-03
-0,85	-0,064%	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03	5,8,E-03			1,2,E-03	1,2,E-03	2,9,E-03
-0,90	-0,064%	5,8,E-04	5,8,E-04	1,2,E-03	5,8,E-03			1,2,E-03	1,2,E-03	2,9,E-03
Estabilidad informada	bar	0,002	0,002	0,002	0,01	0,002	0,E+00	0,002	0,002	0,01

Tabla 9B. Incertidumbre por estabilidad del equipo en ensayo, se destacan en color naranja los participantes con inconsistencia y/o error de cálculo entre los valores declarados y el resultado obtenido.

UPatrón = 1										
Presión	% FS	$u_{patrón}$	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
bar	LCPN	LCPN	1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	-0,002%	0,00002	0,001	0,0001	0,00028	0,00034	0,00003	0,00005	0,00005	0,000025
-0,10	-0,002%	0,00002	0,001	0,0001	0,00028	0,00034	0,00002	0,00005	0,00005	0,000025
-0,20	-0,004%	0,00004	0,001	0,0001	0,00028	0,00034	0,00003	0,00005	0,00005	0,000025
-0,30	-0,006%	0,00006	0,001	0,0001	0,00028	0,00034	0,00003	0,00005	0,00005	0,000025
-0,40	-0,009%	0,00009	0,001	0,0001	0,00028	0,00034	0,00002	0,00005	0,00005	0,000025
-0,50	-0,011%	0,00011	0,001	0,0001	0,00028	0,00034	0,00002	0,00005	0,00005	0,000025
-0,60	-0,013%	0,00013	0,001	0,0001	0,00028	0,00034	0,00003	0,00005	0,00005	0,000025
-0,70	-0,015%	0,00015	0,001	0,0001	0,00028	0,00034	0,00003	0,00005	0,00005	0,000025
-0,80	-0,017%	0,00017	0,001	0,0001	0,00028	0,00034	0,00003	0,00005	0,00005	0,000025
-0,85	-0,018%	0,00018	0,001	0,0001	0,00028		0,00004	0,00005		0,000025
-0,90	-0,019%	0,00019	0,001	0,0001	0,00028		0,00004	0,00005		0,000025

Tabla 10A. Incertidumbre del patrón utilizado de cada laboratorio participante, se destacan en color naranja los participantes con error de cálculo o subvalorados.

UPatrón = 1										
Presión	% FS	$u_{patrón}$	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
bar	LCPN	LCPN	9	10	11	12	13	14	15	17
0,00	-0,002%	0,00002	0,000009	0,00010	0,00014	0,000016	0,000035	0,000025	0,000065	0,0015
-0,10	-0,002%	0,00002	0,000009	0,00010	0,00014	0,000020	0,000035	0,000025	0,000065	0,0015
-0,20	-0,004%	0,00004	0,000009	0,00010	0,00014	0,000023	0,000035	0,000025	0,000065	0,0015
-0,30	-0,006%	0,00006	0,000009	0,00010	0,00014	0,000024	0,000035	0,000025	0,000065	0,0015
-0,40	-0,009%	0,00009	0,000006	0,00010	0,00014	0,000022	0,000035	0,000025	0,000065	0,0015
-0,50	-0,011%	0,00011	0,000006	0,00010	0,00014	0,000021	0,000035	0,000025	0,000065	0,0015
-0,60	-0,013%	0,00013	0,000006	0,00010	0,00014	0,000025	0,000035	0,000025	0,000065	0,0015
-0,70	-0,015%	0,00015	0,000006	0,00010	0,00014		0,000035	0,000025	0,000065	0,0015
-0,80	-0,017%	0,00017	0,000003	0,00010	0,00014		0,000035	0,000025	0,000065	0,0015
-0,85	-0,018%	0,00018	0,000003	0,00010	0,00014			0,000025	0,000065	0,0015
-0,90	-0,019%	0,00019	0,000003	0,00010	0,00014			0,000025	0,000065	0,0015

Tabla 10B. Incertidumbre del patrón utilizado de cada laboratorio participante, se destacan en color naranja los participantes con error de cálculo o subvalorados.

Ures Patrón	B P M	Test G	Test G	TX	Test G	TX	Test G	Test G	Test G
Presión	<i>Ures patrón</i>	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
bar	LCPN	1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	NO	3,E-05	3,E-05	3,E-05	3,E-05	3,E-04	3,E-05	3,E-05	3,E-06
-0,10	APLICA	3,E-05	3,E-05	3,E-05	3,E-05	3,E-04	3,E-05	3,E-05	3,E-06
-0,20		3,E-05	3,E-05	3,E-05	3,E-05	3,E-04	3,E-05	3,E-05	3,E-06
-0,30		3,E-05	3,E-05	3,E-05	3,E-05	3,E-04	3,E-05	3,E-05	3,E-06
-0,40		3,E-05	3,E-05	3,E-05	3,E-05	3,E-04	3,E-05	3,E-05	3,E-06
-0,50		3,E-05	3,E-05	3,E-05	3,E-05	3,E-04	3,E-05	3,E-05	3,E-06
-0,60		3,E-05	3,E-05	3,E-05	3,E-05	3,E-04	3,E-05	3,E-05	3,E-06
-0,70		3,E-05	3,E-05	3,E-05	3,E-05	3,E-04	3,E-05	3,E-05	3,E-06
-0,80		3,E-05	3,E-05	3,E-05	3,E-05	3,E-04	3,E-05	3,E-05	3,E-06
-0,85		3,E-05	3,E-05	3,E-05	3,E-05	3,E-04	3,E-05	0,E+00	3,E-06
-0,90		3,E-05	3,E-05	3,E-05	3,E-05	3,E-04	3,E-05	0,E+00	3,E-06
resolución bar	N/A	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,00001	0,0001	0,0001	0,00001

Tabla 11A. Incertidumbre por **resolución del patrón utilizado** por cada laboratorio participante, se destacan en color naranja los participantes con error de cálculo o sobrevalorados.

Ures Patrón	B P M	Test G	TX	Test G	Test G	Test G	Test G	Test G	Test G
Presión	<i>Ures patrón</i>	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
bar	LCPN	9	10	11	12	13	14	15	17
0,00	NO	3,E-05	3,E-06	3,E-05	3,E-05	3,E-04	3,E-05	3,E-04	3,E-04
-0,10	APLICA	3,E-05	3,E-06	3,E-05	3,E-05	3,E-04	3,E-05	3,E-04	3,E-04
-0,20		3,E-05	3,E-06	3,E-05	3,E-05	3,E-04	3,E-05	3,E-04	3,E-04
-0,30		3,E-05	3,E-06	3,E-05	3,E-05	3,E-04	3,E-05	3,E-04	3,E-04
-0,40		3,E-05	3,E-06	3,E-05	3,E-05	3,E-04	3,E-05	3,E-04	3,E-04
-0,50		3,E-05	3,E-06	3,E-05	3,E-05	3,E-04	3,E-05	3,E-04	3,E-04
-0,60		3,E-05	3,E-06	3,E-05	3,E-05	3,E-04	3,E-05	3,E-04	3,E-04
-0,70		3,E-05	3,E-06	3,E-05		3,E-04	3,E-05	3,E-04	3,E-04
-0,80		3,E-05	3,E-06	3,E-05		3,E-04	3,E-05	3,E-04	3,E-04
-0,85		3,E-05	3,E-06	3,E-05			3,E-05	3,E-04	3,E-04
-0,90		3,E-05	3,E-06	3,E-05			3,E-05	3,E-04	3,E-04
resolución bar	N/A	0,0001	0,00001	0,0001	0,0001	0,001	0,0001	0,001	0,001

Tabla 11B. Incertidumbre por **resolución del patrón utilizado** por cada laboratorio participante, se destacan en color naranja los participantes con error de cálculo o sobrevalorados.

U_{deriva} patrón Laboratorios Participantes										
PILOTO			1	2	3	4	5	6	7	8
Presión	U % FS	u _{deriva}	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
bar	LCPN	LCPN	1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	-0,000092%	8,28E-07	2,9,E-05	2,9,E-05	7,3,E-04	0,0,E+00	4,4,E-05	3,9,E-04	3,2,E-04	3,3,E-05
-0,10	-0,000092%	8,28E-07	2,9,E-05	2,9,E-05	7,3,E-04	0,0,E+00	4,4,E-05	3,9,E-04	3,2,E-04	3,3,E-05
-0,20	-0,000182%	1,64E-06	2,9,E-05	2,9,E-05	7,3,E-04	0,0,E+00	4,4,E-05	3,9,E-04	3,2,E-04	3,3,E-05
-0,30	-0,000273%	2,45E-06	2,9,E-05	2,9,E-05	7,3,E-04	0,0,E+00	4,4,E-05	3,9,E-04	3,2,E-04	3,3,E-05
-0,40	-0,000364%	3,27E-06	2,9,E-05	2,9,E-05	7,3,E-04	0,0,E+00	4,4,E-05	3,9,E-04	3,2,E-04	3,3,E-05
-0,50	-0,000454%	4,09E-06	2,9,E-05	2,9,E-05	7,3,E-04	0,0,E+00	4,4,E-05	3,9,E-04	3,2,E-04	3,3,E-05
-0,60	-0,000545%	4,91E-06	2,9,E-05	2,9,E-05	7,3,E-04	0,0,E+00	4,4,E-05	3,9,E-04	3,2,E-04	3,3,E-05
-0,70	-0,000636%	5,73E-06	2,9,E-05	2,9,E-05	7,3,E-04	0,0,E+00	4,4,E-05	3,9,E-04	3,2,E-04	3,3,E-05
-0,80	-0,000727%	6,54E-06	2,9,E-05	2,9,E-05	7,3,E-04	-7,1,E-06	4,4,E-05	3,9,E-04	3,2,E-04	3,3,E-05
-0,85	-0,000772%	6,95E-06	2,9,E-05	2,9,E-05	7,3,E-04		4,4,E-05	3,9,E-04		3,3,E-05
-0,90	-0,000818%	7,36E-06	2,9,E-05	2,9,E-05	7,3,E-04		4,4,E-05	3,9,E-04		3,3,E-05
	Deriva % FS	0,0008%	0,0032%	0,0032%	0,0811%	0,00078%	0,0048%	0,0428%	0,0354%	0,0037%

Tabla 12A. Incertidumbre por deriva del patrón utilizado de cada laboratorio, se destacan en color naranja los participantes con inconsistencia (algunos indican valores negativos) y/o error de cálculo entre los valores declarados y el resultado obtenido.

U_{deriva} patrón Laboratorios Participantes										
			P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
Presión	U % FS	u _{deriva}	9	10	11	12	13	14	15	17
bar	LCPN	LCPN	9	10	11	12	13	14	15	17
0,00	-0,000092%	8,28E-07	2,8,E-05	2,3,E-04	5,8,E-05	4,9,E-05	3,5,E-06	-8,7,E-05	2,3,E-05	8,7,E-04
-0,10	-0,000092%	8,28E-07	2,8,E-05	2,3,E-04	5,8,E-05	4,9,E-05	3,5,E-06	-8,7,E-05	2,3,E-05	8,7,E-04
-0,20	-0,000182%	1,64E-06	2,8,E-05	2,3,E-04	5,8,E-05	4,9,E-05	3,5,E-06	-8,7,E-05	2,3,E-05	8,7,E-04
-0,30	-0,000273%	2,45E-06	2,8,E-05	2,3,E-04	5,8,E-05	4,9,E-05	3,5,E-06	-8,7,E-05	2,3,E-05	8,7,E-04
-0,40	-0,000364%	3,27E-06	2,8,E-05	2,3,E-04	5,8,E-05	4,9,E-05	3,5,E-06	-8,7,E-05	2,3,E-05	8,7,E-04
-0,50	-0,000454%	4,09E-06	2,8,E-05	2,3,E-04	5,8,E-05	4,9,E-05	3,5,E-06	-8,7,E-05	2,3,E-05	8,7,E-04
-0,60	-0,000545%	4,91E-06	2,8,E-05	2,3,E-04	5,8,E-05	4,9,E-05	3,5,E-06	-8,7,E-05	2,3,E-05	8,7,E-04
-0,70	-0,000636%	5,73E-06	2,8,E-05	2,3,E-04	5,8,E-05		3,5,E-06	-8,7,E-05	2,3,E-05	8,7,E-04
-0,80	-0,000727%	6,54E-06	2,8,E-05	2,3,E-04	5,8,E-05		3,5,E-06	-8,7,E-05	2,3,E-05	8,7,E-04
-0,85	-0,000772%	6,95E-06	2,8,E-05	2,3,E-04	5,8,E-05			-8,7,E-05	2,3,E-05	8,7,E-04
-0,90	-0,000818%	7,36E-06	2,8,E-05	2,3,E-04	5,8,E-05			-8,7,E-05	2,3,E-05	8,7,E-04
	Deriva % FS	0,0008%	0,0031%	0,0250%	0,0064%	0,0054%	0,0004%	0,0096%	0,0026%	0,0962%

Tabla 12B. Incertidumbre por deriva del patrón utilizado de cada laboratorio, se destacan en color naranja los participantes con inconsistencia (algunos indican valores negativos) y/o error de cálculo entre los valores declarados y el resultado obtenido.

$U_{\text{Diff altura}}$ Laboratorios Participantes										
Presión	$U\% \text{ FS}$	$u\Delta h$	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
bar	LCPN	LCPN	1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	0,000000%	2,51E-09	-1,45E-09	1,01E-08	6,13E-09	3,36E-08	1,85E-07	5,12E-09	1,43E-08	1,31E-09
-0,10	0,000000%	2,68E-08	-2,70E-08	4,88E-08	-2,34E-08	6,05E-08	1,87E-07	-2,43E-08	4,44E-08	-2,46E-08
-0,20	-0,000001%	5,61E-08	-5,37E-08	1,08E-07	-5,29E-08	1,14E-07	1,92E-07	-5,38E-08	7,66E-08	-5,25E-08
-0,30	-0,000001%	8,54E-08	-8,09E-08	1,67E-07	-8,24E-08	1,71E-07	2,02E-07	-8,32E-08	1,09E-07	-8,07E-08
-0,40	-0,000001%	1,15E-07	-1,08E-07	2,25E-07	-1,12E-07	2,29E-07	2,14E-07	-1,13E-07	1,42E-07	-1,09E-07
-0,50	-0,000002%	1,44E-07	-1,36E-07	2,84E-07	-1,41E-07	2,88E-07	2,30E-07	-1,42E-07	1,75E-07	-1,38E-07
-0,60	-0,000002%	1,73E-07	-1,65E-07	3,43E-07	-1,71E-07	3,46E-07	2,48E-07	-1,72E-07	2,10E-07	-1,67E-07
-0,70	-0,000002%	2,03E-07	-1,93E-07	4,02E-07	-2,01E-07	4,04E-07	2,68E-07	-2,01E-07	2,44E-07	-1,97E-07
-0,80	-0,000003%	2,32E-07	-2,22E-07	4,61E-07	-2,30E-07	4,04E-07	2,90E-07	-2,30E-07	2,78E-07	-2,26E-07
-0,85	-0,000003%	2,47E-07	-2,36E-07	4,91E-07	-2,45E-07		3,01E-07	-2,45E-07		-2,41E-07
-0,90	-0,000003%	2,61E-07	-2,51E-07	5,20E-07	-2,60E-07		3,13E-07	-2,60E-07		-2,56E-07
	$U_{k=2 \text{ mm}}$	5,0	5,0	0,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,8	5,0

Tabla 13A. Incertidumbre por diferencia de altura entre el equipo en ensayo y el patrón utilizado, se destacan en color naranja los participantes con inconsistencias o errores en la determinación de la contribución de incertidumbre por diferencia de altura.

$U_{\text{Diff altura}}$ Laboratorios Participantes										
Presión	$U\% \text{ FS}$	$u\Delta h$	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
bar	LCPN	LCPN	9	10	11	12	13	14	15	17
0,00	0,000000%	2,51E-09	2,81E-07	4,21E-09	0,00E+00	1,15E-07	-3,41E-03	9,14E-10	5,85E-05	2,03E-07
-0,10	0,000000%	2,68E-08	2,52E-07	-2,96E-08	0,00E+00	1,18E-07	-3,41E-03	-2,82E-08	5,86E-05	2,03E-07
-0,20	-0,000001%	5,61E-08	2,23E-07	-6,34E-08	0,00E+00	1,26E-07	-3,41E-03	-5,73E-08	5,86E-05	2,03E-07
-0,30	-0,000001%	8,54E-08	1,93E-07	-9,72E-08	0,00E+00	1,40E-07	-3,41E-03	-8,64E-08	5,87E-05	2,03E-07
-0,40	-0,000001%	1,15E-07	1,64E-07	-1,31E-07	0,00E+00	1,58E-07	-3,41E-03	-1,15E-07	5,87E-05	2,03E-07
-0,50	-0,000002%	1,44E-07	1,34E-07	-1,65E-07	0,00E+00	1,79E-07	-3,41E-03	-1,45E-07	5,88E-05	2,03E-07
-0,60	-0,000002%	1,73E-07	1,05E-07	-1,99E-07	0,00E+00	2,02E-07	-3,41E-03	-1,74E-07	5,89E-05	2,03E-07
-0,70	-0,000002%	2,03E-07	7,55E-08	-2,32E-07	0,00E+00		-3,41E-03	-2,03E-07	5,89E-05	2,03E-07
-0,80	-0,000003%	2,32E-07	4,60E-08	-2,66E-07	0,00E+00		-3,41E-03	-2,32E-07	5,90E-05	2,03E-07
-0,85	-0,000003%	2,47E-07	3,13E-08	-2,83E-07	0,00E+00			-2,46E-07	5,90E-05	2,03E-07
-0,90	-0,000003%	2,61E-07	1,66E-08	-3,00E-07	0,00E+00			-2,61E-07	5,90E-05	2,03E-07
	$U_{k=2 \text{ mm}}$	5,0	5,0	0,01	5,0	5,0	5,0	5,0	0,01	5,0

Tabla 13B. Incertidumbre por diferencia de altura entre el equipo en ensayo y el patrón utilizado, se destacan en color naranja los participantes con inconsistencias o errores en la determinación de la contribución de incertidumbre por diferencia de altura.

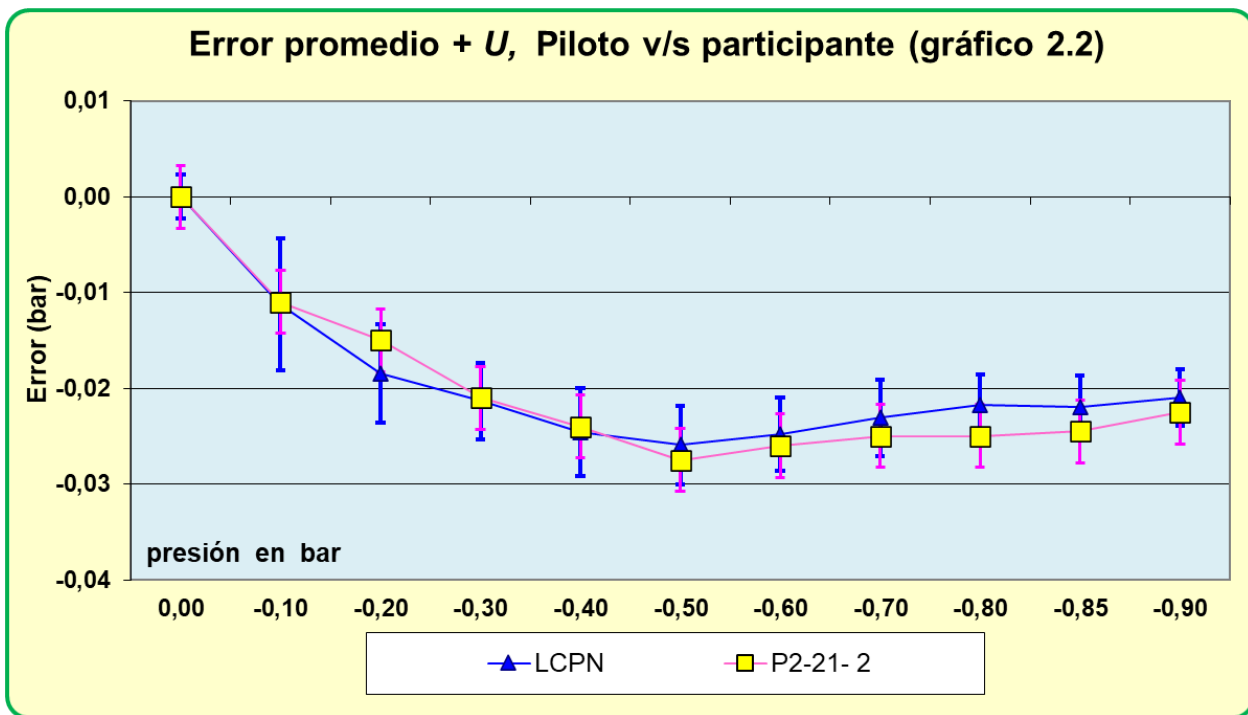
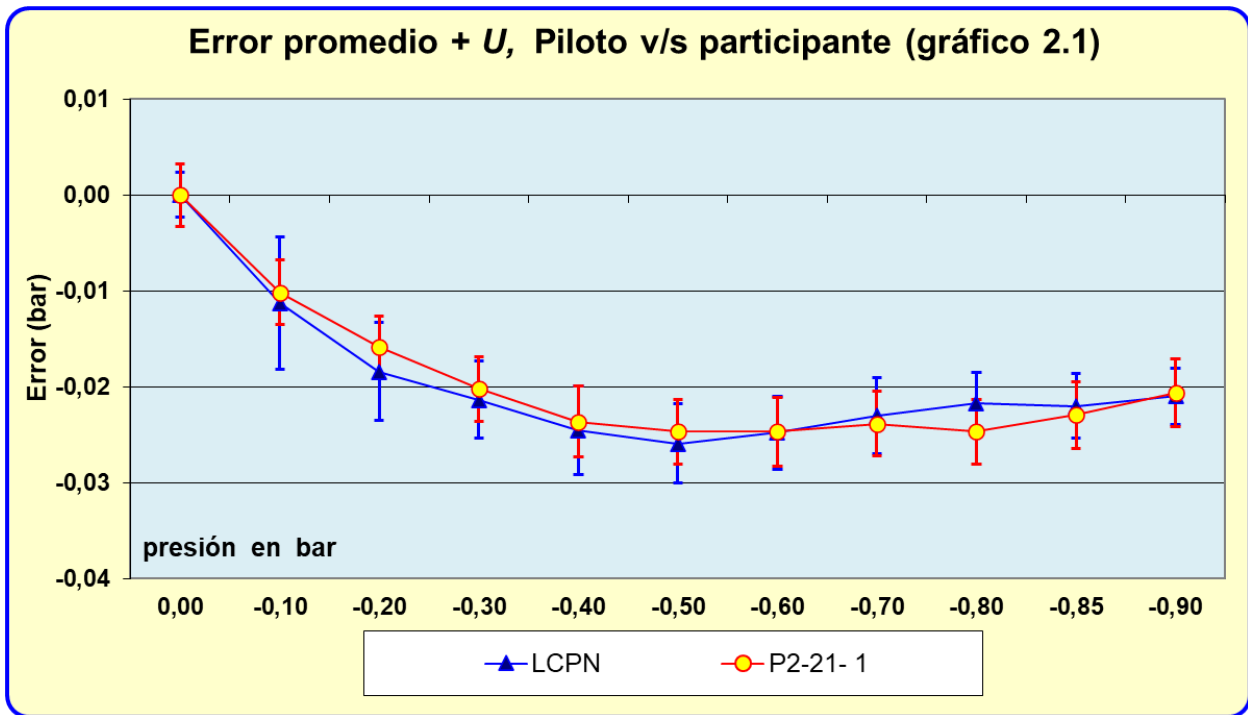
MCM Laboratorios Participantes										
Presión	U % FS	MCM	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
bar	LCPN	LCPN	1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	-0,00669%	0,00006	0,05000	0,00050	0,00000	0,00000	0,00200	0,01000	0,00500	0,00026
-0,10	-0,00669%	0,00006	0,05000	0,00050	0,00258	0,01000	0,00200	0,01000	0,00500	0,00026
-0,20	-0,01322%	0,00012	0,05000	0,00100	0,00515	0,01000	0,00200	0,01000	0,00500	0,00026
-0,30	-0,01983%	0,00018	0,05000	0,00150	0,00773	0,01000	0,00200	0,01000	0,00500	0,00026
-0,40	-0,02644%	0,00024	0,05000	0,00200	0,01031	0,01000	0,00200	0,01000	0,00500	0,00026
-0,50	-0,03306%	0,00030	0,05000	0,00250	0,01288	0,01000	0,00200	0,01000	0,00500	0,00026
-0,60	-0,03967%	0,00036	0,05000	0,00300	0,01546	0,01000	0,00200	0,01000	0,00500	0,00026
-0,70	-0,04628%	0,00042	0,05000	0,00350	0,01804	0,01000	0,00200	0,01000	0,00500	0,00026
-0,80	-0,05289%	0,00048	0,05000	0,00400	0,02062	0,01000	0,00200	0,01000	0,00500	0,00026
-0,85	-0,05619%	0,00051	0,05000	0,00425	0,02190		0,00200	0,01000		0,00026
-0,90	-0,05950%	0,00054	0,05000	0,00450	0,02319		0,00200	0,01000		0,00026
MCM v/s U _{patrón}		2,80	25,0	2,50	4,67	1,45	28,6	100,0	50,0	5,2

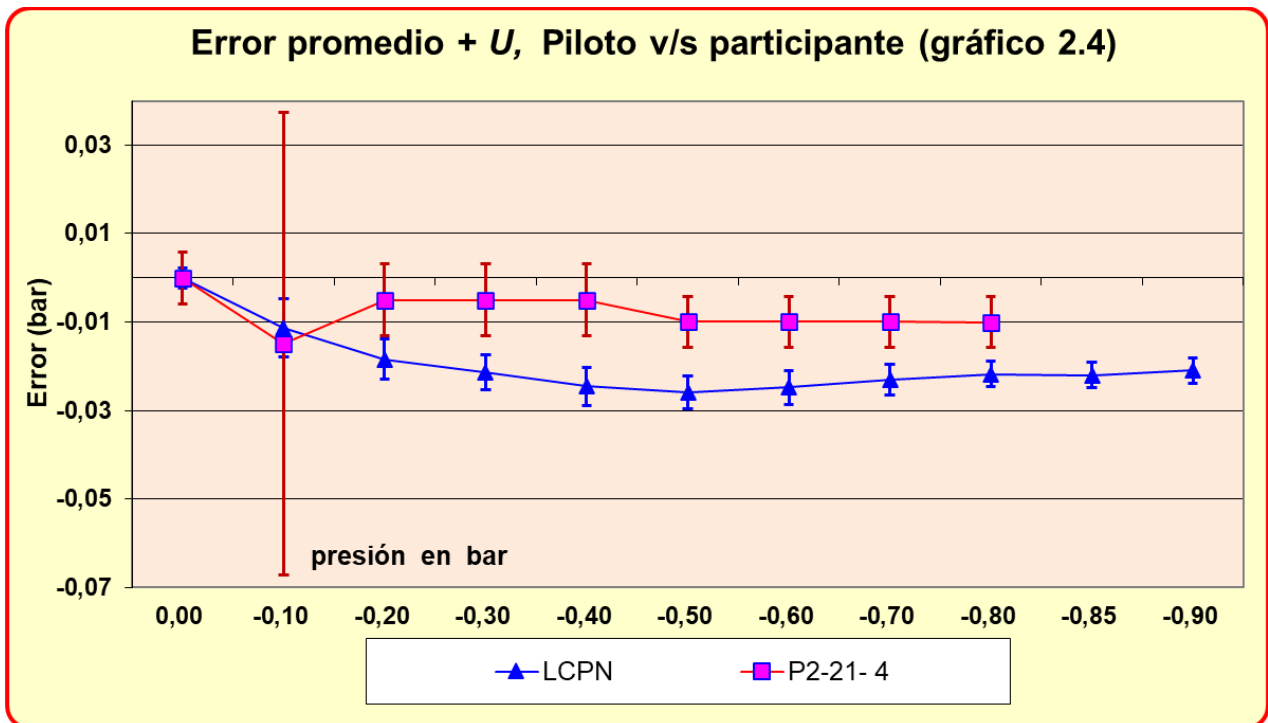
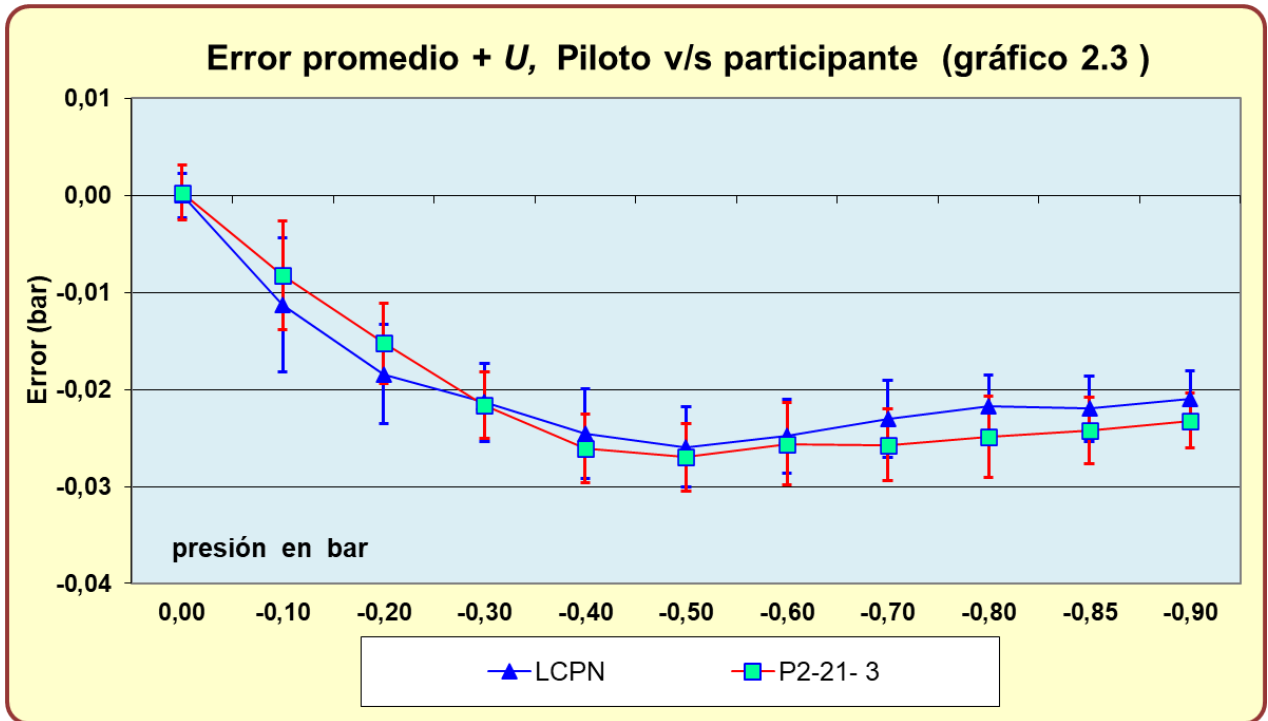
Tabla 14A. Mejor capacidad de medición de acuerdo al patrón utilizado, se sugiere revisar los valores destacados en color naranja de los participantes cuyos valores están subvalorados o sobrevalorados.

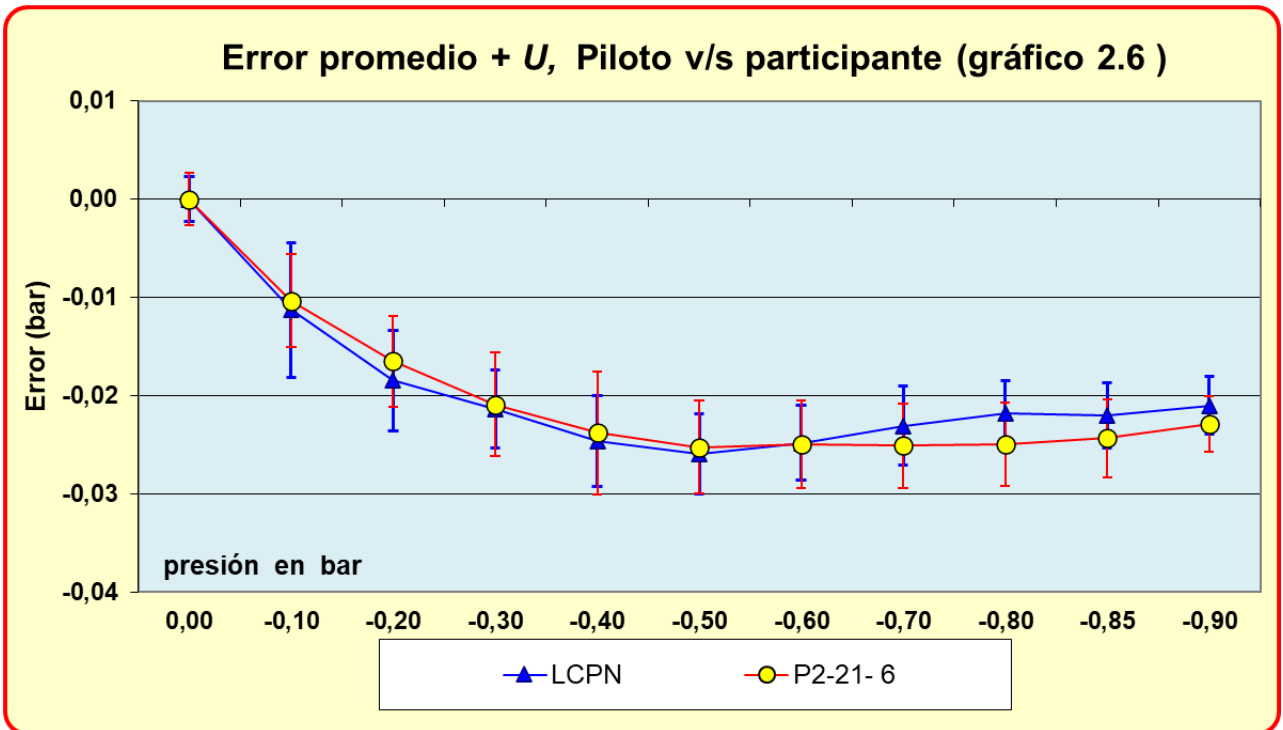
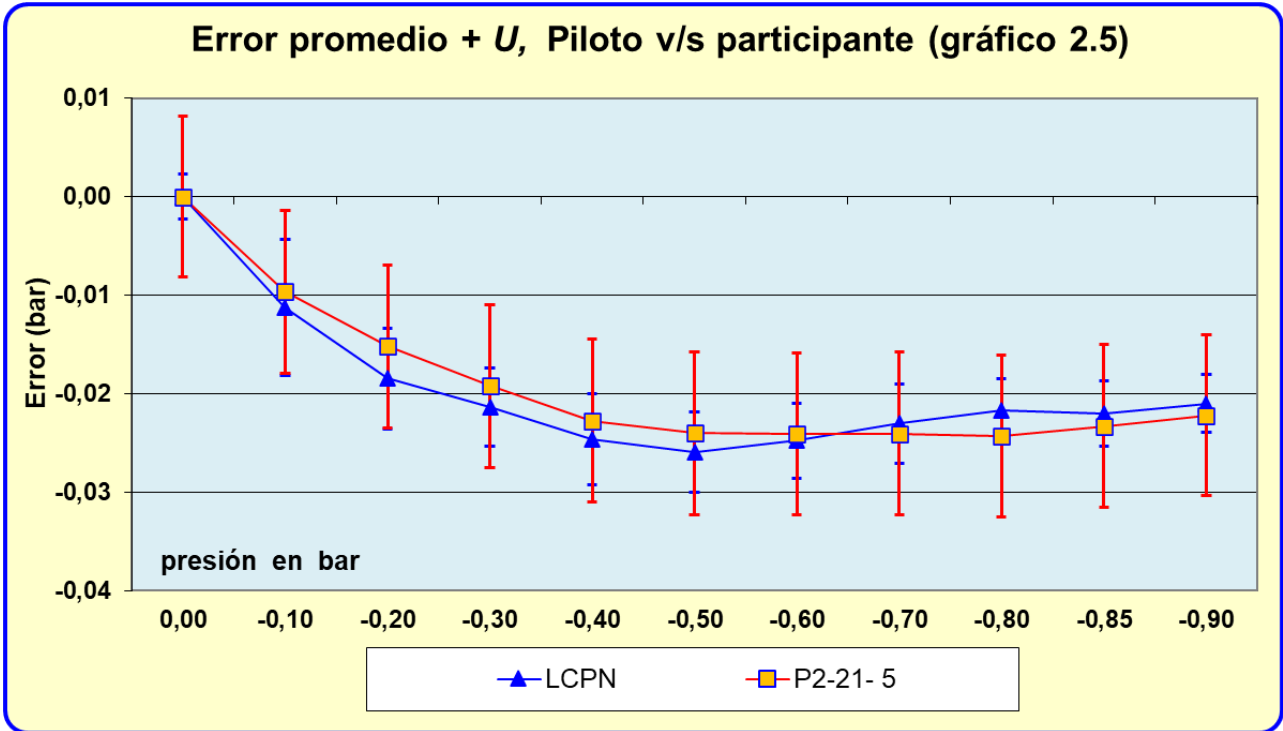
MCM Laboratorios Participantes										
Presión	U % FS	MCM	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
bar	LCPN	LCPN	9	10	11	12	13	14	15	17
0,00	-0,00669%	0,00006	0,00000	0,00150	0,00400	0,00015	0,00200	0,00008	0,00053	0,00500
-0,10	-0,00669%	0,00006	0,000004	0,00150	0,00400	0,00015	0,00200	0,00008	0,00053	0,00500
-0,20	-0,01322%	0,00012	0,00012	0,00150	0,00400	0,00015	0,00200	0,00008	0,00053	0,00500
-0,30	-0,01983%	0,00018	0,00019	0,00150	0,00400	0,00015	0,00200	0,00008	0,00053	0,00500
-0,40	-0,02644%	0,00024	0,00025	0,00150	0,00400	0,00015	0,00200	0,00008	0,00053	0,00500
-0,50	-0,03306%	0,00030	0,00031	0,00150	0,00400	0,00015	0,00200	0,00008	0,00053	0,00500
-0,60	-0,03967%	0,00036	0,00037	0,00150	0,00400	0,00015	0,00200	0,00008	0,00053	0,00500
-0,70	-0,04628%	0,00042	0,00044	0,00150	0,00400		0,00200	0,00008	0,00053	0,00500
-0,80	-0,05289%	0,00048	0,00050	0,00150	0,00400		0,00200	0,00008	0,00053	0,00500
-0,85	-0,05619%	0,00051	0,00053	0,00150	0,00400				0,00053	0,00500
-0,90	-0,05950%	0,00054	0,00056	0,00150	0,00400				0,00053	0,00500
MCM v/s U _{patrón}		2,80	0,13	7,9	14,3	3,00	28,6	1,53	4,08	1,67

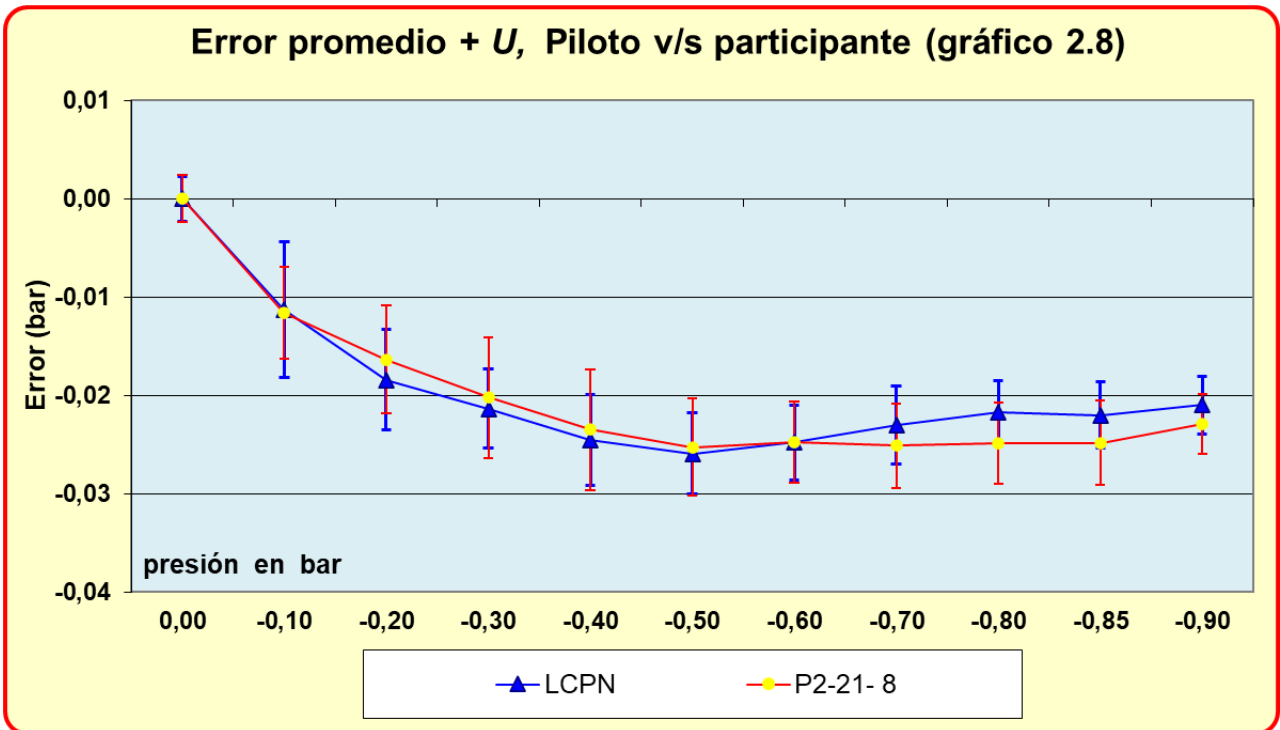
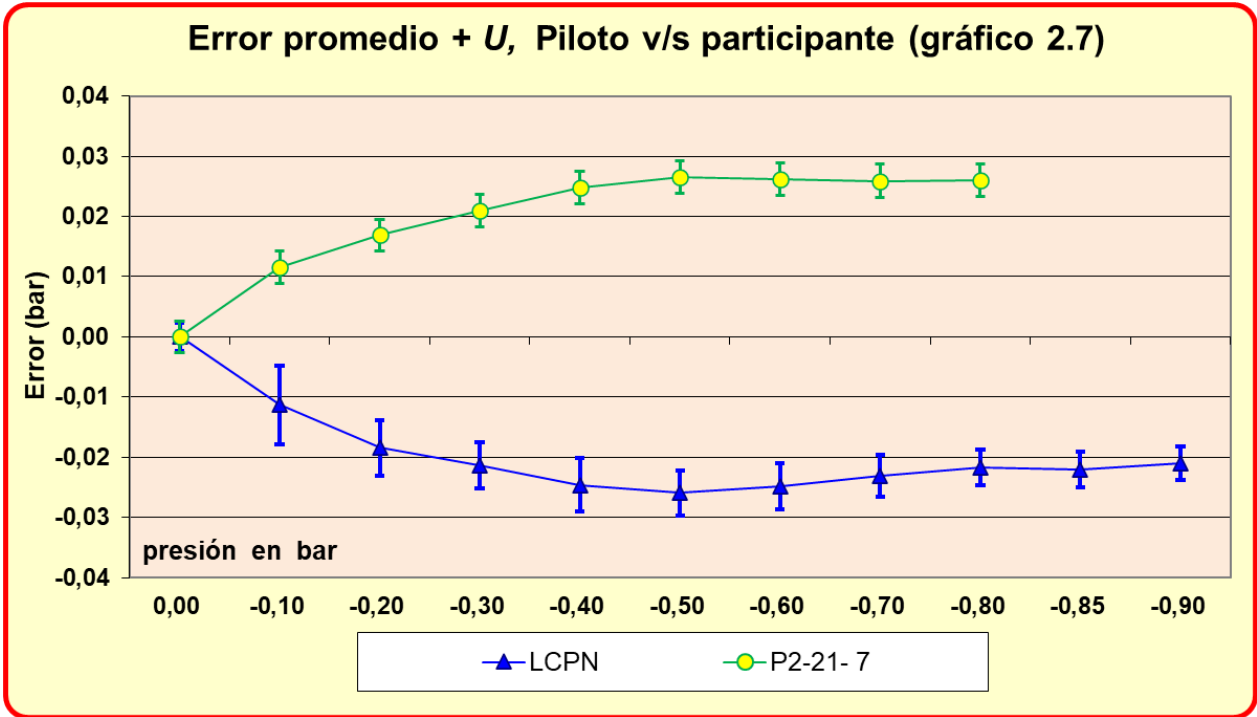
Tabla 14B. Mejor capacidad de medición de acuerdo al patrón utilizado, se sugiere revisar los valores destacados en color naranja de los participantes cuyos valores están subvalorados o sobrevalorados.

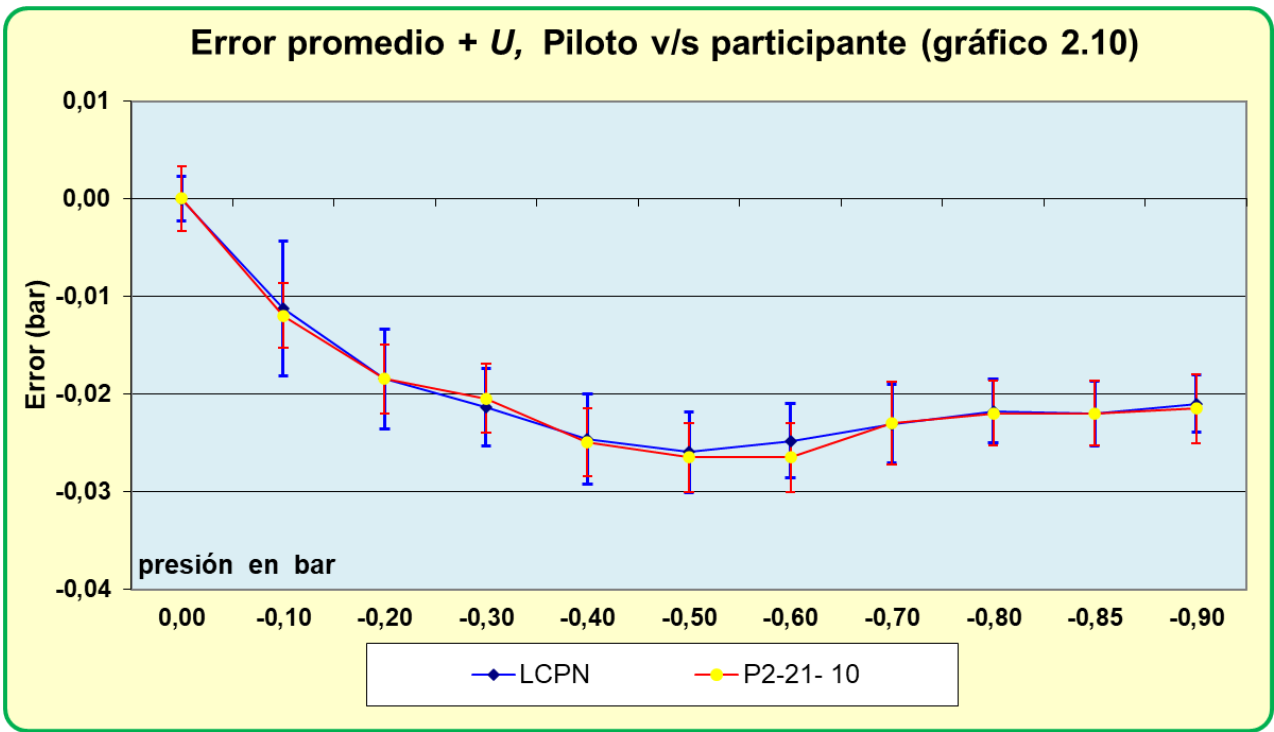
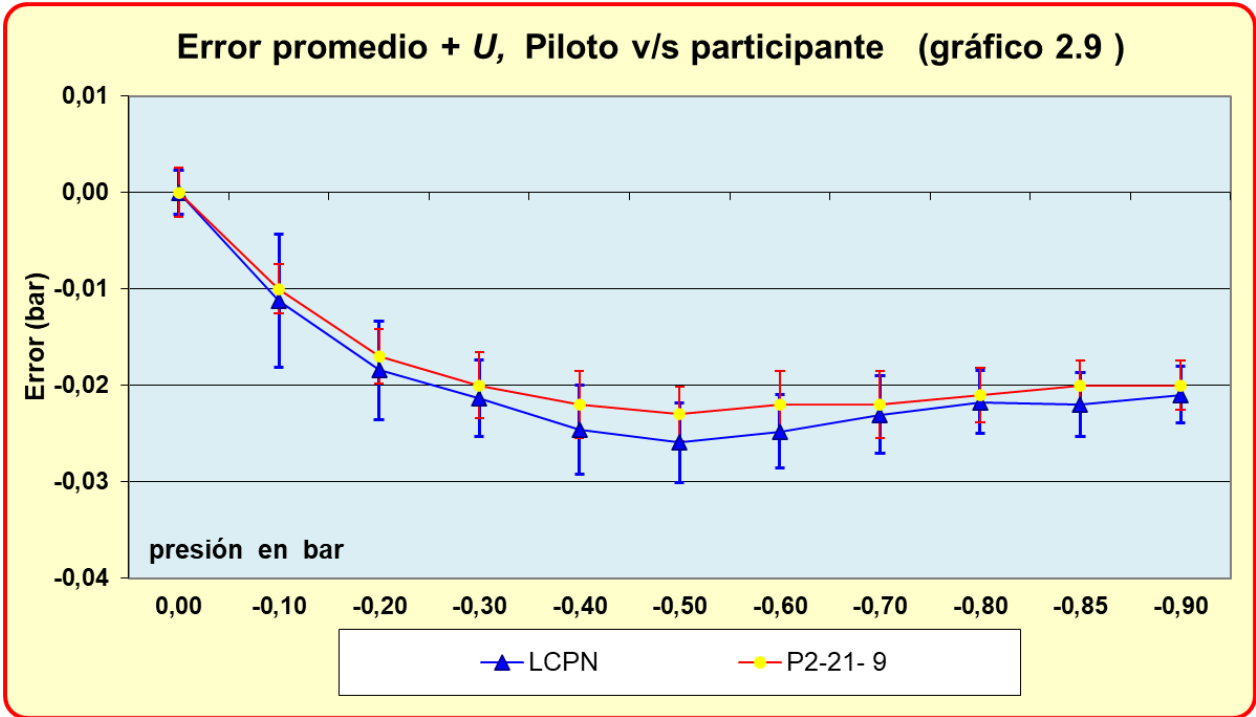
Los gráficos 2.1 al 2.16 registran Error promedio + U, Piloto v/s participante.

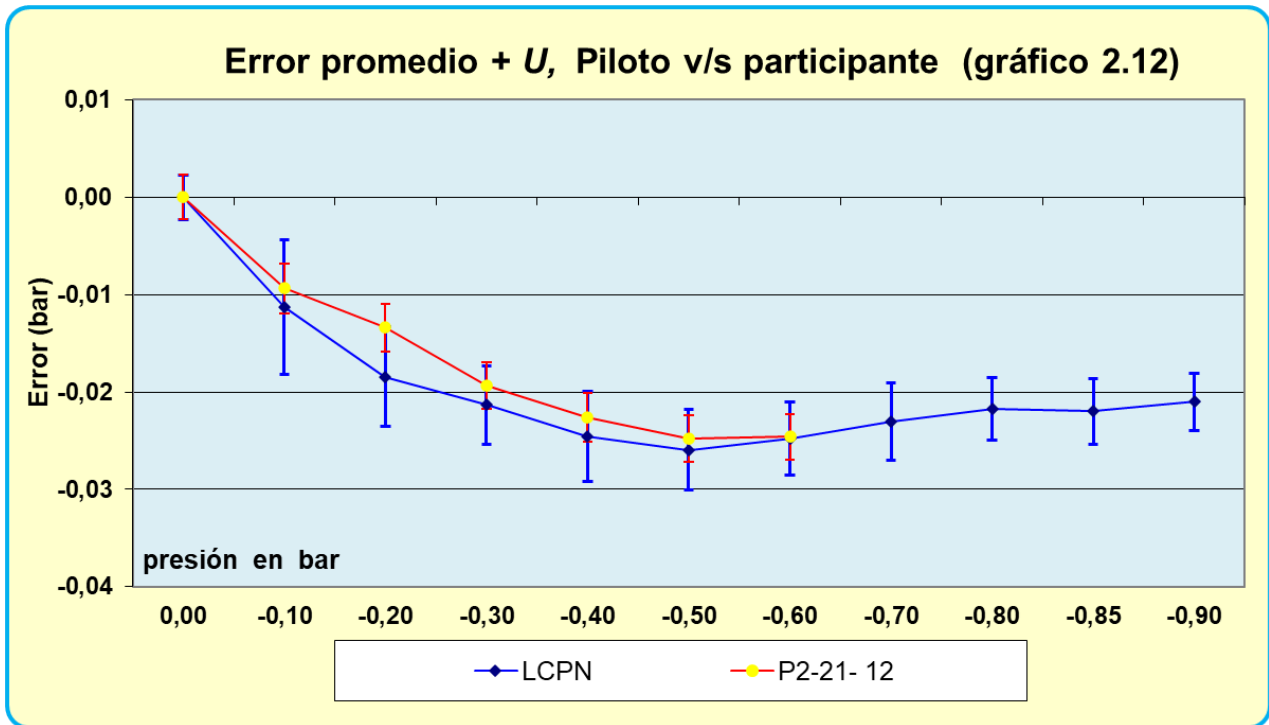
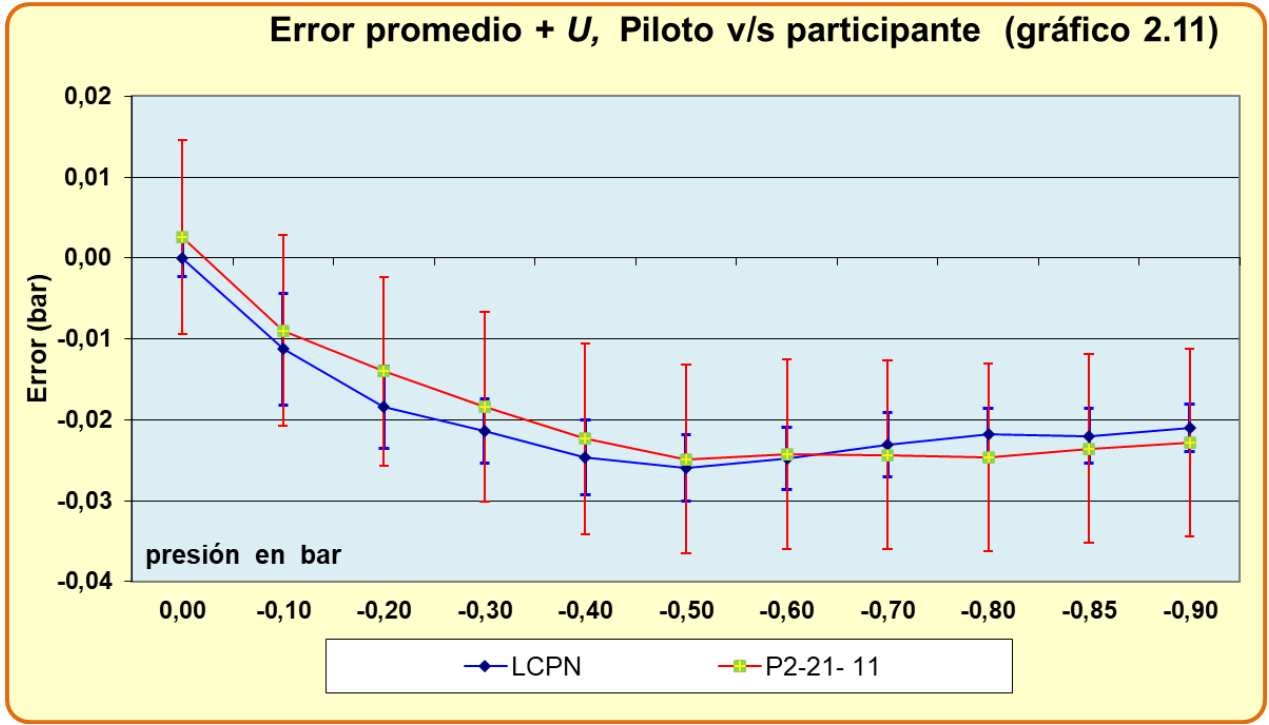


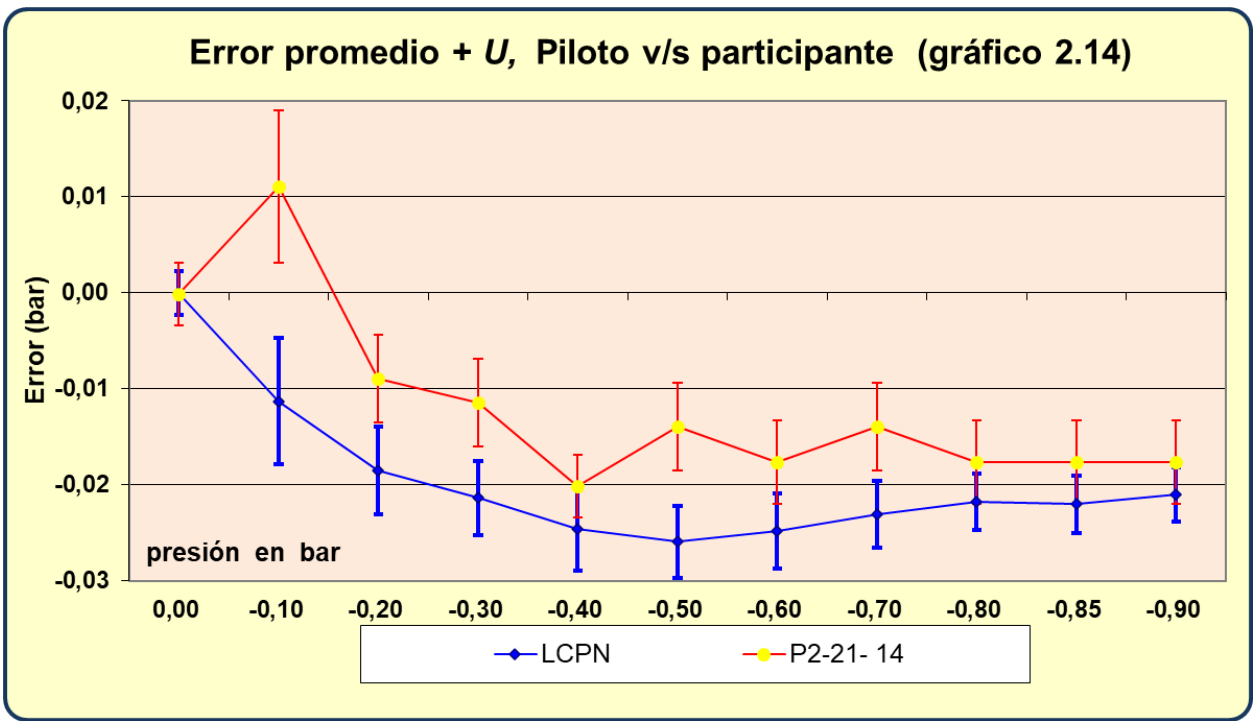
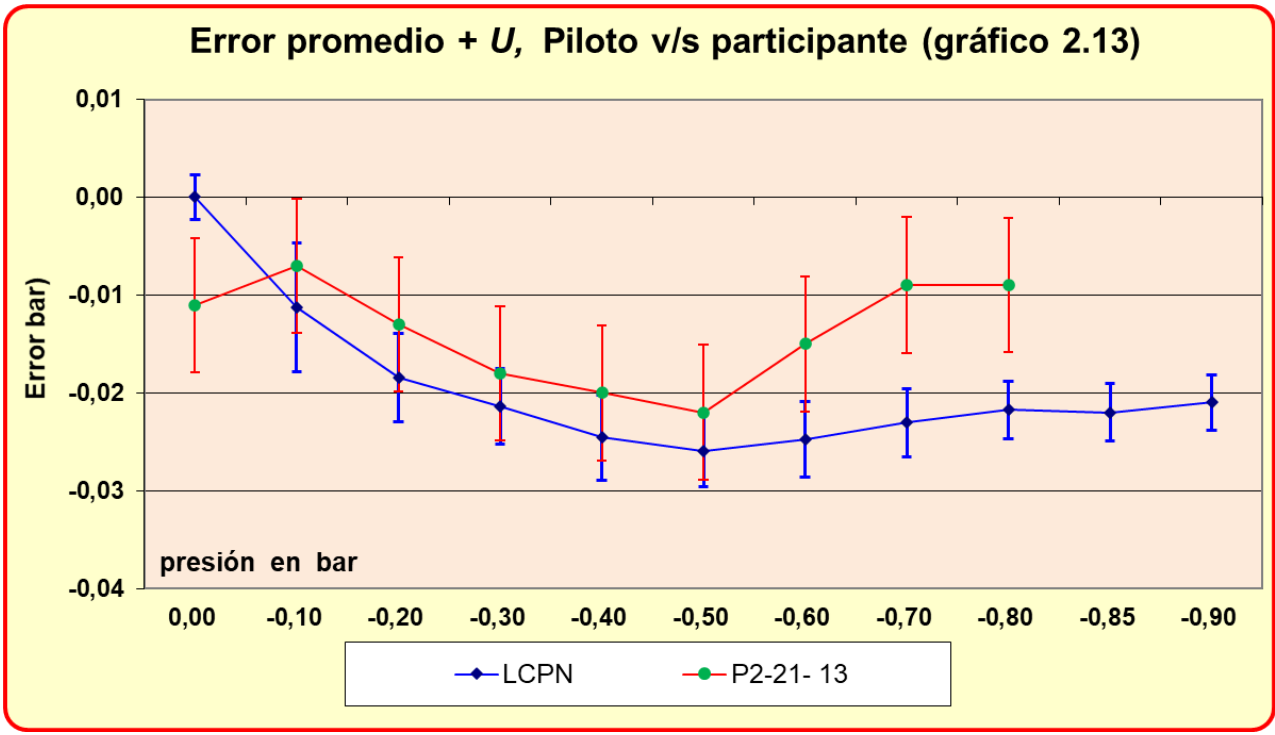


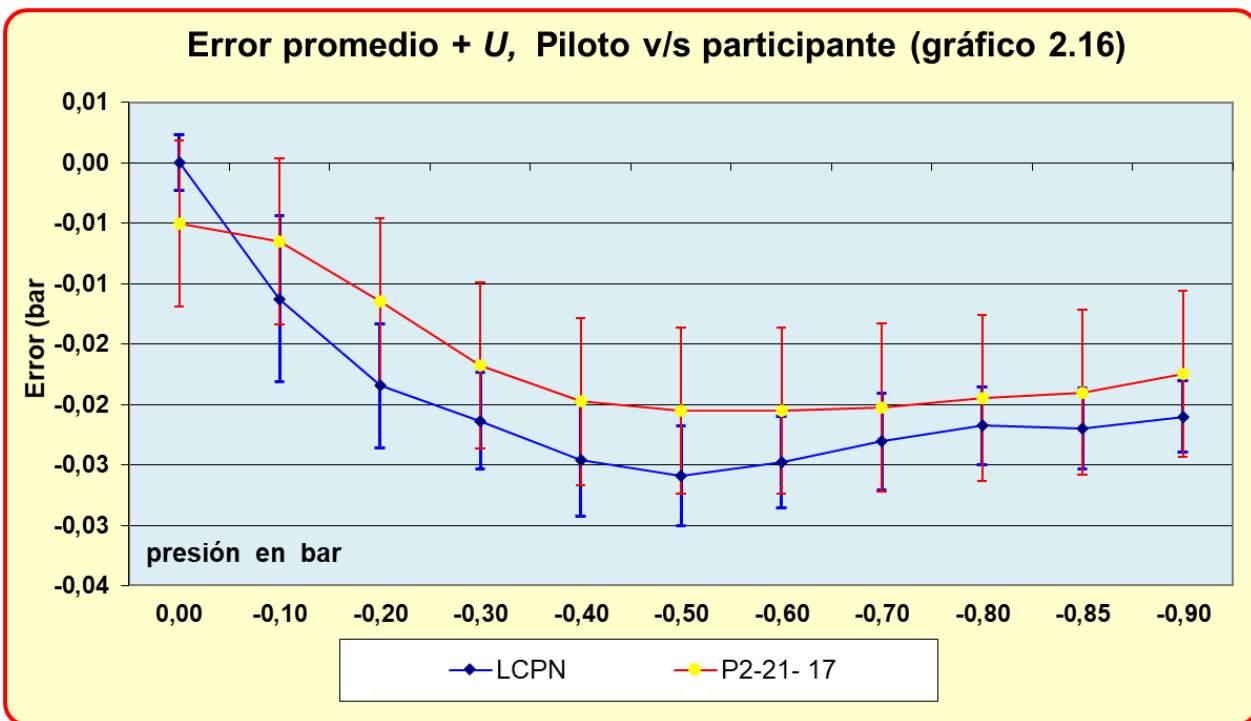
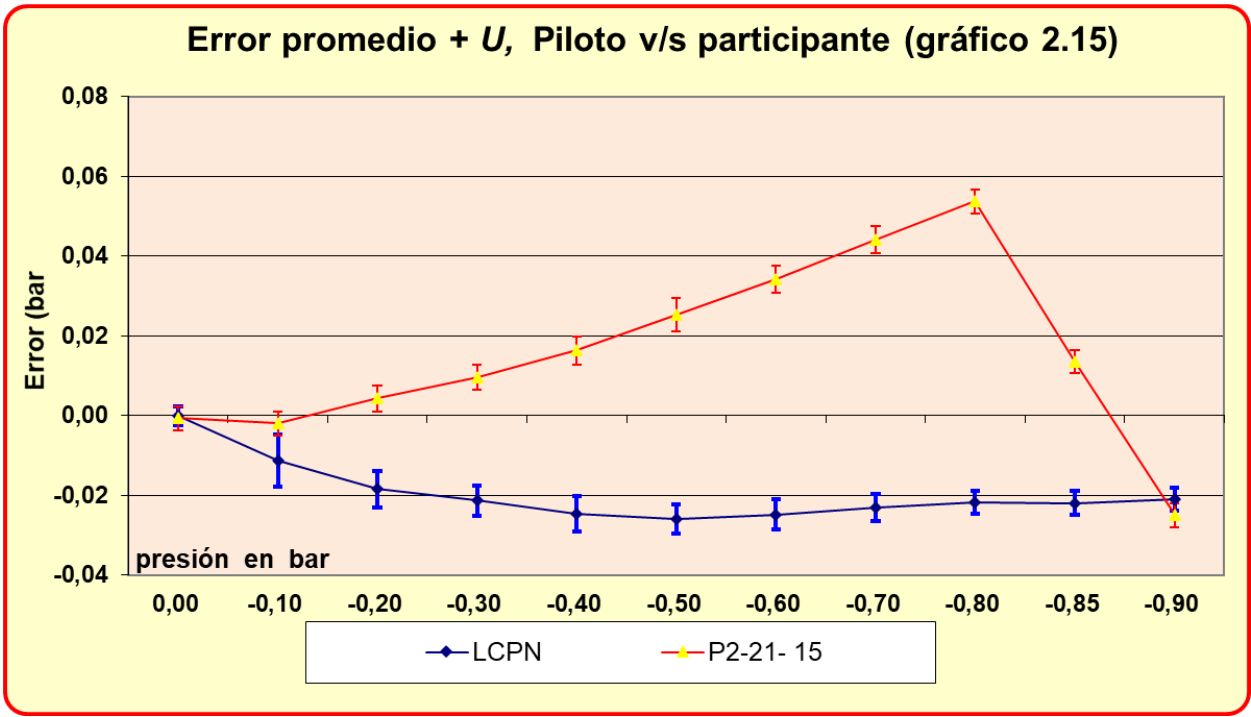












Valores de referencia

Los valores de error e incertidumbre de referencia, E_{ref} y U_{ref} , son de suma importancia en una comparación ya que son los valores con los cuales se comparan los resultados obtenidos por los laboratorios participantes. Para la adecuada definición de estos valores de referencia se consideraron las particularidades más importantes de esta comparación.

Error Normalizado (E_n)

Los resultados obtenidos por los laboratorios se analizaron, mediante el criterio de comparaciones del error normalizado E_n . El error normalizado es definido en las normas sobre comparaciones y utilizado en otras comparaciones. El error normalizado se calcula mediante la ecuación que se da a continuación, que se aplica para cada punto de medición examinado del laboratorio analizado y el respectivo valor de referencia.

$$E_n = \frac{(E_{lab} - E_{ref})}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}}$$

E_n = Error normalizado.

E_{lab} = Error de la medición que obtiene el laboratorio participante.

E_{ref} = Error de la medición de referencia (LCPN-P).

U_{lab} = Incertidumbre expandida ($k=2$) de medición laboratorio participante.

U_{ref} = Incertidumbre expandida ($k=2$) de referencia (LCPN-P).

El Error Normalizado determina el desempeño para los valores obtenidos donde:

$$\begin{aligned} |E_n| &\leq 1.0 \text{ Resultado satisfactorio} \\ |E_n| &> 1.0 \text{ Resultado NO satisfactorio} \end{aligned}$$

Evaluación de resultados participantes EA P2-21 (-1 bar)

De los resultados que obtuvo el laboratorio piloto en las diferentes calibraciones, se puede observar:

MCM. La mejor capacidad de Medición puede ser definida como:

"La incertidumbre de medición más pequeña que un laboratorio puede lograr dentro del alcance de su acreditación, cuando realiza calibraciones rutinarias de equipos de medición casi ideales"

**Concepto extraído de la comunidad de acreditación (ILAC-G4; EA-4/02; EMA-MP-CA001-02)*

MCM declarada por cada Participante.

MCM		P2-21-1	P2-21-2	P2-21-3	P2-21-4	P2-21-5	P2-21-6	P2-21-7	P2-21-8
P2-21-Piloto		1	2	3	4	5	6	7	8
Patrón	B.P.M	Test G	Test G	TX	Test G	TX	Test G	Test G	Test G
Unidad	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar
Rango min	-1	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
Rango max	0	0,0	0,0	0,0	20,0	7,0	0,0	0,0	4,0
resolución	N/A	0,0001	0,0001	0,0001	0,001	0,00001	0,0001	0,0001	0,00001
clase	0,02%	0,05%	0,1%	0,025%	0,025%	0,01%	0,05%	0,1%	0,002%
$U_{patrón}$	0,00002	0,002	0,0002	0,00055	0,007	0,00007	0,0001	0,0001	0,00005
MCM	0,00006	0,05	0,0005	0,0026	0,01	0,002	0,01	0,005	0,0003
MCM v/s $U_{patrón}$	2,8	25	2,5	5	1,4	29	100	50	5

Tabla 15A. Mejor capacidad de medición.

MCM		P2-21-9	P2-21-10	P2-21-11	P2-21-12	P2-21-13	P2-21-14	P2-21-15	P2-21-17
P2-21-Piloto		9	10	11	12	13	14	15	17
Patrón	B.P.M	Test G	TX	Test G	Test G	Test G	Test G	Test G	Test G
Unidad	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar
Rango min	-1	-0,9	-1,0	-1,0	-0,6	-1,0	-1,0	-0,9	-1,0
Rango max	0	1,0	3,5	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
resolución	N/A	0,0001	0,00001	0,0001	0,0001	0,001	0,0001	0,001	0,001
clase	0,02%	0,01%	0,02%	0,2%	0,05%	0,05%	0,025%	0,025%	0,05%
$U_{patrón}$	0,00002	0,00003	0,00019	0,00028	0,00005	0,00007	0,00005	0,00013	0,003
MCM	0,00006	0,000004	0,0015	0,004	0,00015	0,002	0,00008	0,00053	0,005
MCM v/s $U_{patrón}$	2,8	0,13	7,9	14,3	3	29	2	4	2

Tabla 15B. Mejor capacidad de medición.

- El participante **P2-21-9**, presenta **MCM** subvalorada al ser **menor que** la **U** del patrón utilizado en éste ensayo. Por lo tanto, se sugiere optimizar su mejor capacidad de medición.
- Los participantes P2-21-1, P2-21-5, P2-21-6, P2-21-7, P2-21-10, P2-21-11 y P2-21-13, presentan **MCM** sobrevalorada al ser entre 7,9 a 100 veces mayor que la $U_{patrón}$. Por lo tanto, se sugiere optimizar su mejor capacidad de medición.

Deriva: Es la variación en la medición de un equipo en un lapso de tiempo, y puede ser calculada a partir del histórico de calibraciones sucesivas del patrón.

Deriva		P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
P2-21-	Piloto	1	2	3	4	5	6	7	8
Patrón	B P M	Test G	Test G	TX	Test G	TX	Test G	Test G	Test G
Unidad	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar
Rango min	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
Rango max	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	7,0	0,0	0,0	4,0
resolución	N/A	0,0001	0,0001	0,0001	0,001	0,00001	0,0001	0,0001	0,00001
clase	0,02%	0,05%	0,1%	0,025%	0,025%	0,010%	0,05%	0,1%	0,002%
$U_{\text{patrón}}$	0,00002	0,0020	0,0002	0,00055	0,007	0,00007	0,00010	0,00010	0,00005
$U_{\text{total max}}$	0,0062	0,0074	0,0066	0,0112	0,1046	0,0165	0,0125	0,0055	0,01230
$U_{\text{Deriv info}}$	0,0000017	0,0001	0,0001	0,0013	0,0069	0,0002	0,0007	0,0011	0,0001
$u_{\text{deriv parcial}}$	0,0000008	0,00003	0,00003	0,00073	0,00001	0,00004	0,00039	0,00032	0,00003
$U_{\text{deriva}} / U_{\text{patrón}}$	0,08	0,05	0,50	2,29	1,00	2,14	6,67	11,03	2,28

Tabla 16A. Incertidumbre por deriva del patrón utilizado por cada participante.

Deriva		P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-	P2-21-
P2-21-	Piloto	9	10	11	12	13	14	15	17
Patrón	B P M	Test G	TX	Test G	Test G	Test G	Test G	Test G	Test G
Unidad	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar
Rango min	-1,0	-0,9	-1,0	-1,0	-0,6	-1,0	-1,0	-0,9	-1,0
Rango max	0,0	1,0	3,5	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
resolución	N/A	0,0001	0,00001	0,0001	0,0001	0,0010	0,0001	0,0010	0,0010
clase	0,02%	0,01%	0,02%	0,2%	0,05%	0,05%	0,025%	0,025%	0,05%
$U_{\text{patrón}}$	0,00002	0,00003	0,00019	0,00028	0,00005	0,00007	0,00005	0,00013	0,003
$U_{\text{total max}}$	0,0062	0,0069	0,0084	0,0240	0,0051	0,0000	0,0158	0,0085	0,0139
$U_{\text{Deriv info}}$	0,0000017	0,00005	0,0004	0,0001	0,00005	0,00001	-0,00015	0,00004	0,003
$u_{\text{deriv parcial}}$	0,0000008	0,00003	0,00023	0,00006	0,00005	0,0000035	0,00009	0,00002	0,00087
% $U_{\text{der}} / U_{\text{patrón}}$ utilizado	0,08	1,50	2,05	0,36	0,98	0,09	3,00	0,31	1,00

Tabla 16B. Incertidumbre por deriva del patrón utilizado por cada participante.

- Los participantes **P2-21-6** y **P2-21-7**, presentan **deriva** sobrevalorada al ser mayor entre 6,67 y 11,03 veces mayor que la $U_{\text{patrón}}$. Por lo tanto, se sugiere revisión del valor reportado.

U_{res Patrón}

El participante **P2-21-5**, informa una resolución del patrón (0,00001 bar) lo que corresponde $U_{\text{res patrón}} = 3,0E-06$, sin embargo informa 3,0E-04

Histéresis y Repetibilidad

- El participante **P2-21-4** informa un valor de lectura muy diferente respecto de los otros valores tomados en el mismo punto lo que implica sobrevaloración en histéresis y repetibilidad, lo que incrementa los resultados de incertidumbre, por lo tanto, se sugiere revisar su proceso de calibración.

Contribución de incertidumbre por diferencia de altura $u_{\Delta h}$:

Para evaluar el desempeño de los participantes respecto a la evaluación de la contribución por diferencia de altura, $u_{\Delta h}$, se calculó, a partir de la información entregada por cada laboratorio, la densidad del aire bajo condiciones ambientales, suponiendo humedad relativa del 50% y la densidad del fluido de transmisión afecta a presión y temperatura. Con esto, junto con la incertidumbre informada del instrumento empleado para medir los niveles de referencia de los elementos en calibración y la gravedad local indicada en el reporte de resultados, se determinó la contribución por diferencia de altura. Finalmente, el valor obtenido en este cálculo es comparado con los valores informados por cada laboratorio mediante una diferencia simple, si la diferencia obtenida es al menos dos órdenes de magnitud menor se considera que el valor informado está correcto.

Los cálculos aquí mencionados fueron realizados conforme con la guía "Incertidumbre por diferencia de altura" emitida por el LCPN-P como material de apoyo para estas instancias.

A continuación, se presentan algunas observaciones y correcciones a considerar por cada laboratorio para mejorar su desempeño en futuras mediciones:

- Participante P2-21-6 evalúa bien contribución por diferencia de altura, sin embargo, calcula la densidad del aire, ρ_{aire} , bajo condiciones ambientales, pero utiliza $\rho_{aire,0} = 1,2 \frac{kg}{m^3}$ al momento de la evaluación de la contribución de incertidumbre, se recomienda utilizar ρ_{aire} calculado.
- Participante P2-21-7 evalúa bien contribución por diferencia de altura, sin embargo, calcula la densidad del aire, ρ_{aire} , bajo condiciones ambientales, pero utiliza $\rho_{aire,0} = 1,2 \frac{kg}{m^3}$ al momento de la evaluación de la contribución de incertidumbre, se recomienda utilizar ρ_{aire} calculado.
Por otra parte, para la corrección de la densidad del fluido de transmisión de la presión, utiliza lectura promedio de la presión en el IBC en lugar de la presión nominal aplicada, se recomienda utilizar la presión nominal de acuerdo a lo descrito en la guía "Incertidumbre por diferencia de altura".
- Participante P2-21-9 en su evaluación de contribución por diferencia de altura falta restar la densidad del aire.
- Participante P2-21-10 se recomienda revisar incertidumbre del instrumento utilizado para medir los niveles de referencia
- Participante P2-21-11 debe corregir la densidad del fluido de transmisión por la presión a la que este está sometido para no conseguir 0 como contribución de incertidumbre.
- Participante P2-21-13 debe revisar ecuación para contribución de incertidumbre por diferencia de altura: en la parte donde corrige la densidad del fluido de transmisión hay inconsistencias en las unidades de presión, unas son ingresadas en bar y otras en hPa.
En el cálculo para la densidad del aire bajo condiciones ambientales, hay inconsistencias en la temperatura de trabajo, ya que se ingresan dos distintas (19 °C y 21,5 °C) en la ecuación, cuando debe ser un mismo valor de temperatura. Por otra parte, la presión atmosférica debe ser ingresada en la ecuación en hPa o mbar, pero utiliza la presión en bar lo que lleva a error en el resultado.
Revisar conversión de unidades final, se debe informar en bar y participante utiliza factor de conversión equivocado, entregando resultado en kPa.
- Participante P2-21-14 evalúa bien contribución por diferencia de altura, sin embargo, utiliza $\rho_{aire,0} = 1,2 \frac{kg}{m^3}$ al momento de la evaluación de la contribución de incertidumbre, se recomienda utilizar ρ_{aire} calculado bajo condiciones ambientales.

- Participante P2-21-15 en la corrección de la densidad del fluido de transmisión de la presión, utiliza lectura promedio de la presión en el IBC en lugar de la presión nominal aplicada, se recomienda utilizar la presión nominal de acuerdo a lo descrito en la guía "Incertidumbre por diferencia de altura". En la ecuación para el cálculo de la densidad del aire bajo condiciones ambientales, utiliza presión atmosférica en Pa y debe ser en hPa o mbar.
 Para el cálculo de $u_{\Delta h}$, utiliza la incertidumbre expandida ($k=2$) del elemento para medir la altura de los instrumentos y deber utilizar la incertidumbre estándar, es decir con $k=1$.

Error Normalizado (E_n)

Las tablas 18A y 18B indican los errores normalizados (E_n), de los laboratorios participantes.

Tabla de error normalizado (E_n)								
bar	P2-21-1	P2-21-2	P2-21-3	P2-21-4	P2-21-5	P2-21-6	P2-21-7	P2-21-8
0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
-0,10	0,15	0,04	0,36	0,07	0,16	0,12	3,21	0,04
-0,20	0,45	0,60	0,52	1,42	0,34	0,30	6,54	0,29
-0,30	0,22	0,07	0,05	1,82	0,24	0,07	9,42	0,16
-0,40	0,17	0,11	0,28	2,13	0,20	0,11	9,89	0,15
-0,50	0,25	0,31	0,21	2,30	0,21	0,12	11,41	0,11
-0,60	0,02	0,25	0,15	2,18	0,08	0,03	11,71	0,00
-0,70	0,16	0,39	0,51	1,88	0,11	0,36	10,62	0,37
-0,80	0,65	0,73	0,61	1,78	0,29	0,62	11,78	0,61
-0,85	0,21	0,56	0,48		0,15	0,46		0,53
-0,90	0,08	0,35	0,55		0,14	0,48		0,46

Tabla 18A. Datos del error normalizado de los laboratorios participantes, se destacan en color naranja los participantes con resultados mayores que 1.

Tabla de error normalizado (E_n)								
bar	P2-21-9	P2-21-10	P2-21-11	P2-21-12	P2-21-13	P2-21-14	P2-21-15	P2-21-17
0,00	0,00	0,01	0,21	0,00	0,98	0,04	0,19	0,00
-0,10	0,18	0,09	0,17	0,27	0,33	2,17	1,29	0,18
-0,20	0,26	0,00	0,35	0,95	0,46	1,45	4,00	0,26
-0,30	0,27	0,17	0,24	0,47	0,27	1,70	6,50	0,27
-0,40	0,48	0,07	0,18	0,40	0,36	0,84	7,58	0,48
-0,50	0,63	0,11	0,09	0,26	0,31	2,03	9,04	0,63
-0,60	0,57	0,34	0,04	0,04	0,78	1,28	12,27	0,57
-0,70	0,21	0,01	0,11		1,21	1,55	13,40	0,21
-0,80	0,18	0,05	0,24		1,12	0,77	17,63	0,18
-0,85	0,50	0,00	0,13			0,81	8,34	0,50
-0,90	0,26	0,11	0,15			0,64	0,97	0,26

Tabla 18B. Datos del error normalizado de los laboratorios participantes, se destacan en color naranja los participantes con resultados mayores que 1.

Gráficos de Error Normalizado

Los gráficos 3A y 3B muestran las curvas de error normalizado obtenidas por cada laboratorio participante correspondientes a los datos presentados en las Tablas 18A y 18B.

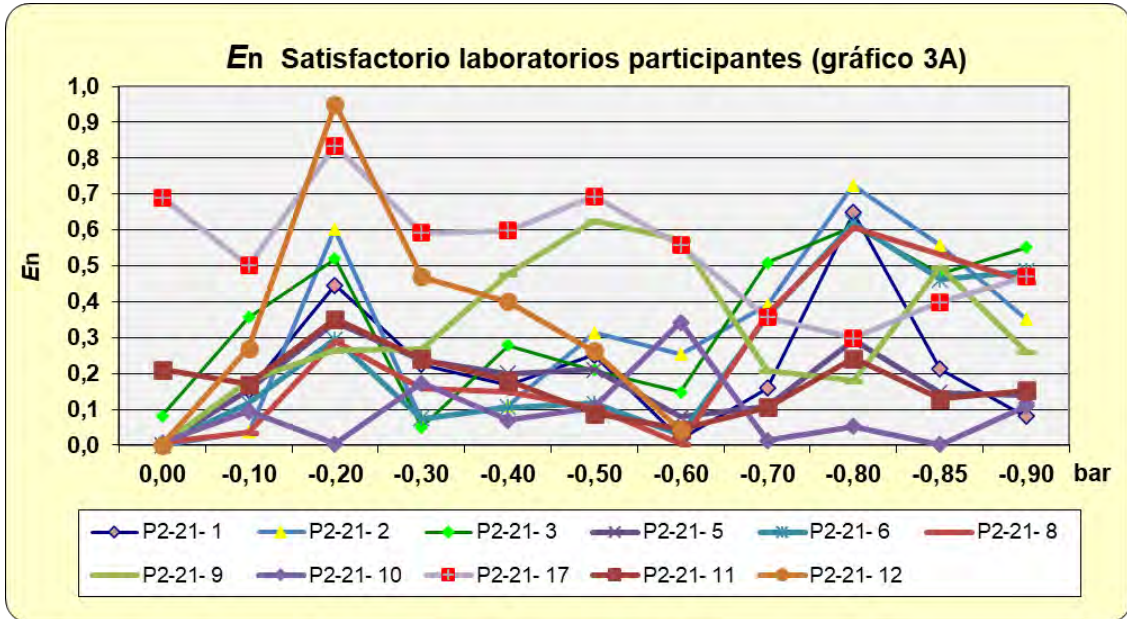


Gráfico 3A. $|E_n| \leq 1.0$ Resultado satisfactorio

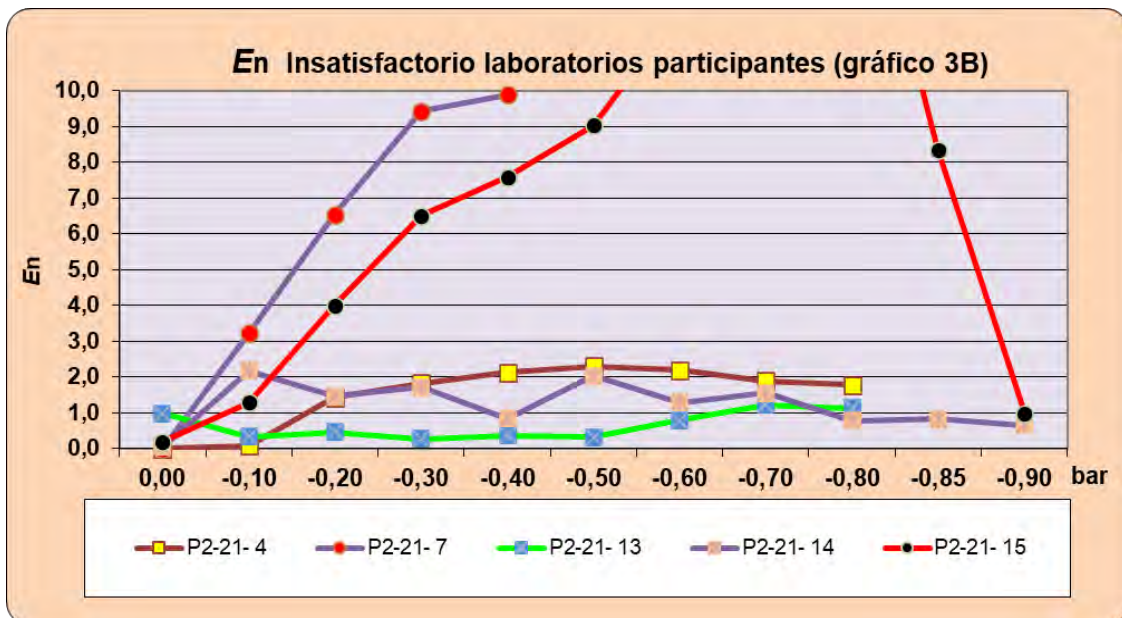


Gráfico 3B. $|E_n| > 1.0$ Resultado NO satisfactorio

CONCLUSIONES EA P2-21 (-1 bar)

En el **EA P2-21 (-1 bar)**, **16** participantes integrantes de la RNM de Chile ejecutaron mediciones, todos pudieron ser analizados en este informe de acuerdo al criterio de cálculo de Error normalizado E_n , de lo cual se obtiene:

Tabla de observaciones a los cálculos realizados por cada laboratorio

#	LABORATORIO PARTICIPANTE	Promedio	Error	u_{res} ensayo	$u_{Histéresis}$	$u_{Repetibil}$	u_{desv} cero	$u_{estabilidad}$ k=1	$u_{Patrón}$	$u_{res-patrón}$	$u_{Deriva Patrón}$	$u_{\Delta h}$	U_{total}
1	P2-21-1	ok	*	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
2	P2-21-2	ok	ok	ok	*	ok	*	*	ok	ok	*	*	ok
3	P2-21-3	*	*	ok	ok	ok	ok	*	ok	ok	ok	ok	ok
4	P2-21-4	ok	ok	*	ok	ok	ok	*	*	ok	ok	*	ok
5	P2-21-5	ok	ok	*	ok	ok	ok	*	ok	*	*	ok	ok
6	P2-21-6	ok	*	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
7	P2-21-7	ok	*	ok	ok	ok	ok	*	ok	ok	ok	ok	ok
8	P2-21-8	ok	ok	ok	ok	ok	ok	*	ok	ok	ok	ok	*
9	P2-21-9	*	*	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	*	*	ok
10	P2-21-10	ok	ok	ok	ok	ok	ok	*	ok	ok	*	*	ok
11	P2-21-11	ok	ok	*	*	ok	*	*	ok	ok	*	*	ok
12	P2-21-12	*	*	ok	ok	ok	ok	*	ok	ok	*	*	*
13	P2-21-13	*	*	*	*	*	ok	*	ok	ok	ok	*	*
14	P2-21-14	ok	*	ok	ok	ok	ok	*	ok	ok	*	ok	ok
15	P2-21-15	*	*	*	ok	ok	*	*	ok	ok	*	*	ok
16	P2-21-17	ok	*	*	ok	ok	ok	*	ok	ok	ok	*	ok

Tabla 19 Tabla de observaciones a los cálculos realizados por cada laboratorio.

Nota: Esta tabla se realizó sólo en función de los cálculos matemáticos, para revisión y verificación según corresponda a cada participante, se verificaron los cálculos de acuerdo a la guía DKD-R 6-1 (v.3 2014).

* La diferencia encontrada en los cálculos indicados puede ser por redondeo de cifras, diferencia en la fórmula aplicada para cada cálculo y/o los datos aportados, por tanto, se sugiere a los participantes revisar cada componente de incertidumbre de acuerdo a lo indicado en este informe.

- Resultado **SATISFACTORIO** un 69% equivalente a 11 participantes.

LABORATORIO PARTICIPANTE	<i>Error Normalizado En "Satisfactorio en todos los puntos"</i>
P2-21-1	$ E_n \leq 1.0$ su resultado es: Satisfactorio.
P2-21-2	$ E_n \leq 1.0$ su resultado es: Satisfactorio.
P2-21-3	$ E_n \leq 1.0$ su resultado es: Satisfactorio.
P2-21-5	$ E_n \leq 1.0$ su resultado es: Satisfactorio.
P2-21-6	$ E_n \leq 1.0$ su resultado es: Satisfactorio.
P2-21-8	$ E_n \leq 1.0$ su resultado es: Satisfactorio.
P2-21-9	$ E_n \leq 1.0$ su resultado es: Satisfactorio.
P2-21-10	$ E_n \leq 1.0$ su resultado es: Satisfactorio.
P2-21-11	$ E_n \leq 1.0$ su resultado es: Satisfactorio.
P2-21-12	$ E_n \leq 1.0$ su resultado es: Satisfactorio.
P2-21-17	$ E_n \leq 1.0$ su resultado es: Satisfactorio.

- El participante **P2-21-11** no calcula $u_{\Delta h}$, a su vez informa incertidumbre por estabilidad aumentada o sobrevalorada, pero a su vez sus mediciones son correctas y concordantes con las mediciones del piloto, por tanto, sus datos son analizados bajo el criterio de E_n .

- Resultado **INSATISFACTORIO** un 31% equivalente a 5 participantes.

LABORATORIO PARTICIPANTE	<i>Error Normalizado En "Insatisfactorio al menos en 2 puntos"</i>
P2-21-4	$ E_n > 1.0$ su resultado es: Insatisfactorio.
P2-21-7	$ E_n > 1.0$ su resultado es: Insatisfactorio.
P2-21-13	$ E_n > 1.0$ su resultado es: Insatisfactorio.
P2-21-14	$ E_n > 1.0$ su resultado es: Insatisfactorio.
P2-21-15	$ E_n > 1.0$ su resultado es: Insatisfactorio.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la disposición de participación en esta comparación a los 16 laboratorios analizados en éste ensayo de aptitud **P2-21 (-1 bar)** y el apoyo constante de la División de Metrología del INN.

REFERENCIAS

- (1) Guide to the Expression of uncertainty in measurement JCGM 100:2008 BIPM
- (2) The International System of Units. Bureau International des poids et mesures 8^o edition, 2006.
- (3) Guía de Servicio Alemán de Calibración DKD-R 6-1 (v.3 / 2014). Calibración de medidores de presión. PTB- Braunschweig 2014.

La guía DKD-R 6-1 (versión 3/2014) es un documento técnico para la magnitud presión, elaborado por el comité técnico DKD Deutscher Kalibrierdienst (Servicio Alemán de Calibración) y está bajo la dirección del PTB Physikalisch-Technische Bundesanstalt, (Instituto Nacional de Metrología de la República Federal de Alemania), éste documento técnico permite analizar las diferentes fuentes de incertidumbre asociadas a la calibración de equipos de presión y facilita el desarrollo de los ensayos de aptitud.

- (4) Lineamientos generales y procedimiento del ensayo de Aptitud LCPN-P ENAER 2016.
- (5) GUIDE ISO/IEC 17043 Proficiency testing by interlaboratory comparisons.
- (6) Norma ISO 17025 Requisitos Generales para la competencia de Laboratorios de Calibración y Ensayo.