



**RED NACIONAL DE METROLOGÍA
UNIDAD DE COORDINACIÓN Y SUPERVISIÓN
LABORATORIO CUSTODIO DE PATRONES
NACIONALES
MAGNITUD PRESIÓN
INFORME A
COMPARACIÓN NACIONAL
P-18**

CALIBRACIONES DE MANÓMETRO DIGITAL DE PRESIÓN

Rango de medición: 0 a -90 kPa

Medio de transmisión aire

octubre 2018 - mayo 2019

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 2082, 56 (2) 2383 1966,
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 Pertenece a La Red Nacional de Metrología realiza el **Ensayo** de Aptitud 2018. 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-18. La comparación se llevó a cabo desde octubre de 2018 a mayo 2019. Para la comparación se utilizó como patrón de comparación un manómetro digital, el alcance de medición es de -100 kPa, clase de exactitud del $\pm 0,05$ % del alcance de medición y una resolución de 0,01 kPa. 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 2018 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 ésta 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

Laboratorios participantes

Al ensayo de aptitud 2018 lograron incorporarse 22 laboratorios participantes en la magnitud Presión.

Nº	LD-P / Participantes		Recepción	Envío
TALLER DE INICIO			16 de octubre de 2018	
LD-P Calibración Inicial		Medición	09-10-2018	16-10-2018
1	USACH -CIDE	Presión y Vacío	17-10-2018	23-10-2018
2	CALMANREP SpA.	Presión y Vacío	23-10-2018	30-10-2018
3	CESMEC S.A.	Presión y Vacío	30-10-2018	08-11-2018
4	DICTUC S.A.		Sin medición	Sin medición
5	VETO	Presión y Vacío	13-11-2018	20-11-2018
LD-P Calibración Intermedia (nov-dic 2018)				
6	Metrological SpA	Presión y Vacío	13-12-2018	19-12-2018
7	WSS	Presión y Vacío	19-12-2018	02-01-2019
LD-P Calibración Intermedia (dic 2018)				
8	LEM ANTOFAGASTA	Presión y Vacío	22-01-2019	29-01-2019
9	ASMAR-Valparaíso	Presión y Vacío	30-01-2019	06-02-2019
10	ASMAR - Talcahuano	Presión y Vacío	07-02-2019	14-02-2019
11	CISA	Presión y Vacío	15-02-2019	21-02-2019
12	CRYOLAB	Presión y Vacío	22-02-2019	26-02-2019
LD-P Calibración Intermedia (marzo 2019)				
13	SERVINCAL	Presión y Vacío	07-03-2019	13-03-2019
14	SILAB		Sin medición	Sin medición
15	SMI Ltda.	Presión y Vacío	15-03-2019	21-03-2019
16	INTEC INSTRUMENTACIÓN SpA	Presión y Vacío	21-03-2019	27-03-2019
17	DTS	Presión y Vacío	27-03-2019	03-04-2019
LD-P Calibración Intermedia (abril 2019)				
18	Exactimet SpA	Presión y Vacío	10-04-2019	15-04-2019
19	IDIC	Presión y Vacío	15-04-2019	22-04-2019
20	INDUTECNICA CHACON	Presión y Vacío	22-04-2019	26-04-2019
21	INGEMED	Presión y Vacío	26-04-2019	03-05-2019
22	Lab Metrología ENAER		Sin medición	Sin medición
LD-P Calibración Final (mayo 2019)				

Patrón de comparación

Como patrón Viajero de comparación se utilizó un manómetro digital de presión relativa negativa rango de 0 kPa a -100 kPa (presión neumática).

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

Tipo de Instrumento :	Reference Pressure Gauge
Modelo:	2700G-BG700K
No. de serie:	3630204
Alcance de Medición:	0 kPa a -100 kPa.
Unidad de medición:	kPa.
Resolución:	0,01 MPa
Clase de exactitud:	±0,05 % (del alcance total)
Medio de transmisión	Aire
Fabricante:	FLUKE.

Tabla 1. Patrón Viajero de comparación.

Las características del estándar Primario utilizado del LCPN- P para calibrar el patrón viajero en éste ensayo de aptitud EA P-18 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

Programa de la comparación

La comparación se realizó en 5 etapas (15 mediciones);

- (1) Medición inicial piloto (3 veces),
- (2) Medición de 5 participantes (primer segmento de ensayo P-18),
- (3) Segunda medición piloto (3 veces),
- (4) Medición de 2 participantes (segundo segmento de ensayo P-18),
- (5) Tercera medición piloto (3 veces),
- (6) Medición de 5 participantes (tercer segmento de ensayo P-18),
- (7) Cuarta medición piloto (3 veces),
- (6) Medición de 5 participantes (cuarto segmento de ensayo P-18),
- (8) Quinta medición piloto (3 veces),

LCPN-P y el INN establecen la documentación base y actividades a realizar.

- a) Preparación. ENAER realizó tres 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 5 laboratorios participantes del primer segmento del ensayo de aptitud P-18 realizaron las mediciones correspondientes de acuerdo a las fechas programadas.
- c) El instrumento vuelve al LCPN-P, el piloto ejecuta las mediciones 4, 5 y 6 al patrón viajero empleado para el ejercicio de acuerdo al procedimiento establecido en la comparación. (ver figura 1)
- d) Los 2 laboratorios participantes realizan las mediciones del segundo segmento del ensayo de aptitud P-18 en las fechas programadas.
- e) El instrumento vuelve al LCPN-P, el piloto ejecuta las mediciones 7, 8 y 9 al patrón viajero empleado para el ejercicio, de acuerdo al procedimiento establecido en la comparación. (ver figura 1).
- f) Los 5 laboratorios participantes realizan las mediciones del tercer segmento del ensayo de aptitud P-18 en las fechas programadas.
- g) El instrumento vuelve al LCPN-P, el piloto ejecuta las mediciones 10, 11 y 12 al patrón viajero empleado para el ejercicio, de acuerdo al procedimiento establecido en la comparación. (ver figura 1).

- h) Los 5 laboratorios participantes realizan las mediciones del cuarto segmento del ensayo de aptitud P-18 en las fechas programadas.
- i) El instrumento vuelve al LCPN-P, el piloto ejecuta las mediciones 13, 14 y 15 al patrón viajero empleado para el ejercicio, de acuerdo al procedimiento establecido en la comparación. (ver figura 1).
- j) El INN recopila los resultados de los laboratorios participantes asignándole un código a cada uno de ellos y los hace llegar al LCPN-P de ENAER el 16 de mayo de 2019.
- k) El 20 de junio de 2019 el LCPN-P de ENAER emite un informe "B" 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.
- l) Se rectifican datos a sugerencia del LCPN-P, los laboratorios hacen sus correcciones y se remite la información al INN, el cual hace llegar la documentación a ENAER el 27 de junio de 2019.

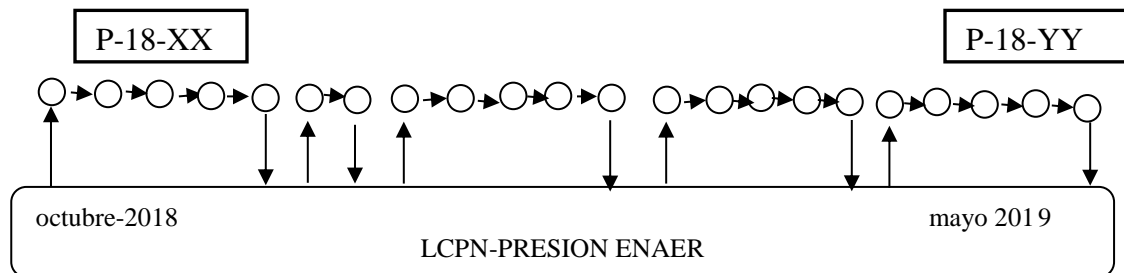


Figura 1. Esquema Ensayo de Aptitud.

RESULTADOS

Comportamiento del patrón de comparación

El laboratorio de ENAER realizó un estudio del comportamiento del patrón de comparación calibrándolo en 15 ocasiones. Los datos obtenidos se presentan gráficamente en un valor promedio.

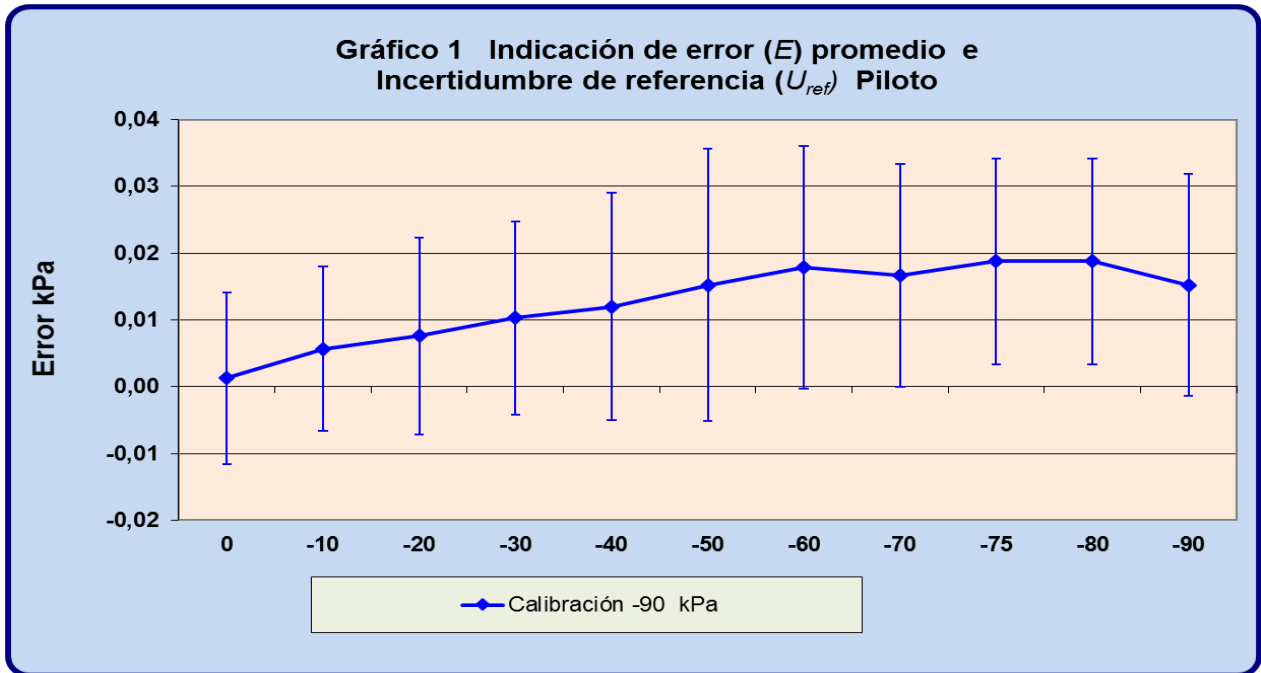


Gráfico 1. Error promedio., E , e incertidumbre expandida, U ($k=2$, 95%). Laboratorio LCPN-P.

Datos de las mediciones

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, para el error y la incertidumbre combinada, son el promedio de las lecturas realizadas de las tres diferentes fechas de toma de lectura en el laboratorio de LCPN-P.

$$\bar{E}_{Enaer} = (E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6 + E_7 + E_8 + E_9 + E_{10} + E_{11} + E_{12} + E_{13} + E_{14} + E_{15}) / 15$$

$$U_{Enaer} = (U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + U_5 + U_6 + U_7 + U_8 + U_9 + U_{10} + U_{11} + U_{12} + U_{13} + U_{14} + U_{15}) / 15$$

Error promedio de cada participante															
Presión kPa	Error LCPN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		P-18-101	P-18-102	P-18-103	P-18-104	P-18-107	P-18-108	P-18-111	P-18-119	P-18-120	P-18-121	P-18-122	P-18-124	P-18-115	P-18-106
0	0,0009	-0,0064	0,0100	0,0000	-0,0070	-0,0223	0,0000	0,0000	0,0000	0,0100	0,0025	0,0025	0,0000	0,0000	0,0000
-10	0,0054	0,0264	0,0500	0,0100	0,0940	0,0280	0,0000	-0,1333	0,0100	0,0085	0,0000	-0,0225	-0,0050	0,0054	0,0300
-20	0,0060	0,0073	0,0500	0,0000	0,0365	0,1054	-0,0100	-0,0900	0,0085	0,0045	0,0025	-0,0325	0,0000	0,0073	0,0300
-30	0,0091	-0,0254	0,0500	0,0100	-0,0300	0,0874	-0,0100	-0,0633	0,0030	0,0025	0,0125	-0,0325	0,0050	0,0058	0,0300
-40	0,0107	-0,0473	0,0300	0,0100	0,3330	0,0715	0,0000	-0,1020	0,0035	0,0000	0,0125	-0,0375	0,0050	0,0096	0,0500
-50	0,0141	-0,0419	0,0100	0,0200	0,4565	0,0852	0,0000	-0,1247	0,0095	-0,0025	0,0200	-0,0300	-0,0050	0,0106	0,0300
-60	0,0153	-0,0157	-0,0100	0,0200	0,0110	0,1035	0,0100	-0,1114	0,0065	-0,0050	0,0300	-0,0400	0,0050	0,0114	0,0300
-70	0,0150	0,0265	-0,0300	0,0400	0,0985	0,0614	0,0000	-0,0675	-0,0035	-0,0050		-0,0325	-0,0075	0,0099	0,0300
-75	0,0181	0,0459	-0,0400	0,0300	-0,0085	0,1290	0,0000	-0,0117	-0,0135	-0,0050		-0,0275	0,0025	0,0083	0,0500
-80	0,0183	0,0438	-0,0300	0,0300	0,0060	0,1314	-0,0100	0,0397	-0,0160	-0,0100		-0,0350	0,0075	0,0099	0,0500
-90	0,0158	0,0269		0,0400	-0,0155	0,1285		0,1013	-0,0180	-0,0100			0,0025	0,0086	0,0500

Tabla 3. Error promedio, E, obtenido en cada punto.

U total de cada Laboratorio Participante															
Presión kPa	U LCPN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		P-18-101	P-18-102	P-18-103	P-18-104	P-18-107	P-18-108	P-18-111	P-18-119	P-18-120	P-18-121	P-18-122	P-18-124	P-18-115	P-18-106
0	0,0119	0,1562	0,5560	0,1100	0,0733	0,0656	0,1520	0,2310	0,0150	0,0768	0,0209	0,0123	0,0212	0,0069	1,5000
-10	0,0112	0,1569	0,5580	0,1100	1,6117	0,0603	0,1520	0,2315	0,0171	0,0771	0,0198	0,0109	0,0227	0,0079	1,5000
-20	0,0119	0,1571	0,5570	0,1100	1,8654	0,0902	0,1520	0,2330	0,0156	0,0771	0,0208	0,0129	0,0308	0,0078	1,5000
-30	0,0118	0,1566	0,5560	0,1100	1,1112	0,0688	0,1520	0,2320	0,0171	0,0771	0,0212	0,0129	0,0314	0,0079	1,5000
-40	0,0130	0,1563	0,5560	0,1100	0,7443	0,0674	0,1520	0,2323	0,0194	0,0768	0,0242	0,0183	0,0319	0,0091	1,5000
-50	0,0127	0,1565	0,5560	0,1100	0,6910	0,0777	0,1520	0,2319	0,0194	0,0771	0,0211	0,0144	0,0319	0,0089	1,5000
-60	0,0116	0,1562	0,5570	0,1100	0,8843	0,0760	0,1540	0,2322	0,0194	0,0770	0,0202	0,0127	0,0319	0,0080	1,5000
-70	0,0144	0,1566	0,5560	0,1100	1,2272	0,0829	0,1530	0,2328	0,0194	0,0770		0,0109	0,0320	0,0077	1,5000
-75	0,0132	0,1562	0,5580	0,1100	1,7523	0,0764	0,1520	0,2337	0,0171	0,0772		0,0169	0,0320	0,0079	1,5000
-80	0,0132	0,1565	0,5570	0,1100	0,3446	0,0779	0,1520	0,2352	0,0161	0,0768		0,0127	0,0320	0,0072	1,5000
-90	0,0161	0,1564		0,1100	0,9660	0,0835		0,2335	0,0161	0,0768			0,0320	0,0079	1,5000

Tabla 4. Incertidumbre promedio U, obtenida en cada punto

U Res-ensayo Laboratorios Participantes															
Presión kPa	U _{res} LCPN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		P-18-101	P-18-102	P-18-103	P-18-104	P-18-107	P-18-108	P-18-111	P-18-119	P-18-120	P-18-121	P-18-122	P-18-124	P-18-115	P-18-106
0	0,00289	0,00289	0,05373	0,00290	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00030	0,00289	0,0029
-10	0,00289	0,00289	0,05373	0,00290	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00030	0,00289	0,0029
-20	0,00289	0,00289	0,05373	0,00290	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00030	0,00289	0,0029
-30	0,00289	0,00289	0,05373	0,00290	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00030	0,00289	0,0029
-40	0,00289	0,00289	0,05373	0,00290	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00030	0,00289	0,0029
-50	0,00289	0,00289	0,05373	0,00290	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00030	0,00289	0,0029
-60	0,00289	0,00289	0,05373	0,00290	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00030	0,00289	0,0029
-70	0,00289	0,00289	0,05373	0,00290	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289		0,00289	0,00030	0,00289	0,0029
-75	0,00289	0,00289	0,05373	0,00290	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289		0,00289	0,00030	0,00289	0,0029
-80	0,00289	0,00289	0,05373	0,00290	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289		0,00289	0,00030	0,00289	0,0029
-90	0,00289	0,00289		0,00290	0,00289	0,00289		0,00289	0,00289	0,00289			0,00030	0,00289	0,0029

Tabla 5. Incertidumbre por resolución del equipo en ensayo, se destacan en color naranja los participantes con error de cálculo.

U Histéresis Laboratorios Participantes															
histéresis		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Presión kPa	U_{his}	P-18-101	P-18-102	P-18-103	P-18-104	P-18-107	P-18-108	P-18-111	P-18-119	P-18-120	P-18-121	P-18-122	P-18-124	P-18-115	P-18-106
	LCPN														
0	0,00062	0,0007	0,0760	0,0000	0,0346	0,0130	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0029	0,0000	0,0000	0,0000
-10	0,00010	0,0072	0,0931	0,0029	0,7736	0,0000	0,0000	0,0043	0,0000	0,0014	0,0000	0,0000	0,0029	0,0016	0,0144
-20	0,00038	0,0058	0,0760	0,0000	0,9064	0,0173	0,0029	0,0101	0,0014	0,0014	0,0010	0,0000	0,0000	0,0012	0,0144
-30	0,00058	0,0043	0,0537	0,0000	0,5427	0,0144	0,0029	0,0101	0,0029	0,0014	0,0019	0,0000	0,0000	0,0012	0,0144
-40	0,00002	0,0014	0,0380	0,0029	0,3580	0,0101	0,0058	0,0043	0,0043	0,0000	0,0029	0,0029	0,0000	0,0013	0,0000
-50	0,00029	0,0022	0,0537	0,0029	0,3175	0,0231	0,0000	0,0087	0,0043	0,0014	0,0010	0,0014	0,0000	0,0017	0,0144
-60	0,00048	0,0007	0,0658	0,0029	0,4041	0,0217	0,0115	0,0115	0,0043	0,0000	0,0000	0,0014	0,0000	0,0016	0,0144
-70	0,00042	0,0029	0,0380	0,0000	0,5023	0,0202	0,0087	0,0130	0,0043	0,0000		0,0000	0,0014	0,0006	0,0144
-75	0,00031	0,0007	0,0658	0,0000	0,8718	0,0188	0,0058	0,0173	0,0029	0,0029		0,0058	0,0014	0,0007	0,0289
-80	0,00031	0,0022	0,0537	0,0000	0,1501	0,0144	0,0029	0,0188	0,0000	0,0000		0,0014	0,0014	0,0007	0,0289
-90	0,00000	0,0029		0,0000	0,4330	0,0130		0,0159	0,0000	0,0000			0,0014	0,0000	0,0289

Tabla 6. Incertidumbre por histéresis del equipo en ensayo, se destacan en color naranja los participantes con resultados sobrevalorados.

U Repetibilidad Laboratorios Participantes															
repetibil		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Presión kPa	U_{rep}	P-18-101	P-18-102	P-18-103	P-18-104	P-18-107	P-18-108	P-18-111	P-18-119	P-18-120	P-18-121	P-18-122	P-18-124	P-18-115	P-18-106
	LCPN														
0	0,00000	0,00144	0,07598	0,00000	0,00000	0,00289	0,01155	0,00000	0,00000	0,00000	0,00289	0,00E+00	0,00000	0,00000	0,00000
-10	0,00000	0,00144	0,14215	0,00290	0,22517	0,00289	0,01155	0,00577	0,00289	0,00289	0,00000	0,00E+00	0,00030	0,00115	0,02887
-20	0,00000	0,00577	0,10746	0,00000	0,21938	0,02887	0,01155	0,01155	0,00144	0,00289	0,00289	0,00E+00	0,00030	0,00144	0,02887
-30	0,00000	0,00289	0,09306	0,00290	0,11837	0,00866	0,01155	0,00289	0,00289	0,00289	0,00289	0,00E+00	0,00030	0,00144	0,02887
-40	0,00000	0,00144	0,09306	0,00290	0,10105	0,01155	0,01155	0,01155	0,00433	0,00000	0,00577	5,77E-03	0,00030	0,00260	0,02887
-50	0,00000	0,00433	0,07598	0,00290	0,13566	0,00866	0,01155	0,00577	0,00433	0,00289	0,00289	2,89E-03	0,00000	0,00202	0,02887
-60	0,00000	0,00144	0,12014	0,00290	0,17898	0,00866	0,01155	0,00289	0,00433	0,00289	0,00000	2,89E-03	0,00030	0,00087	0,02887
-70	0,00000	0,00433	0,07598	0,00000	0,35218	0,02021	0,01155	0,00577	0,00433	0,00289		0,00E+00	0,00000	0,00144	0,02887
-75	0,00000	0,00144	0,15197	0,00290	0,08659	0,01443	0,01155	0,00289	0,00289	0,00289		2,89E-03	0,00000	0,00173	0,00000
-80	0,00000	0,00433	0,10746	0,00290	0,08373	0,02021	0,01155	0,01155	0,00289	0,00000		2,89E-03	0,00030	0,00058	0,00000
-90	0,00000	0,00289		0,00000	0,21362	0,02598		0,00577	0,00289	0,00000			0,00030	0,00202	0,00000

Tabla 7. Incertidumbre por repetibilidad del equipo en ensayo, se destacan en color naranja los participantes con resultados sobrevalorados.

U Desv cero Laboratorios Participantes															
desv 0		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Presión kPa	$U_{desv 0}$	P-18-101	P-18-102	P-18-103	P-18-104	P-18-107	P-18-108	P-18-111	P-18-119	P-18-120	P-18-121	P-18-122	P-18-124	P-18-115	P-18-106
	LCPN														
0	0,00062	0,00144	0,09306	0,00000	0,01154	0,02887	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00289	0,00289	0,00000	0,00000	0,00000
-10	0,00062	0,00144	0,09306	0,00000	0,01154	0,02887	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00289	0,00289	0,00030	0,00000	0,00000
-20	0,00062	0,00144	0,09306	0,00000	0,01154	0,02887	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00289	0,00289	0,00030	0,00000	0,00000
-30	0,00062	0,00144	0,09306	0,00000	0,01154	0,02887	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00289	0,00289	0,00030	0,00000	0,00000
-40	0,00062	0,00144	0,09306	0,00000	0,01154	0,02887	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00289	0,00289	0,00000	0,00000	0,00000
-50	0,00062	0,00144	0,09306	0,00000	0,01154	0,02887	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00289	0,00289	0,00030	0,00000	0,00000
-60	0,00062	0,00144	0,09306	0,00000	0,01154	0,02887	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00289	0,00289	0,00000	0,00000	0,00000
-70	0,00062	0,00144	0,09306	0,00000	0,01154	0,02887	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,00289	0,00030	0,00000	0,00000
-75	0,00062	0,00144	0,09306	0,00000	0,01154	0,02887	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,00289	0,00000	0,00000	0,00000
-80	0,00062	0,00144	0,09306	0,00000	0,01154	0,02887	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,00289	0,00030	0,00000	0,00000
-90	0,00062	0,00144		0,00000	0,01154	0,02887		0,00000	0,00000	0,00000			0,00030	0,00000	0,00000

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

u Patrón = 1															
u patrón		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Presión	u	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-
kPa	LCPN	101	102	103	104	107	108	111	119	120	121	122	124	115	106
0	-0,00050	0,0550	0,5657	0,0087	0,0015	0,0050	0,0750	0,1000	0,0060	0,0250	0,0029	0,0030	0,0015	0,0002	0,7500
-10	-0,00050	0,0550	0,5657	0,0087	0,0020	0,0050	0,0750	0,1000	0,0065	0,0250	0,0029	0,0030	0,0015	0,0001	0,7500
-20	-0,00050	0,0550	0,5657	0,0087	0,0020	0,0050	0,0750	0,1000	0,0060	0,0250	0,0028	0,0030	0,0015	0,0004	0,7500
-30	-0,00050	0,0550	0,5657	0,0087	0,0020	0,0050	0,0750	0,1000	0,0060	0,0250	0,0028	0,0030	0,0015	0,0006	0,7500
-40	-0,00050	0,0550	0,5657	0,0087	0,0020	0,0050	0,0750	0,1000	0,0060	0,0250	0,0029	0,0030	0,0015	0,0009	0,7500
-50	-0,00050	0,0550	0,5657	0,0087	0,0025	0,0050	0,0750	0,1000	0,0060	0,0250	0,0032	0,0030	0,0015	0,0010	0,7500
-60	-0,00060	0,0550	0,5657	0,0087	0,0025	0,0050	0,0750	0,1000	0,0060	0,0250	0,0034	0,0030	0,0015	0,0010	0,7500
-70	-0,00070	0,0550	0,5657	0,0087	0,0025	0,0050	0,0750	0,1000	0,0060	0,0250		0,0030	0,0015	0,0009	0,7500
-75	-0,00075	0,0550	0,5657	0,0087	0,0025	0,0050	0,0750	0,1000	0,0060	0,0250		0,0030	0,0015	0,0007	0,7500
-80	-0,00080	0,0550	0,5657	0,0087	0,0025	0,0050	0,0750	0,1000	0,0060	0,0250		0,0030	0,0015	0,0005	0,7500
-90	-0,00090	0,0550		0,0087	0,0025	0,0050		0,1000	0,0060	0,0250			0,0015	0,0000	0,7500

Tabla 9. Incertidumbre del patrón utilizado de cada laboratorio participante, destacado en color naranja los participantes con inconsistencia entre los valores declarados y los calculados.

u deriva patrón Laboratorios Participantes															
DERIVA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Presión	u deriva	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-
kPa	LCPN	101	102	103	104	107	108	111	119	120	121	122	124	115	106
0	0,00001	0,0550	0,5159	0,0514	0,0009	0,0058	0,0029	0,0577	0,0035	0,0289	0,0064	2,00E-03	0,0021	0,0017	0,3000
-10	0,00001	0,0550	0,5159	0,0514	0,0067	0,0058	0,0029	0,0577	0,0038	0,0289	0,0064	2,00E-03	0,0021	0,0017	0,3000
-20	0,00001	0,0550	0,5159	0,0514	0,0067	0,0058	0,0029	0,0577	0,0035	0,0289	0,0064	4,00E-03	0,0021	0,0017	0,3000
-30	0,00001	0,0550	0,5159	0,0514	0,0067	0,0058	0,0029	0,0577	0,0035	0,0289	0,0064	4,00E-03	0,0021	0,0017	0,3000
-40	0,00001	0,0550	0,5159	0,0514	0,0067	0,0058	0,0029	0,0577	0,0035	0,0289	0,0064	4,00E-03	0,0021	0,0017	0,3000
-50	0,00001	0,0550	0,5159	0,0514	0,0067	0,0058	0,0029	0,0577	0,0035	0,0289	0,0064	4,00E-03	0,0021	0,0017	0,3000
-60	0,00001	0,0550	0,5159	0,0514	0,0067	0,0058	0,0029	0,0577	0,0035	0,0289	0,0064	2,00E-03	0,0021	0,0017	0,3000
-70	0,00001	0,0550	0,5159	0,0514	0,0067	0,0058	0,0029	0,0577	0,0035	0,0289		2,00E-03	0,0021	0,0017	0,3000
-75	0,00001	0,0550	0,5159	0,0514	0,0067	0,0058	0,0029	0,0577	0,0035	0,0289		2,00E-03	0,0021	0,0017	0,3000
-80	0,00001	0,0550	0,5159	0,0514	0,0067	0,0058	0,0029	0,0577	0,0035	0,0289		2,00E-03	0,0021	0,0017	0,3000
-90	0,00001	0,0550		0,0514	0,0067	0,0058		0,0577	0,0035	0,0289			0,0021	0,0017	0,3000

Tabla 10. Incertidumbre por deriva del patrón utilizado de cada laboratorio participante

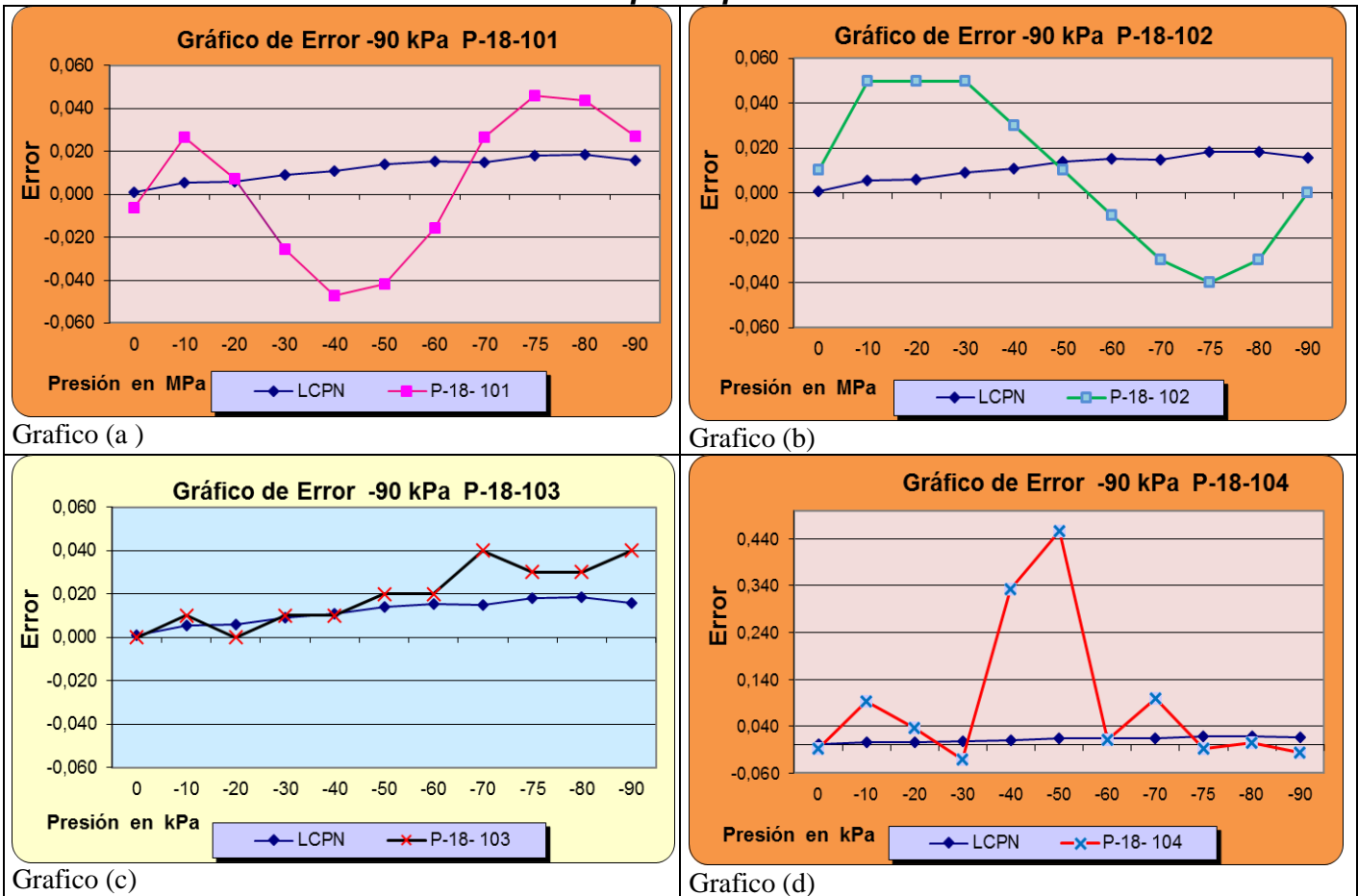
u Diff altura Laboratorios Participantes															
DIFF ALTURA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Pres	u Δh	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-	P-18-
kPa	LCPN	101	102	103	104	107	108	111	119	120	121	122	124	115	106
0	8,44E-07	1,5E-04	0,24	1,0E-04	5,9E-06	0,0E+00	0,0E+00	-8,8E-05	0,0E+00	0,0E+00	2,5E-03	0,0E+00	1,0E-05	4,2E-05	-3,1E-07
-10	2,52E-06	1,5E-04	0,24	1,0E-04	5,9E-06	0,0E+00	0,0E+00	-8,8E-05	6,7E-06	0,0E+00	2,5E-03	0,0E+00	1,0E-05	4,2E-05	6,4E-06
-20	4,19E-06	1,4E-04	0,24	1,0E-04	5,9E-06	0,0E+00	0,0E+00	-8,8E-05	1,3E-05	0,0E+00	2,5E-03	0,0E+00	1,0E-05	4,2E-05	1,3E-05
-30	5,86E-06	1,4E-04	0,24	1,0E-04	5,9E-06	0,0E+00	0,0E+00	-8,8E-05	2,0E-05	0,0E+00	2,5E-03	0,0E+00	1,0E-05	4,2E-05	2,0E-05
-40	7,53E-06	1,4E-04	0,24	1,0E-04	5,9E-06	0,0E+00	0,0E+00	-8,8E-05	2,7E-05	0,0E+00	2,5E-03	0,0E+00	1,0E-05	4,2E-05	2,7E-05
-50	9,20E-06	1,4E-04	0,24	1,0E-04	5,9E-06	0,0E+00	0,0E+00	-8,8E-05	3,4E-05	0,0E+00	2,5E-03	0,0E+00	1,0E-05	4,2E-05	3,3E-05
-60	1,09E-05	1,4E-04	0,24	1,0E-04	5,9E-06	0,0E+00	0,0E+00	-8,8E-05	4,0E-05	0,0E+00	2,5E-03	0,0E+00	1,0E-05	4,2E-05	4,0E-05
-70	1,25E-05	1,3E-04	0,24	1,0E-04	5,9E-06	0,0E+00	0,0E+00	-8,8E-05	4,7E-05	0,0E+00		0,0E+00	1,0E-05	4,2E-05	4,7E-05
-75	1,42E-05	1,3E-04	0,24	1,0E-04	5,9E-06	0,0E+00	0,0E+00	-8,8E-05	5,0E-05	0,0E+00		0,0E+00	1,0E-05	4,2E-05	5,0E-05
-80	1,59E-05	1,3E-04	0,24	1,0E-04	5,9E-06	0,0E+00	0,0E+00	-8,8E-05	5,4E-05	0,0E+00		0,0E+00	1,0E-05	4,2E-05	5,4E-05
-90	1,76E-05	1,3E-04		1,0E-04	5,9E-06	0,0E+00		-8,8E-05	6,1E-05	0,0E+00			1,0E-05	4,2E-05	6,0E-05

Tabla 11. Incertidumbre por diferencia de altura entre el equipo en ensayo y el patrón utilizado de cada laboratorio participante, se destacan en color naranja los participantes con resultado igual cero, con resultado negativo y resultado sobrevalorado.

MCM Laboratorios Participantes															
Presión kPa	MCM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	LCPN	P-18-101	P-18-102	P-18-103	P-18-104	P-18-107	P-18-108	P-18-111	P-18-119	P-18-120	P-18-121	P-18-122	P-18-124	P-18-115	P-18-106
0	0,0167	0,300	0,500	0,300	SIN info	0,053	1,000	0,500	0,100	1,000	0,015	0,0004	0E+00	0,030	5,000
-10	0,0167	0,300	0,500	0,300	SIN info	0,053	1,000	0,500	0,100	1,000	0,015	0,0004	0E+00	0,030	5,000
-20	0,0167	0,300	0,500	0,300	SIN info	0,053	1,000	0,500	0,100	1,000	0,015	0,0124	0E+00	0,030	5,000
-30	0,0167	0,300	0,500	0,300	SIN info	0,053	1,000	0,500	0,100	1,000	0,015	0,0187	0E+00	0,030	5,000
-40	0,0167	0,300	0,500	0,300	SIN info	0,053	1,000	0,500	0,100	1,000	0,015	0,0249	0E+00	0,030	5,000
-50	0,0167	0,300	0,500	0,300	SIN info	0,053	1,000	0,500	0,100	1,000	0,015	0,0311	0E+00	0,030	5,000
-60	0,0167	0,300	0,500	0,300	SIN info	0,053	1,000	0,500	0,100	1,000	0,015	0,0373	0E+00	0,030	5,000
-70	0,0167	0,300	0,500	0,300	SIN info	0,053	1,000	0,500	0,100	1,000		0,0435	0E+00	0,030	5,000
-75	0,0167	0,300	0,500	0,300	SIN info	0,053	1,000	0,500	0,100	1,000		0,0467	0E+00	0,030	5,000
-80	0,0167	0,300	0,500	0,300	SIN info	0,053	1,000	0,500	0,100	1,000		0,0498	0E+00	0,030	5,000
-90	0,0167	0,300		0,300	SIN info	0,053		0,500	0,100	1,000			0E+00	0,030	5,000

Tabla 12. Mejor capacidad de medición de acuerdo al patrón utilizado de cada laboratorio participante, se destacan en color naranja los participantes con MCM sobrevalorados o no informados.

Gráficos Individuales Error de cada participante con LCPN



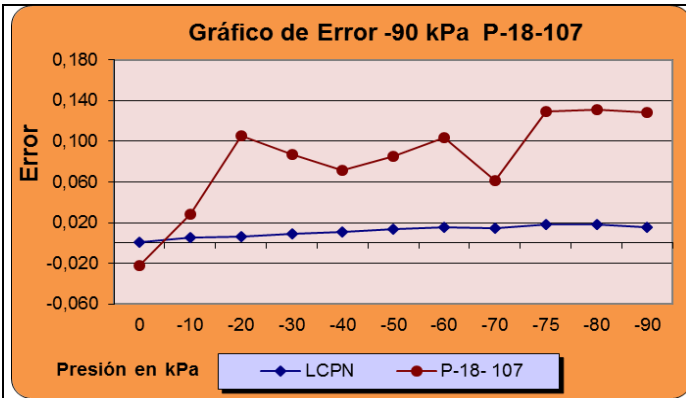


Gráfico (e)

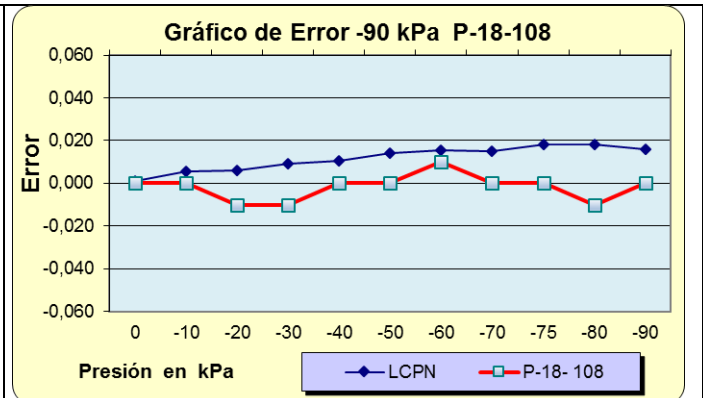


Gráfico (f)

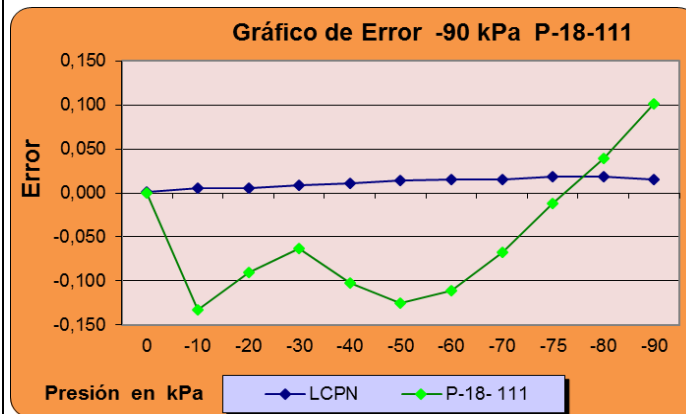


Gráfico (g)

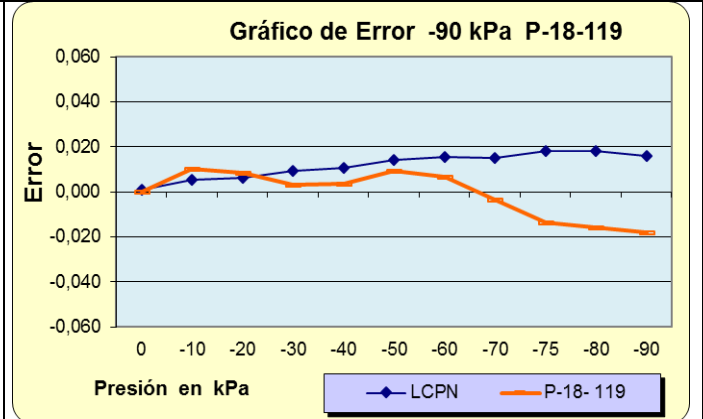


Gráfico (h)

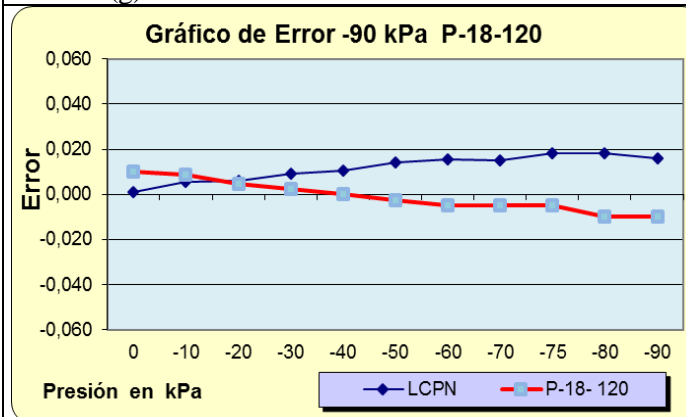


Gráfico (i)

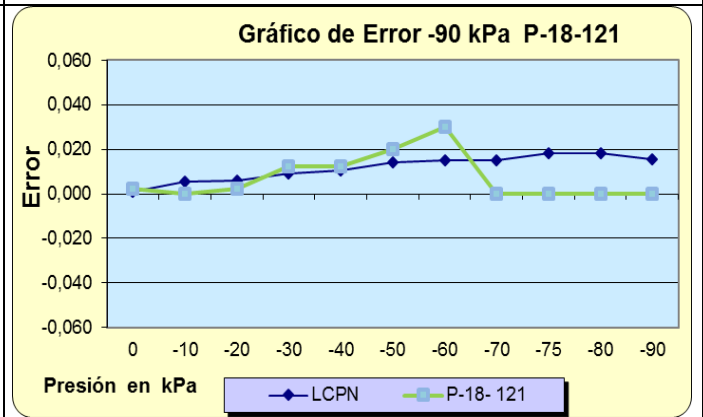


Gráfico (k)

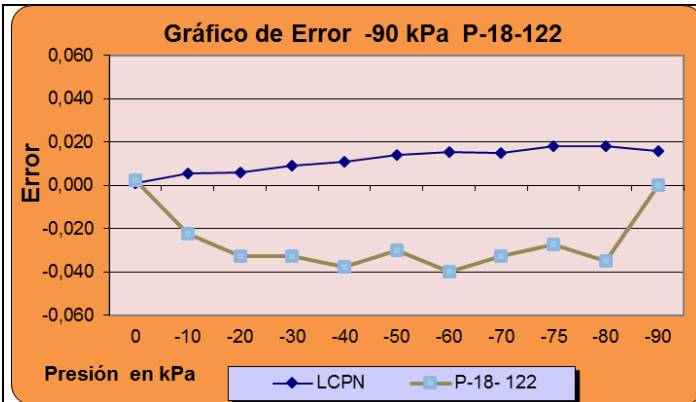


Gráfico (m)

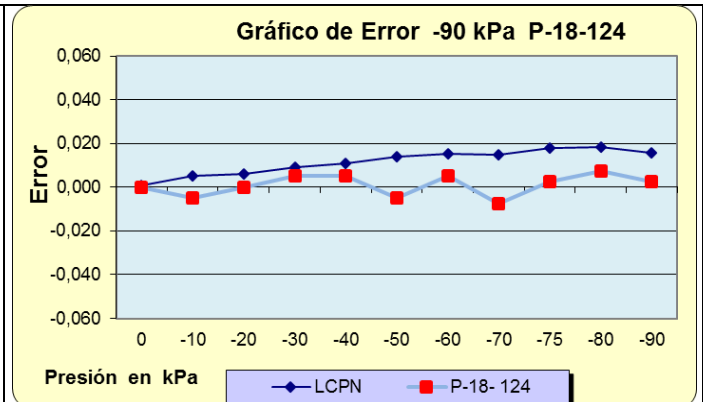


Gráfico (n)

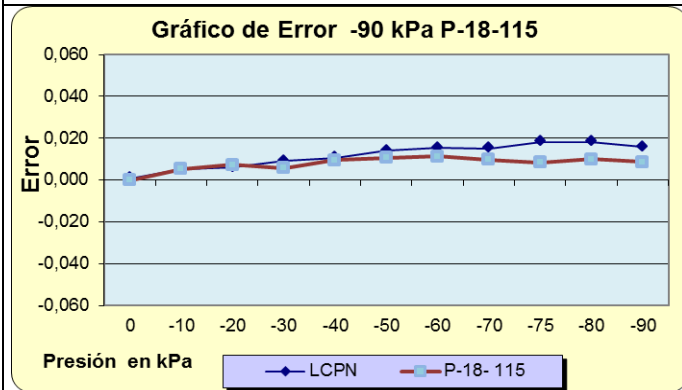


Gráfico (o)

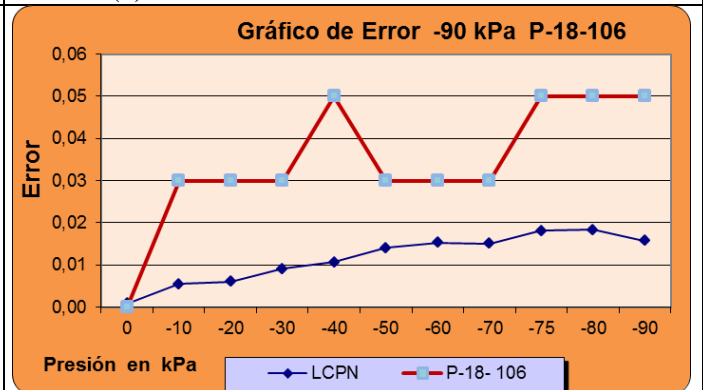


Gráfico (p)

Gráfico 2. Curvas de error, E, de todos los laboratorios.

El gráfico 2 muestra las curvas del error para el patrón de comparación por cada uno de los laboratorios participantes y presentan gráficamente los resultados obtenidos por los participantes para el error promedio E.

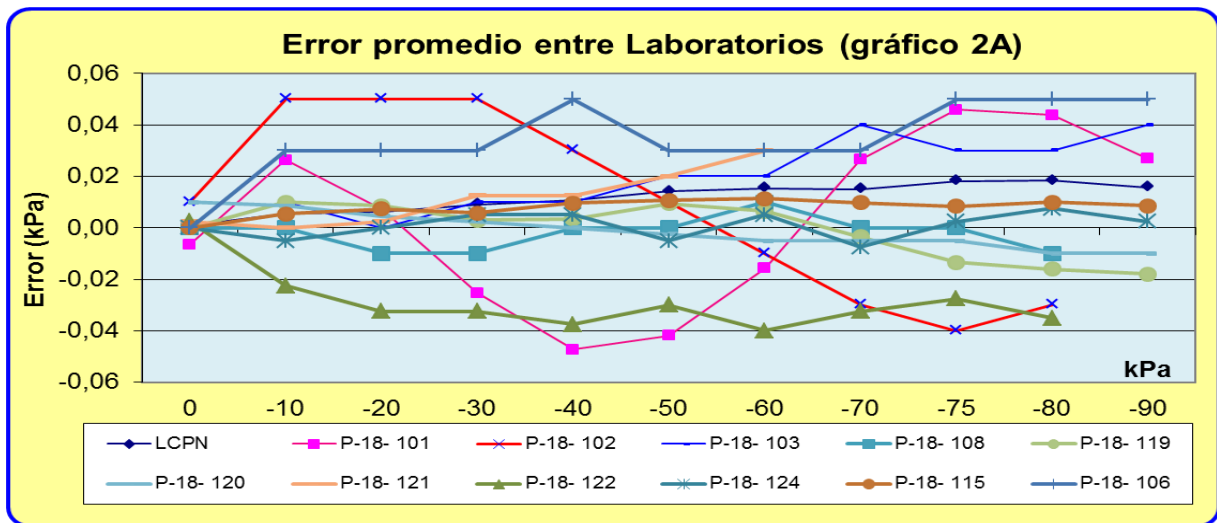


Gráfico 2A. Curvas de error, E, de los laboratorios con mejor concordancia.

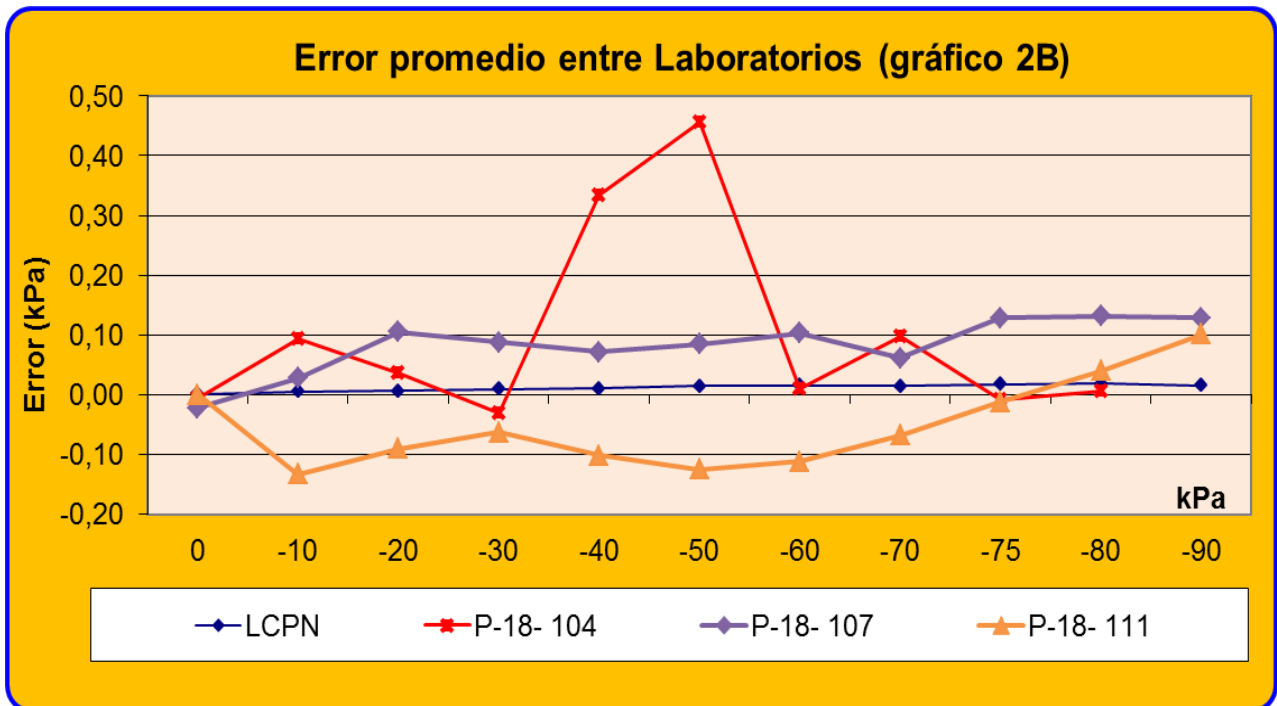


Gráfico 2B. Curvas de error, E , de los laboratorios con menor concordancia.

El gráfico 3A y 3B registran los errores promedios con la incertidumbre expandida de cada laboratorio.

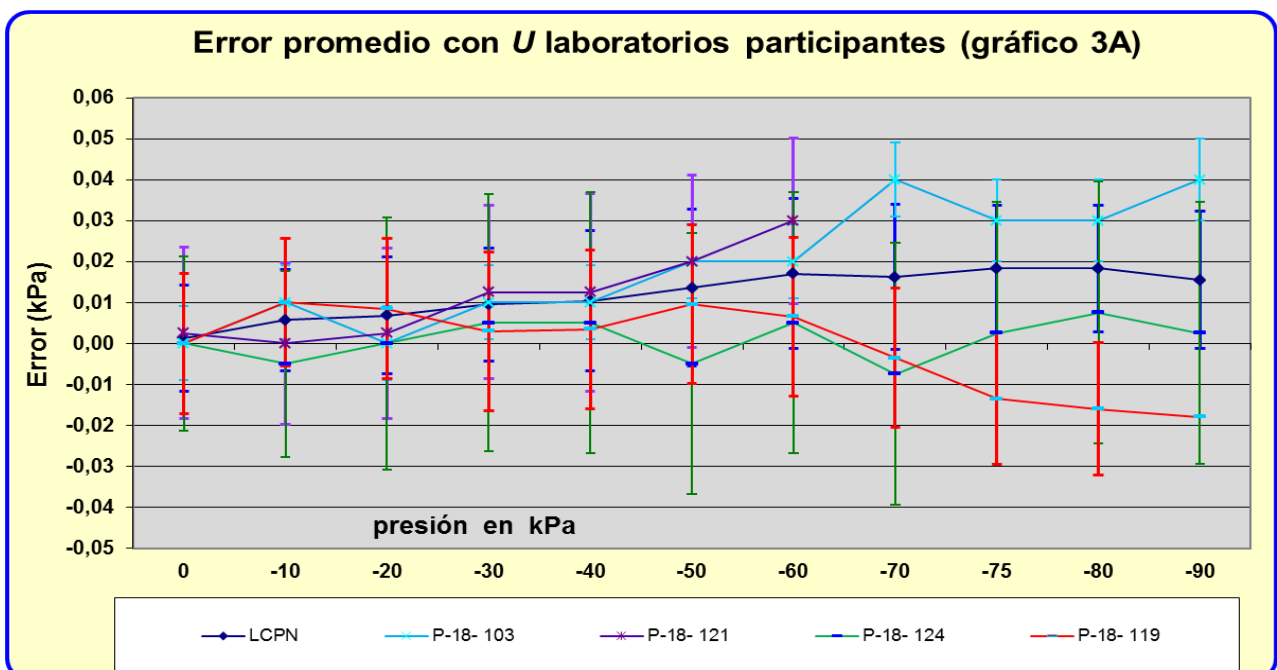


Gráfico 3A. Datos de error promedio, E , con incertidumbre expandida, U , de algunos Laboratorios con mejor concordancia.

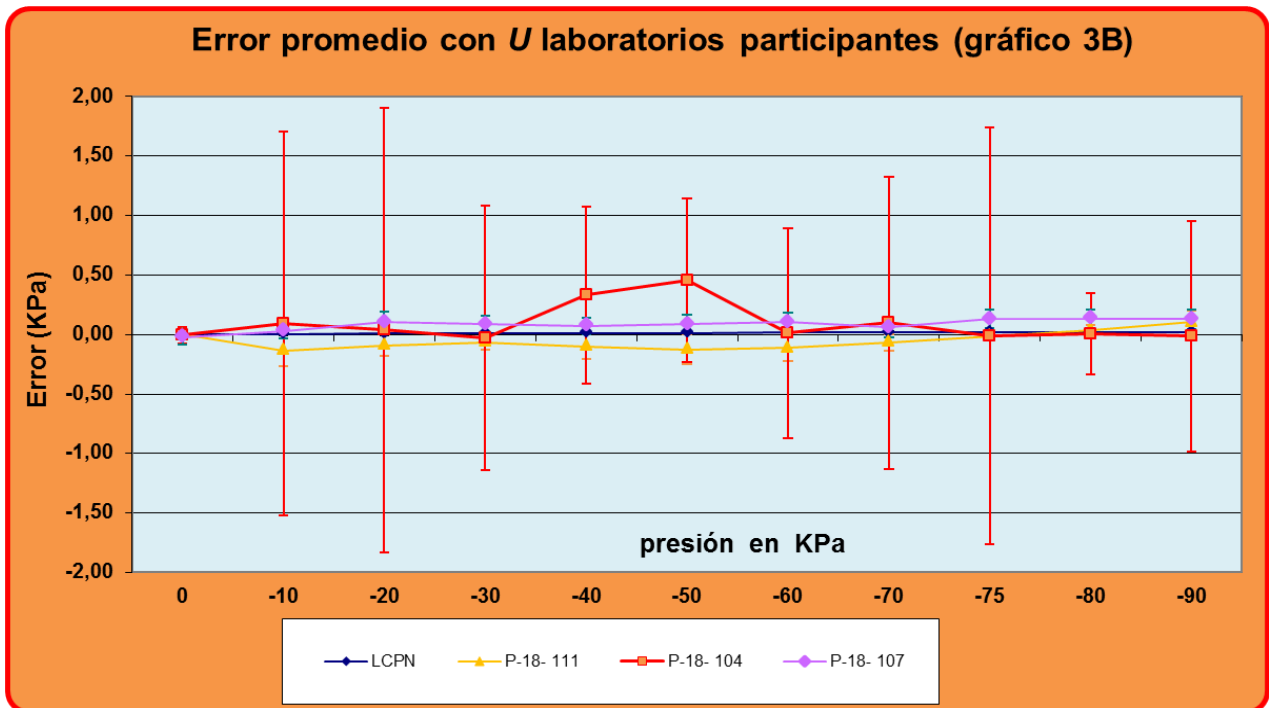
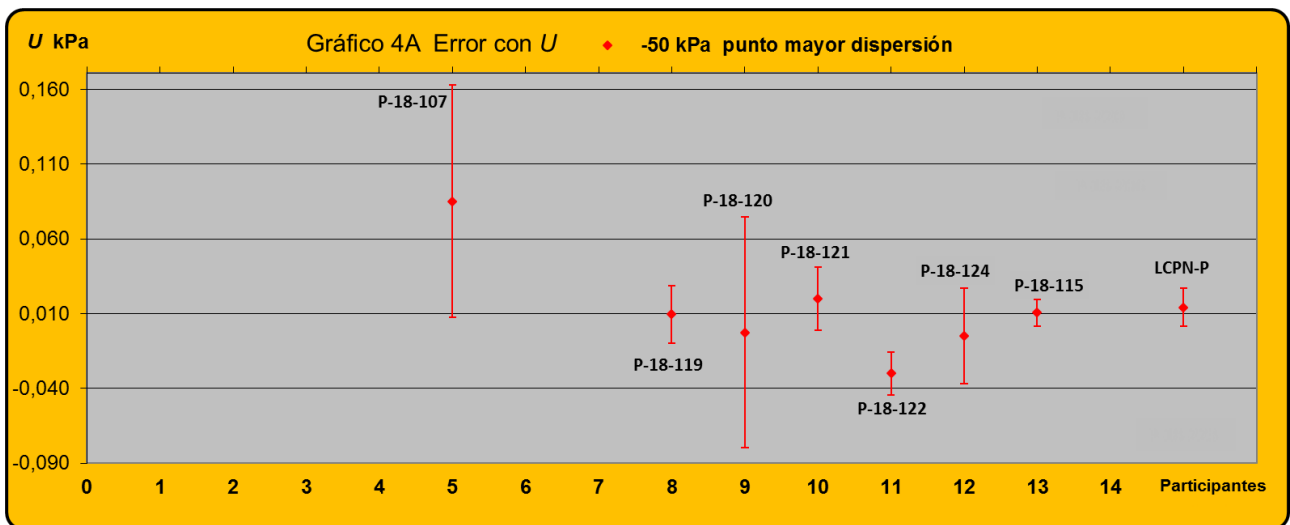


Gráfico 3B. Datos de error promedio, E , con incertidumbre expandida, U , de algunos Laboratorios con menor concordancia

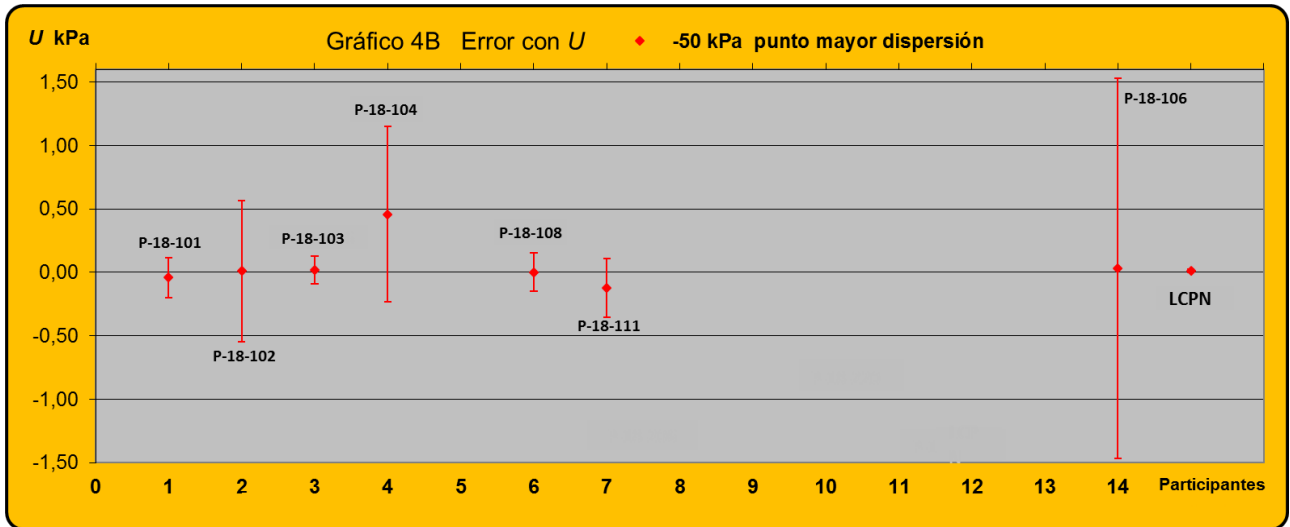
El gráfico 4A muestra el punto **-50 kPa** con mayor dispersión entre los resultados de los laboratorios participantes con menor incertidumbre.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
punto kPa	P-18 101	P-18 102	P-18 103	P-18 104	P-18 107	P-18 108	P-18 111	P-18 119	P-18 120	P-18 121	P-18 122	P-18 124	P-18 115	P-18 106	PILOTO	
-50					0,085			0,010	-0,002	0,020	-0,030	-0,005	0,011		0,0141	Error
U					0,0777			0,0194	0,0771	0,0211	0,0144	0,0319	0,0089		0,0127	U



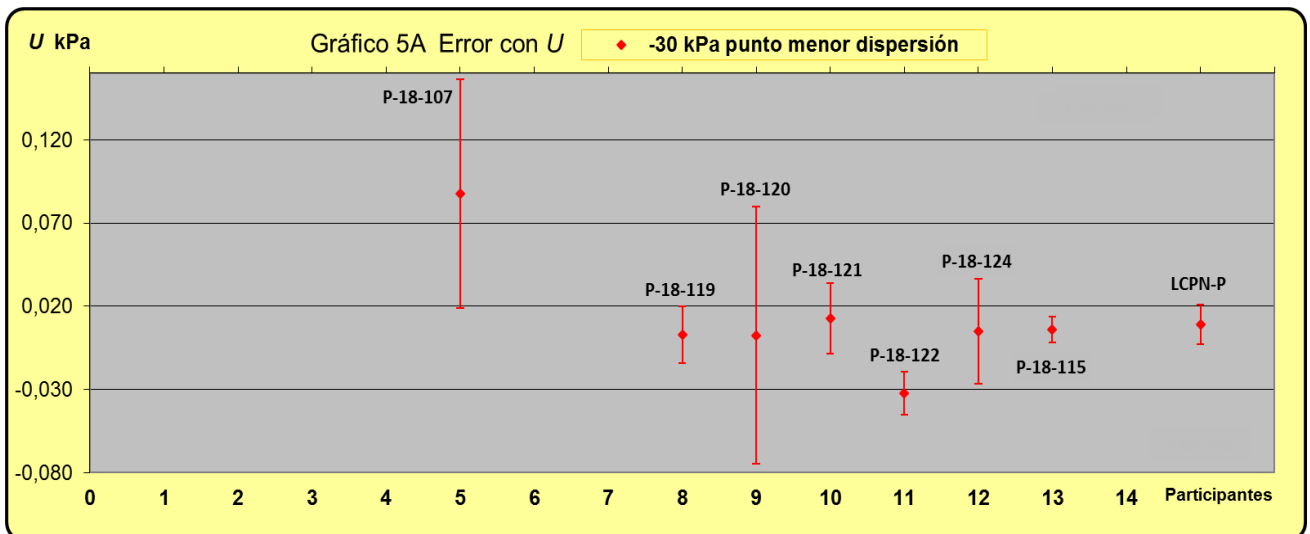
El gráfico 4B muestra el punto **-50 kPa** con mayor dispersión entre los resultados de los laboratorios participantes con mayor incertidumbre.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	PILOTO	
punto kPa	P-18 101	P-18 102	P-18 103	P-18 104	P-18 107	P-18 108	P-18 111	P-18 119	P-18 120	P-18 121	P-18 122	P-18 124	P-18 115	P-18 106		
-50	-0,0419	0,010	0,020	0,4565		0,000	-0,1247							0,030	0,0141	Error
U	0,1565	0,556	0,110	0,6910		0,152	0,2319							1,500	0,0127	U



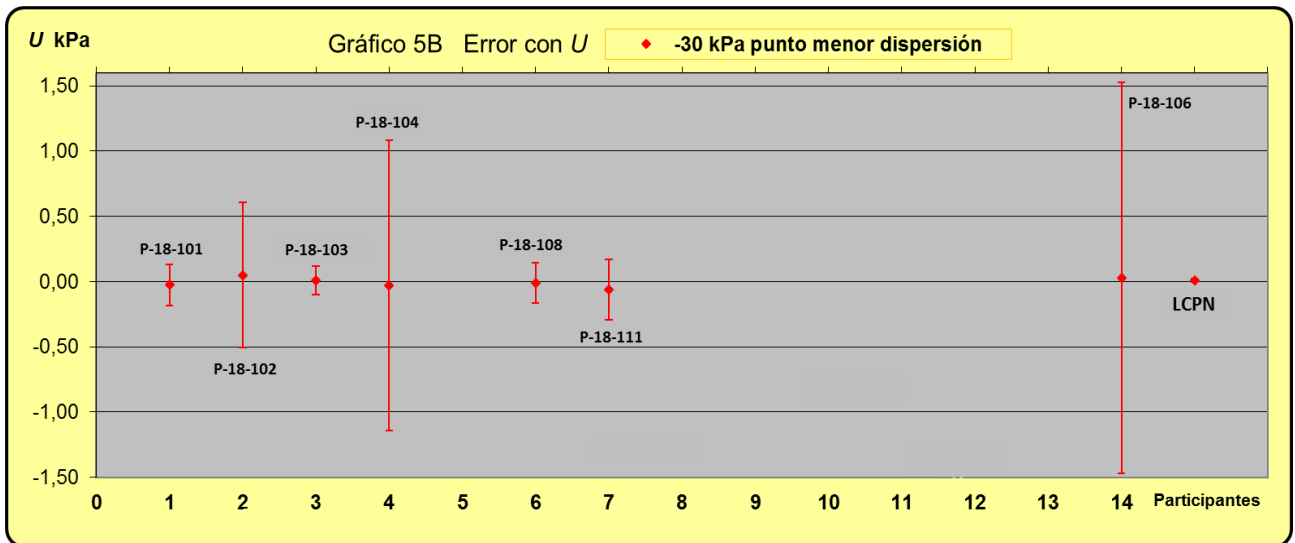
El gráfico 5A muestra el punto **-30 kPa** con menor dispersión entre los resultados de los laboratorios participantes con menor incertidumbre.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	PILOTO	
punto kPa	P-18 101	P-18 102	P-18 103	P-18 104	P-18 107	P-18 108	P-18 111	P-18 119	P-18 120	P-18 121	P-18 122	P-18 124	P-18 115	P-18 106		
-30					0,0874			0,0030	0,0025	0,0125	-0,0325	0,0050	0,0058		0,0091	Error
U	0,1566	0,5560	0,1100	1,1112	0,0688	0,1520	0,2320	0,0171	0,0771	0,0212	0,0129	0,0314	0,0079	1,5000	0,0118	U



El gráfico 5B muestra el punto -30 kPa con menor dispersión entre los resultados de los laboratorios participantes con mayor incertidumbre.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
punto kPa	P-18 101	P-18 102	P-18 103	P-18 104	P-18 107	P-18 108	P-18 111	P-18 119	P-18 120	P-18 121	P-18 122	P-18 124	P-18 115	P-18 106	PILOTO	
-30	-0,0254	0,0500	0,0100	-0,0300		-0,0100	-0,0633							0,0300	0,0091	Error
U	0,157	0,556	0,110	1,111		0,152	0,232							1,500	0,012	U



Evaluación de los resultados

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.

Desempeño de los laboratorios

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.

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

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} = U expandida (k=2) del error de la medición del laboratorio participante.

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

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

$$|E_n| \leq 1.0 \text{ Resultado satisfactorio}$$

$$|E_n| > 1.0 \text{ Resultado NO satisfactorio}$$

La tabla 13 es una presentación esquemática de los errores normalizados (E_n), de los laboratorios participantes que pueden ser analizados.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Tabla de error normalizado (E_n)														
MPa	P-18-101	P-18-102	P-18-103	P-18-104	P-18-107	P-18-108	P-18-111	P-18-119	P-18-120	P-18-121	P-18-122	P-18-124	P-18-115	P-18-106
0			0,01	0,11	0,35			0,05	0,12	0,07	0,10	0,04	0,06	
-10			0,04	0,05	0,37			0,22	0,04	0,24	1,79	0,41	0,00	
-20			0,05	0,02	1,09			0,13	0,02	0,15	2,20	0,18	0,09	
-30			0,01	0,04	1,12			0,29	0,08	0,14	2,37	0,12	0,23	
-40			0,01	0,43	0,89			0,31	0,14	0,07	2,15	0,17	0,07	
-50			0,05	0,64	0,90			0,20	0,21	0,24	2,29	0,56	0,22	
-60			0,04	0,00	1,15			0,39	0,26	0,63	3,22	0,30	0,28	
-70			0,23	0,07	0,55			0,77	0,26		2,63	0,64	0,32	
-75			0,11	0,02	1,43			1,47	0,30		2,13	0,45	0,64	
-80			0,11	0,04	1,43			1,65	0,36		2,91	0,31	0,56	
-90			0,22	0,03	1,33			1,48	0,33			0,37	0,40	

Tabla 13. 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 6 y 6A muestran las curvas de error normalizado obtenido por cada laboratorio participante correspondientes a los datos presentados en la **Tabla 13**.

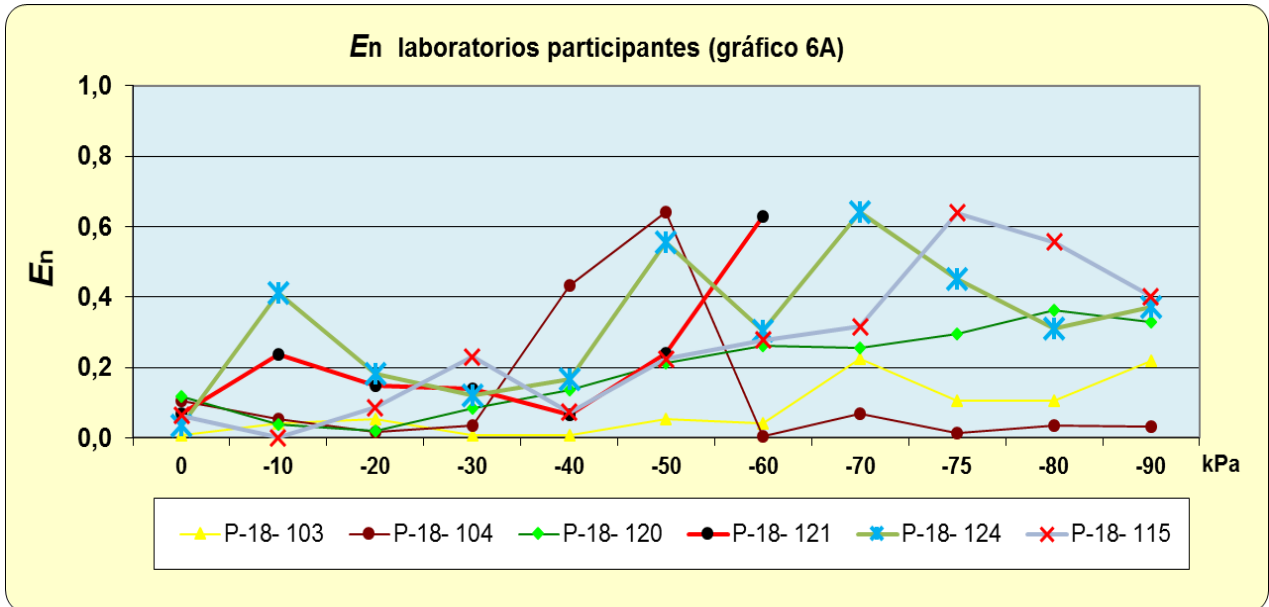


Gráfico 6A. Curvas del error normalizado de los laboratorios participantes, $|E_n| \leq 1.0$
Resultado satisfactorio

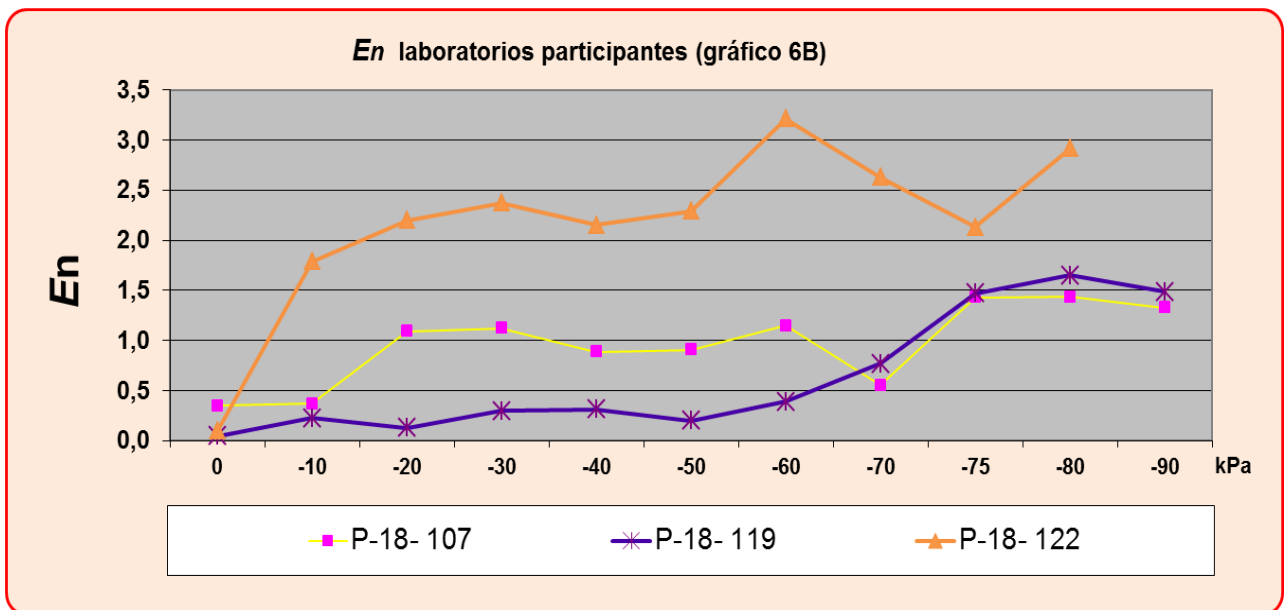
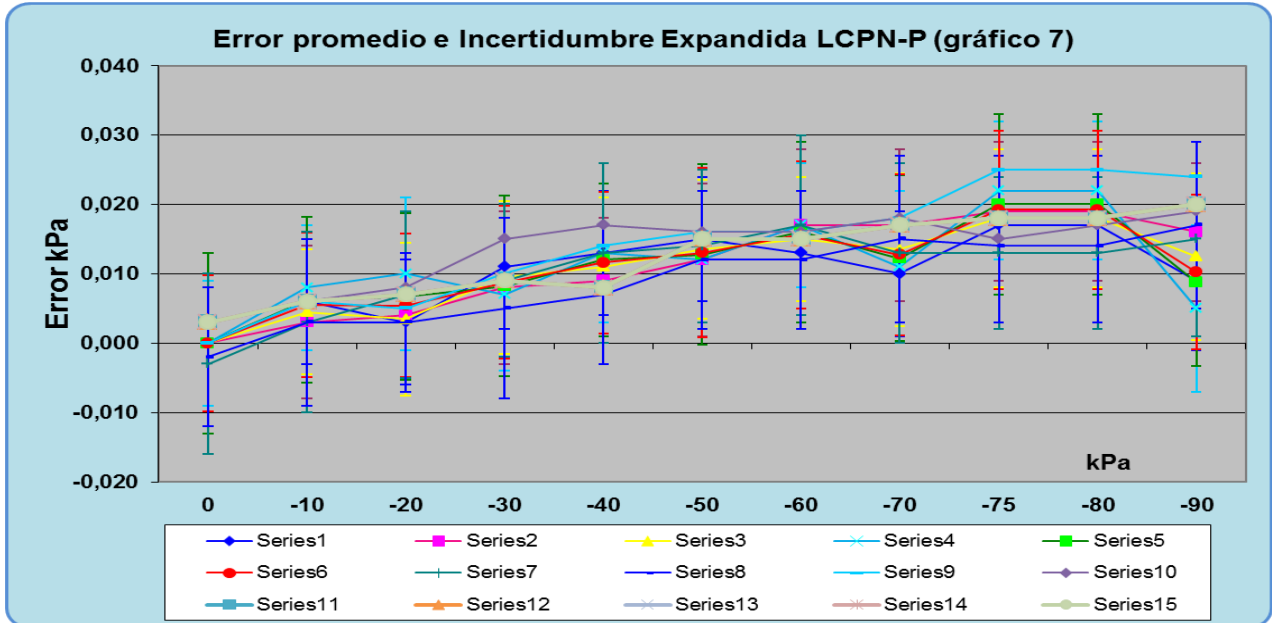


Gráfico 6B. $|E_n| > 1.0$ Resultado **NO** satisfactorio

DERIVA DEL PATRON VIAJERO

El laboratorio designado de la magnitud Presión (ENAER) realizó un estudio de la deriva del patrón de comparación al calibrarlo en 15 oportunidades en 5 fechas distintas.



Las calibraciones realizadas durante el periodo de la comparación muestran una buena estabilidad del instrumento a corto plazo, esto se puede ver claramente en la gráfico 7, serie 1 hasta serie 15, donde las calibraciones mencionadas se realizaron en diferentes fechas mostrando pequeñas diferencias considerando las diferencias de presión atmosférica y de temperatura.

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

$$U_{\text{deriva}} = S / N^{1/2}$$

$S =$ Desviación estándar de los errores promedio obtenidos en las calibraciones realizadas por LCPN-P, ENAER Chile.

$N =$ Número de mediciones realizadas por LCPN-P.

La deriva se calculó para 15 mediciones con un valor de **0,0014 kPa**, lo que representa un error máximo del **0,0014%** de la escala máxima del instrumento. Esta cifra es 35 veces menor que la exactitud declarada para el instrumento, siendo por lo tanto adecuado para los fines de esta comparación.

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

CONCLUSIONES RONDA P-18 -90 kPa

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

La guía DKD-R 6-1 (v.3 2014) empleada es un documento práctico que permite enfrentar los problemas metrológicos que aparecen en la calibración de equipos de presión y facilita el desarrollo del ensayo de aptitud.

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)

A continuación se muestra la MCM declarada por cada Participante.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
P-18-	Piloto	101	102	103	104	107	108	111	119	120	121	122	124	115	106
Patrón	B P M	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g
Unidad	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
Rango	100	-100	-100	-100	100	-94	2000	-90	-100	-100	-60	108	-100	-100	2500
resolución	0,0007	0,0100	0,0100	0,0100	0,0010	0,0010	0,1000	0,1000	0,0100	0,0100	0,0100	0,0030	0,0100	0,0010	0,0100
clase	0,020%	0,025%	0,100%	0,020%	0,050%	0,010%	0,002%	0,050%	0,050%	0,050%	0,050%	0,006%	0,050%	0,220%	0,050%
<i>U patrón</i>	0,00067	0,11	0,16	0,017	0,005	0,010	0,15	0,002	0,012	0,05	0,0034	0,0060	0,030	0,0022	1,50
MCM	0,00110	0,30	0,50	0,300	SIN inf	0,053	1,00	0,500	0,100	1,00	0,015	0,0004	sin info	0,0300	5,00

Análisis sobre las MCM declaradas

- Los participantes P-18-103, P-18-108, P-18-111, P-18-119, P-18-120 y P-18-115 presentan MCM sobrevalorada al ser: (17,6) - (6,7) - (250) - (8,3) - (13,7) y (20) veces mayor respectivamente que la *U* de su patrón. Por lo tanto se sugiere revisión de su mejor capacidad de medición, para reducirla
- El participante P-18-122 presenta MCM subvalorada 15 veces menor a la *U* de su patrón. Por lo tanto se sugiere revisión de su mejor capacidad de medición.
- El participante P-18-104 no envía su MCM declarada o calculada, por lo que no se puede realizar análisis de éste dato.

Incertidumbre del patrón de cada Laboratorio Participante

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
P-18-	Piloto	101	102	103	104	107	108	111	119	120	121	122	124	115	106
Patrón	B P M	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g
Unidad	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
Rango	100	-100	-100	-100	100	-94	2000	-90	-100	-100	-60	108	-100	-100	2500
resolución	0,00067	0,0100	0,0100	0,0100	0,0010	0,0010	0,1000	0,1000	0,0100	0,0100	0,0100	0,0030	0,0100	0,0010	0,0100
clase	0,020%	0,025%	0,1%	0,02%	0,05%	0,01%	0,002%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,006%	0,05%	0,22%	0,05%
$U_{\text{patrón}}$	0,00067	0,11	0,16	0,017	0,005	0,01	0,15	0,002	0,012	0,05	0,00343	0,006	0,03	0,0022	1,50
$u_{\text{parcial max}}$	0,00090	0,055	0,5657	0,0087	0,003	0,005	0,075	0,10	0,0065	0,025	0,0034	0,003	0,015	0,001	0,75
$u_{\text{parcial min}}$	0,00050	0,055	6E-01	0,0087	0,002	0,005	0,075	0,10	0,0060	0,03	0,0028	0,003	0,010	2E-05	0,75
Clase ensayo kPa	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

- Los participantes P-18-101, P-18-102, P-18-108, y P-18-106 no cumplen con el requisito del punto N° 6 del protocolo P-18 ya que la U informada debe ser menor o igual que 0,05 kPa.
- Los participantes P-18-102, P-18-111, P-18-121, y P-18-115 informan una " u " parcial mayor a la U informada de su patrón. Por lo tanto se sugiere revisión de su cálculo de acuerdo a los datos proporcionados.

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.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
P-18-	Piloto	101	102	103	104	107	108	111	119	120	121	122	124	115	106
Patrón	B P M	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g
Unidad	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
Rango	100	-100	-100	-100	100	-94	2000	-90	-100	-100	-60	108	-100	-100	2500
resolución	0,00067	0,0100	0,0100	0,0100	0,0010	0,0010	0,1000	0,1000	0,0100	0,0100	0,0100	0,0030	0,0100	0,0010	0,0100
clase	0,020%	0,025%	0,100%	0,020%	0,050%	0,010%	0,002%	0,050%	0,050%	0,050%	0,050%	0,006%	0,050%	0,220%	0,050%
$U_{\text{patrón}}$	0,00067	0,11	0,16	0,017	0,0050	0,0100	0,15	0,0020	0,0120	0,0500	0,0034	0,0060	0,0300	0,0022	1,5
U_{deriva}	1,3E-04	0,1100	328	0,0890	0,0050	0,0100	0,0029	0,0020	0,0035	0,0500	0,064	0,0020	0,0021	0,0058	0,5
$u_{\text{deriv parcial}}$	7,70E-05	0,0550	0,5159	0,0514	0,0067	0,0058	0,0029	0,0577	0,0038	0,0289	0,0064	SIN INFO	0,0021	0,0017	0,3

- Los participantes P-18-102, P-18-103, P-18-121 y P-18-115 informan una incertidumbre por deriva (U_{deriva}) sobrevalorada al ser mayor que la $U_{\text{patrón}}$ utilizado, por lo tanto deben revisar su cálculo de acuerdo a los datos proporcionados.
- Los participantes P-18-104, P-18-111 y P-18-119, informan una incertidumbre por deriva " u " parcial sobrevalorada al ser mayor respecto de la " U " por deriva informada.
- Los participantes P-18-102 y P-18-121 informan una incertidumbre por deriva " u " parcial subvalorada al ser 636 y 10 veces menor respecto de la " U " por deriva informada respectivamente.

u diferencia de altura:

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
P-18-	Piloto	101	102	103	104	107	108	111	119	120	121	122	124	115	106
Patrón	B P M	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g
$u_{\Delta h}$ mm $k=1$	2,50	2,50	0,20	100	1,0E-02	220	0E+00	-0,012	-10,0	5,0	5,0	0E+00	1,0E-05	0,03	100
$u_{\Delta h}$ kPa max	1,8E-05	1,5E-04	2,4E-01	1,0E-04	5,9E-06	0,0E+00	0E+00	-9E-05	6E-05	0E+00	3E-03	0E+00	3E-03	4E-05	6E-05
$u_{\Delta h}$ kPa min	8,4E-07	1,3E-04	2,4E-01	1,0E-04	5,9E-06	0,0E+00	0E+00	-9E-05	0E+00	0E+00	3E-03	0E+00	3E-03	4E-05	-3E-07

- P-18-108 y P-18-122 informan incertidumbre de altura (0 mm) lo que no es posible, por lo deben revisar su presupuesto de incertidumbre.
- P-18-111 y P-18-119 informan incertidumbre de altura negativa lo que no es posible, por lo deben revisar su presupuesto de incertidumbre.
- P-18-102, P-18-104, P-18-124 y P-18-115 informan incertidumbre de altura en mm subestimada (*parcial $k=1$*).
- Los participantes P-18-103, P-18-107 y P-18-106 informa incertidumbre de altura en mm sobrestimada (100, 220 y 100 mm respectivamente).
- Los participantes: **P-18-101, P-18-102 P-18-103, P-18-104, P-18-107, P-18-108, P-18-111, P-18-119, P-18-120, P-18-121, P-18-122, P-18-124, P-18-115 y P-18-106**, deben revisar su cálculo de u de altura de acuerdo a los datos proporcionados.

U Total calculada

- P-18-102, P-18-124 y P-18-106 Cálculo erróneo en U total, valor no consistente con las incertidumbre parciales " u " informadas.
- P-18-122 P-18-106 no envía datos de: u de altura, densidad del fluido, g local y densidad del aire por lo que debe revisar su presupuesto de Incertidumbre.
- P-18-121 envía datos erróneos de densidad del fluido por lo que debe revisar su presupuesto de Incertidumbre.
- P-18-119 envía datos erróneos de: g local y densidad del aire por lo que debe revisar su presupuesto de Incertidumbre.
- P-18-102, P-18-111 y P-18-121 " u " parcial del patrón sobrevalorada lo que implica un valor no consistente con la " U " del patrón informada.

Tabla de observaciones a los cálculos realizados por cada laboratorio

#	LABORATORIO PARTICIPANTE	Error	u_{res}	$u_{Histéresis}$	$u_{Repetibil}$	$u_{desv\ cero}$	$u_{Patrón\ k=1}$	$u_{Deriva\ Patrón}$	$u_{\Delta h}$	U_{total}
1	P-18-101	ok	ok	*	*	*	ok	ok	*	ok
2	P-18-102	ok	*	*	*	*	*	*	*	ok
3	P-18-103	ok	ok	*	*	ok	ok	*	*	ok
4	P-18-104	*	ok	*	*	ok	ok	*	*	ok
5	P-18-107	ok	ok	ok	ok	*	ok	ok	*	ok
6	P-18-108	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	*cero	ok
7	P-18-111	ok	ok	ok	ok	ok	*	*	*	ok
8	P-18-119	ok	ok	ok	*	ok	ok	ok	ok	ok
9	P-18-120	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	*cero	ok
10	P-18-121	ok	ok	*	*	ok	*	*	*	ok
11	P-18-122	ok	ok	ok	ok	ok	ok	*	Sin info	ok
12	P-18-124	ok	ok	*	*	*	ok	ok	*	ok
13	P-18-115	*	ok	ok	ok	ok	ok	ok	*	ok
14	P-18-106	*	ok	ok	ok	ok	ok	ok	*	*

* Nota: Verificar datos proporcionados y/o error de cálculo acorde a la guía DKD-R 6-1 (v.3 2014).

Error Normalizado.

- Los 6 participantes **P-18-103, P-18-104, P-18-120, P-18-121, P-18-124, y P-18-115** obtuvieron $|E_n| \leq 1.0$ por lo tanto su resultado es: **SATISFACTORIO.**
- Los 3 participantes **P-18-107, P-18-119, y P-18-122** obtuvieron $|E_n| > 1.0$ por lo tanto su resultado es: **INSATISFACTORIO.**
- Los 4 participantes **P-18-101, P-18-102, P-18-108, y P-18-106** no fueron evaluados en el criterio del E_n por utilizar un patrón no adecuado al ensayo, conforme a lo estipulado en el protocolo EA P-18.

- El participante **P-18-111** no fue evaluado por el criterio del E_n debido a inconsistencia en sus cálculos que aumentan considerablemente el resultado de incertidumbre total.
- **5** participantes no fueron evaluados debido a que no se recibió información de los resultados obtenidos.

CONCLUSIONES EA P-18 -90 kPa

De los resultados obtenidos por los Laboratorios participantes en éste ejercicio de acuerdo al criterio de cálculo de Error normalizado "**Ronda P-18 -90 kPa**" integrantes de la RNM de Chile, se obtiene el siguiente Resultado:

- Sólo 14 de 19 participantes presentaron resultados.
- De los 14 participantes que presentaron resultados, 5 participantes no pueden ser evaluado con el criterio de E_n .
- De los 10 participantes que pueden ser evaluados con el criterio de E_n , 6 participantes obtienen un resultado satisfactorio.
- La alta tasa de laboratorios que participan (19 laboratorios) y finalmente (5 laboratorios) no envían resultados para su evaluación. Significa un retroceso en el espíritu de participación y compromiso con la Red Nacional de Metrología.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la disposición de participación en esta comparación a los 14 laboratorios Participantes que presentaron resultados en éste ensayo de aptitud P-18 y la activa participación 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^oedition, 2006.
- (3) Guía de Servicio Alemán de Calibración DKD-R 6-1 (v.3 2014). Calibración de medidores de presión. PTB- Braunschweig 2014.
- (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.



**RED NACIONAL DE METROLOGÍA
UNIDAD DE COORDINACIÓN Y SUPERVISIÓN
LABORATORIO CUSTODIO DE PATRONES
NACIONALES
MAGNITUD PRESIÓN
INFORME A
COMPARACIÓN NACIONAL
P-18**

CALIBRACIONES DE MANÓMETRO DIGITAL DE PRESIÓN

Rango de medición: 0 a 20 MPa

Medio de transmisión hidráulico

octubre 2018 - mayo 2019

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 2082, 56 (2) 2383 1966,
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 2018. 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-18. La comparación se llevó a cabo desde octubre de 2018 a mayo 2019. Para la comparación se utilizó como patrón de comparación un manómetro digital, el alcance de medición es de 20 MPa, clase de exactitud del $\pm 0,05\%$ del alcance de medición y una resolución de 0,001 MPa. 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 2018 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 ésta 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

Laboratorios participantes

Al ensayo de aptitud 2018 lograron incorporarse 22 laboratorios participantes en la magnitud Presión.

Nº	LD-P / Participantes		Recepción	Envío
TALLER DE INICIO			16 de octubre de 2018	
LD-P Calibración Inicial		Medición	09-10-2018	16-10-2018
1	USACH -CIDE	Presión y Vacío	17-10-2018	23-10-2018
2	CALMANREP SpA.	Presión y Vacío	23-10-2018	30-10-2018
3	CESMEC S.A.	Presión y Vacío	30-10-2018	08-11-2018
4	DICTUC S.A.	Presión y Vacío	08-11-2018	13-11-2018
5	VETO	Presión y Vacío	13-11-2018	20-11-2018
LD-P Calibración Intermedia (nov-dic 2018)				
6	Metrological SpA	Presión y Vacío	13-12-2018	19-12-2018
7	WSS	Presión y Vacío	19-12-2018	02-01-2019
LD-P Calibración Intermedia (dic 2018)				
8	LEM ANTOFAGASTA	Presión y Vacío	22-01-2019	29-01-2019
9	ASMAR-Valparaíso	Presión y Vacío	30-01-2019	06-02-2019
10	ASMAR - Talcahuano	Presión y Vacío	07-02-2019	14-02-2019
11	CISA	Presión y Vacío	15-02-2019	21-02-2019
12	CRYOLAB	Presión y Vacío	22-02-2019	26-02-2019
LD-P Calibración Intermedia (marzo 2019)				
13	SERVINCAL	Presión y Vacío	07-03-2019	13-03-2019
14	SILAB	Presión	13-03-2019	15-03-2019
15	SMI Ltda.	Presión y Vacío	15-03-2019	21-03-2019
16	INTEC INSTRUMENTACIÓN SpA	Presión y Vacío	21-03-2019	27-03-2019
17	DTS	Presión y Vacío	27-03-2019	03-04-2019
LD-P Calibración Intermedia (abril 2019)				
18	Exactimet SpA	Presión y Vacío	10-04-2019	15-04-2019
19	IDIC	Presión y Vacío	15-04-2019	22-04-2019
20	INDUTECNICA CHACON	Presión y Vacío	22-04-2019	26-04-2019
21	INGEMED	Presión y Vacío	26-04-2019	03-05-2019
22	Lab Metrología ENAER	Presión	03-05-2019	08-05-2019
LD-P Calibración Final (mayo 2019)				

Patrón viajero de comparación

Como patrón Viajero de comparación se utilizó un manómetro digital de presión relativa positiva rango de 0 MPa a 20 MPa (presión hidráulica).

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

Tipo de Instrumento :	Reference Pressure Gauge
Modelo:	2700G-G20GM
No. de serie:	3618087
Alcance de Medición:	0 MPa a 20 MPa.
Unidad de medición:	MPa.
Resolución:	0,001 MPa
Clase de exactitud:	±0,05 % (del alcance total 20 MPa)
Medio de transmisión	Aceite o fluido hidráulico
Fabricante:	FLUKE.

Tabla 1. Patrón Viajero de comparación.

Las características del estándar Primario utilizado del LCPN- P para calibrar el patrón viajero en éste ensayo de aptitud EA P-18 se presentan en la tabla 2.

LCPN-P Empresa Nacional Aeronáutica de Chile.						
Nombre	Tipo	Marca	Area efectiva Pistón-cilindro J-332 (m ²)	Gravedad local ms ⁻²	Alcance de medición MPa	Incertidumbre relativa (lectura), k=2
Estándar Primario	Balanza de Peso Muerto	Ruska	1,961548* 10 ⁻⁵	9,794 227	50	23 Pa+2,0·10 ⁻⁵ ·p _e +1,0·10 ⁻¹³ ·p _e ² /Pa

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

Programa de la comparación

La comparación se realizó en 5 etapas (15 mediciones);

- (1) Medición inicial piloto (3 veces),
- (2) Medición de 5 participantes (primer segmento de ensayo P-18),
- (3) Segunda medición piloto (3 veces),
- (4) Medición de 2 participantes (segundo segmento de ensayo P-18),
- (5) Tercera medición piloto (3 veces),
- (6) Medición de 5 participantes (tercer segmento de ensayo P-18),
- (7) Cuarta medición piloto (3 veces),
- (6) Medición de 5 participantes (cuarto segmento de ensayo P-18),
- (8) Quinta medición piloto (3 veces),

LCPN-P y el INN establecen la documentación base y actividades a realizar.

- a) Preparación. ENAER realizó tres 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 5 laboratorios participantes del primer segmento del ensayo de aptitud P-18 realizaron las mediciones correspondientes de acuerdo a las fechas programadas.
- c) El instrumento vuelve al LCPN-P, el piloto ejecuta las mediciones 4, 5 y 6 al patrón viajero empleado para el ejercicio de acuerdo al procedimiento establecido en la comparación. (ver figura 1)
- d) Los 2 laboratorios participantes realizan las mediciones del segundo segmento del ensayo de aptitud P-18 en las fechas programadas.
- e) El instrumento vuelve al LCPN-P, el piloto ejecuta las mediciones 7, 8 y 9 al patrón viajero empleado para el ejercicio, de acuerdo al procedimiento establecido en la comparación. (ver figura 1).
- f) Los 5 laboratorios participantes realizan las mediciones del tercer segmento del ensayo de aptitud P-18 en las fechas programadas.

- g) El instrumento vuelve al LCPN-P, el piloto ejecuta las mediciones 10, 11 y 12 al patrón viajero empleado para el ejercicio, de acuerdo al procedimiento establecido en la comparación. (ver figura 1).
- h) Los 5 laboratorios participantes realizan las mediciones del cuarto segmento del ensayo de aptitud P-18 en las fechas programadas.
- i) El instrumento vuelve al LCPN-P, el piloto ejecuta las mediciones 13, 14 y 15 al patrón viajero empleado para el ejercicio, de acuerdo al procedimiento establecido en la comparación. (ver figura 1).
- j) El INN recopila los resultados de los laboratorios participantes asignándole un código a cada uno de ellos y los hace llegar al LCPN-P de ENAER el 16 de mayo de 2019.
- k) El 20 de junio de 2019 el LCPN-P de ENAER emite un informe "B" 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.
- l) Se rectifican datos a sugerencia del LCPN-P, los laboratorios hacen sus correcciones y se remite la información al INN, el cual hace llegar la documentación a ENAER el 27 de junio de 2019.

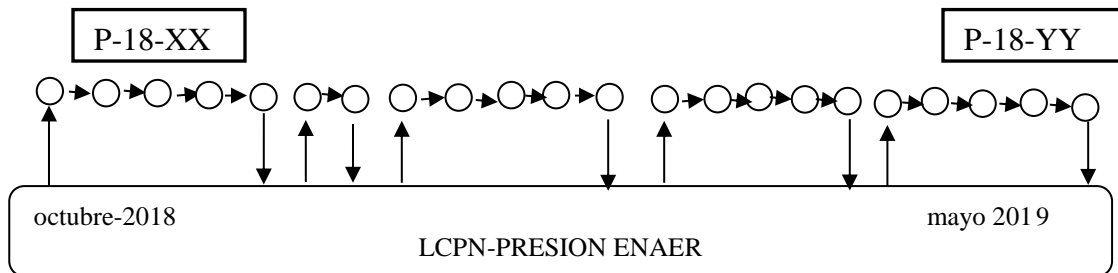


Figura 1. Esquema Ensayo de Aptitud.

RESULTADOS

Comportamiento del patrón de comparación

El laboratorio de ENAER realizó un estudio del comportamiento del patrón de comparación calibrándolo en 15 ocasiones. Los datos obtenidos se presentan gráficamente en un valor promedio.

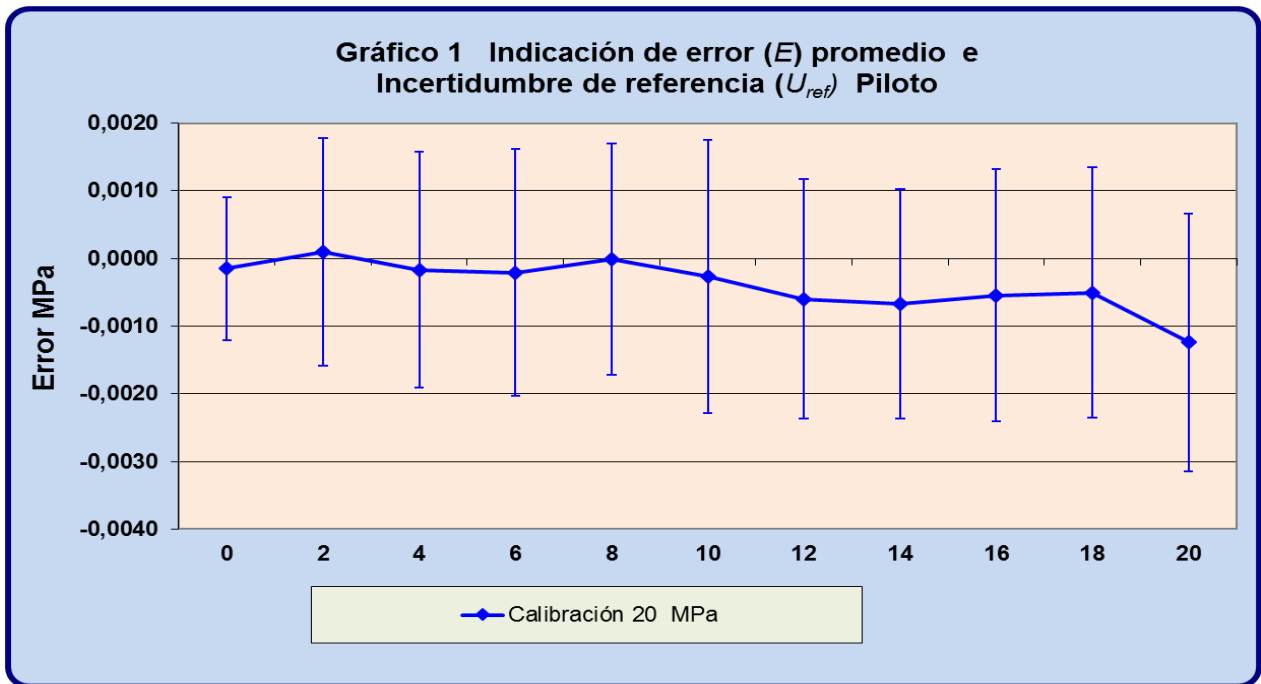


Gráfico 1. Error promedio., E , e incertidumbre expandida, U ($k=2$, 95%). Laboratorio LCPN-P.

Datos de las mediciones

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, para el error y la incertidumbre combinada, son el promedio de las lecturas realizadas de las tres diferentes fechas de toma de lectura en el laboratorio de LCPN-P.

$$E_{Enaer} = (E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6 + E_7 + E_8 + E_9 + E_{10} + E_{11} + E_{12} + E_{13} + E_{14} + E_{15}) / 15$$

$$U_{Enaer} = (U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + U_5 + U_6 + U_7 + U_8 + U_9 + U_{10} + U_{11} + U_{12} + U_{13} + U_{14} + U_{15}) / 15$$

Error promedio de cada participante																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Presión	Error	P-18-203	P-18-205	P-18-207	P-18-214	P-18-209	P-18-211	P-18-212	P-18-217	P-18-219	P-18-221	P-18-222	P-18-202	P-18-204	P-18-220	P-18-206	P-18-223	P-18-208	P-18-215	P-18-210
MPa	LCPN																			
0	-0,0001	0,0010	0,0000	0,0000	-0,0008	0,0000	0,0003	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000
2	0,0002	0,0000	-0,0005	0,0000	-0,0067	-0,0002	-0,0020	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0004	-0,0010	0,0072	0,0000	-0,0007	0,0013	-0,0002	-0,0007	0,0060	0,0110
4	-0,0001	-0,0010	-0,0062	0,0000	-0,0080	-0,0005	-0,0035	-0,0020	0,0010	-0,0001	-0,0008	-0,0010	0,0072	0,0000	-0,0005	0,0012	-0,0005	-0,0015	0,0040	0,0110
6	-0,0001	-0,0010	-0,0015	0,0000	-0,0088	-0,0130	-0,0055	-0,0020	-0,0004	-0,0002	-0,0014	-0,0010	0,0088	0,0025	-0,0002	0,0016	-0,0005	-0,0015	0,0020	0,0080
8	0,0001	-0,0010	-0,0020	0,0000	-0,0110	-0,0250	-0,0057	-0,0040	-0,0004	-0,0003	-0,0011	-0,0010	0,0075	0,0100	0,0008	0,0020	-0,0001	-0,0012	0,0020	0,0080
10	-0,0002	-0,0010	-0,0043	0,0000	-0,0090	-0,0390	-0,0058	-0,0030	-0,0009	-0,0008	-0,0006	-0,0010	0,0075	0,0100	0,0009	0,0014	-0,0004	-0,0011	0,0000	0,0080
12	-0,0005	-0,0020	-0,0092	0,0000	-0,0092	-0,0502	-0,0075	-0,0040	-0,0011	-0,0014	-0,0002	-0,0020	0,0075	0,0100	0,0000	0,0010	-0,0004	-0,0020	0,0010	0,0070
14	-0,0006	-0,0030	-0,0070	0,0010	-0,0085	-0,0742	-0,0098	-0,0040	-0,0010	-0,0014	0,0006	-0,0020	0,0075	0,0100	-0,0005	0,0012	-0,0004	-0,0017	0,0010	0,0060
16	-0,0005	-0,0020	-0,0015	0,0010	-0,0055	-0,0222	-0,0092	-0,0050	-0,0015	-0,0019	0,0019	-0,0020	0,0070	0,0100	0,0004	0,0014	-0,0001	-0,0017	0,0010	0,0060
18	-0,0005	-0,0020	-0,0033	0,0010	-0,0050	-0,0695	-0,0093	-0,0030	-0,0015	-0,0014	0,0030	-0,0020	0,0068	0,0100	0,0005	0,0016	0,0003	-0,0013	0,0010	0,0060
20	-0,0012	-0,0040	-0,0050	0,0010	-0,0035	-0,0835	-0,0098	-0,0040	-0,0019	-0,0024	0,0030	-0,0020	0,0058	0,0100	0,0001	0,0010	0,0002	-0,0025	-0,0010	0,0030

Tabla 3. Error promedio, E, obtenido en cada punto.

U total de cada Laboratorio Participante																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Presión	U Referencia	P-18-203	P-18-205	P-18-207	P-18-214	P-18-209	P-18-211	P-18-212	P-18-217	P-18-219	P-18-221	P-18-222	P-18-202	P-18-204	P-18-220	P-18-206	P-18-223	P-18-208	P-18-215	P-18-210
MPa	LCPN																			
0	0,0011	0,0060	0,0038	0,0039	0,0238	0,0057	0,0210	0,0070	0,0013	0,0008	0,0006	0,0009	0,0031	0,0200	0,0026	0,0013	0,0000	0,0010	0,0030	0,0080
2	0,0016	0,0060	0,0040	0,0039	0,0239	0,0096	0,0210	0,0070	0,0015	0,0008	0,0012	0,0009	0,0032	0,0200	0,0026	0,0014	0,0013	0,0010	0,0030	0,0080
4	0,0017	0,0060	0,0044	0,0039	0,0239	0,0045	0,0210	0,0070	0,0015	0,0010	0,0019	0,0009	0,0032	0,0200	0,0026	0,0013	0,0015	0,0011	0,0030	0,0090
6	0,0018	0,0070	0,0044	0,0039	0,0239	0,0349	0,0210	0,0070	0,0015	0,0012	0,0027	0,0011	0,0032	0,0200	0,0026	0,0014	0,0014	0,0011	0,0030	0,0080
8	0,0017	0,0070	0,0038	0,0039	0,0239	0,0856	0,0210	0,0070	0,0015	0,0013	0,0036	0,0013	0,0031	0,0200	0,0026	0,0015	0,0015	0,0012	0,0030	0,0090
10	0,0020	0,0070	0,0039	0,0039	0,0238	0,0549	0,0210	0,0070	0,0015	0,0011	0,0045	0,0016	0,0032	0,0200	0,0027	0,0016	0,0015	0,0012	0,0040	0,0080
12	0,0018	0,0060	0,0047	0,0039	0,0239	0,0436	0,0210	0,0070	0,0015	0,0012	0,0053	0,0019	0,0110	0,0200	0,0026	0,0017	0,0015	0,0013	0,0040	0,0080
14	0,0017	0,0060	0,0043	0,0039	0,0239	0,0730	0,0210	0,0070	0,0018	0,0012	0,0063	0,0022	0,0110	0,0200	0,0026	0,0017	0,0015	0,0014	0,0040	0,0090
16	0,0018	0,0060	0,0048	0,0040	0,0238	0,1798	0,0210	0,0070	0,0020	0,0014	0,0072	0,0025	0,0110	0,0200	0,0026	0,0019	0,0014	0,0015	0,0040	0,0090
18	0,0018	0,0060	0,0044	0,0040	0,0239	0,0113	0,0210	0,0070	0,0022	0,0015	0,0080	0,0028	0,0110	0,0200	0,0026	0,0021	0,0014	0,0017	0,0040	0,0090
20	0,0019	0,0060	0,0044	0,0043	0,0238	0,1240	0,0210	0,0070	0,0026	0,0015	0,0088	0,0031	0,0110	0,0200	0,0026	0,0022	0,0014	0,0017	0,0040	0,0080

Tabla 4. Incertidumbre promedio, U, obtenida en cada punto, se destacan en color naranja los participantes con resultados sobrevalorados.

U Res-ensayo Laboratorios Participantes																				
resolución		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Presión	u _{res}	P-18-203	P-18-205	P-18-207	P-18-214	P-18-209	P-18-211	P-18-212	P-18-217	P-18-219	P-18-221	P-18-222	P-18-202	P-18-204	P-18-220	P-18-206	P-18-223	P-18-208	P-18-215	P-18-210
MPa	LCPN																			
0	0,00029	0,0170	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00030	0,0029	0,0003	0,0006	0,0003	0,0003	0,0006	0,0003
2	0,00029	0,0170	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00030	0,0029	0,0003	0,0006	0,0003	0,0003	0,0006	0,0003
4	0,00029	0,0170	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00030	0,0029	0,0003	0,0006	0,0003	0,0003	0,0006	0,0003
6	0,00029	0,0170	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00030	0,0029	0,0003	0,0006	0,0003	0,0003	0,0006	0,0003
8	0,00029	0,0170	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00030	0,0029	0,0003	0,0006	0,0003	0,0003	0,0006	0,0003
10	0,00029	0,0170	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00030	0,0029	0,0003	0,0006	0,0003	0,0003	0,0006	0,0003
12	0,00029	0,0170	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00030	0,0029	0,0003	0,0006	0,0003	0,0003	0,0006	0,0003
14	0,00029	0,0170	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00030	0,0029	0,0003	0,0006	0,0003	0,0003	0,0006	0,0003
16	0,00029	0,0170	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00030	0,0029	0,0003	0,0006	0,0003	0,0003	0,0006	0,0003
18	0,00029	0,0170	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00030	0,0029	0,0003	0,0006	0,0003	0,0003	0,0006	0,0003
20	0,00029	0,0170	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00029	0,00030	0,0029	0,0003	0,0006	0,0003	0,0003	0,0006	0,0003

Tabla 5. Incertidumbre por resolución del equipo en ensayo, se destacan en color naranja los participantes con error de cálculo.

u Histéresis Laboratorios Participantes																				
u histéresis		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Presión	u histéresis																			
	Piloto	P-18-203	P-18-205	P-18-207	P-18-214	P-18-209	P-18-211	P-18-212	P-18-217	P-18-219	P-18-221	P-18-222	P-18-202	P-18-204	P-18-220	P-18-206	P-18-223	P-18-208	P-18-215	P-18-210
MPa	LCPN																			
0	0,0000	0,0170	0,0000	0,0000	0,0001	0,0023	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0E+00	0,0000	0,0001	0,0003	0,0000	0,0000	0,0003	0,0001	0,0000
2	0,00017	0,0208	0,0003	0,0001	0,0007	0,0040	0,0000	0,0003	0,0001	0,0000	0,0003	0,0E+00	0,0001	0,0001	0,0000	0,0003	0,0000	0,0003	0,0001	0,0004
4	0,00014	0,0269	0,0007	0,0001	0,0009	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0003	0,0E+00	0,0001	0,0003	0,0001	0,0000	0,0001	0,0003	0,0001	0,0004
6	0,00018	0,0269	0,0006	0,0001	0,0007	0,0173	0,0002	0,0003	0,0001	0,0003	0,0000	0,0E+00	0,0001	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0001	0,0006
8	0,00015	0,0269	0,0000	0,0001	0,0009	0,0427	0,0002	0,0003	0,0001	0,0003	0,0001	0,0E+00	0,0000	0,0012	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0000	0,0006
10	0,00016	0,0208	0,0001	0,0001	0,0003	0,0220	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0004	0,0E+00	0,0003	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0000	0,0006
12	0,00015	0,0120	0,0007	0,0002	0,0007	0,0202	0,0004	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001	0,0E+00	0,0000	0,0006	0,0000	0,0003	0,0001	0,0003	-0,0001	0,0006
14	0,00013	0,0120	0,0004	0,0003	0,0006	0,0352	0,0001	0,0003	0,0001	0,0001	0,0006	0,0E+00	0,0003	0,0006	0,0000	0,0000	0,0003	0,0003	0,0001	0,0006
16	0,00007	0,0170	0,0009	0,0004	0,0003	0,0826	0,0002	0,0003	0,0001	0,0000	0,0006	0,0E+00	0,0000	0,0004	0,0001	0,0000	0,0000	0,0003	0,0003	0,0004
18	0,00006	0,0208	0,0007	0,0005	0,0006	0,0046	0,0001	0,0003	0,0000	0,0000	0,0001	0,0E+00	0,0009	0,0002	0,0001	0,0003	0,0000	0,0003	0,0001	0,0004
20	0,00001	0,0000	0,0007	0,0009	0,0003	0,0346	0,0001	0,0006	0,0003	0,0001	0,0001	0,0E+00	0,0001	0,0004	0,0001	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Tabla 6. Incertidumbre por histéresis del equipo en ensayo, se destacan en color naranja los participantes con resultados sobrevalorados y subvalorados (no puede ser cero).

u Repetibilidad Laboratorios Participantes																				
u repetibilidad		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Presión	u repetibilidad																			
	Piloto	P-18-203	P-18-205	P-18-207	P-18-214	P-18-209	P-18-211	P-18-212	P-18-217	P-18-219	P-18-221	P-18-222	P-18-202	P-18-204	P-18-220	P-18-206	P-18-223	P-18-208	P-18-215	P-18-210
MPa	LCPN																			
0	0,00027	0,00000	0,00000	0,00130	0,00029	0,00000	0,00029	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,0E+00	0,00000	0,00029	0,00000	0,00029	0,00000	0,00000	0,0E+00	0,0000
2	0,00063	0,01699	0,00058	0,00130	0,00029	0,00144	0,00000	0,00000	0,00029	0,00000	0,00000	0,0E+00	0,00030	0,00029	0,00000	0,0E+00	0,00000	0,0E+00	0,0003	0,0009
4	0,00070	0,01699	0,00087	0,00130	0,00058	0,00087	0,00029	0,00029	0,00029	0,00000	0,00000	0,0E+00	0,00030	0,00000	0,00029	0,0E+00	0,00029	0,0E+00	0,0006	0,0012
6	0,00071	0,02403	0,00087	0,00130	0,00087	0,00087	0,00029	0,00000	0,00029	0,00029	0,00000	0,0E+00	0,00030	0,00058	0,00000	0,0E+00	0,00000	0,0E+00	0,0006	0,0009
8	0,00066	0,02943	0,00000	0,00130	0,00058	0,00087	0,00029	0,00029	0,00029	0,00014	0,00014	0,0E+00	0,00030	0,00115	0,00000	0,00000	0,00000	0,0003	0,0012	0,0012
10	0,00083	0,02943	0,00029	0,00130	0,00029	0,01619	0,00029	0,00000	0,00029	0,00014	0,00014	0,0E+00	0,00000	0,00043	0,00029	0,0E+00	0,00000	0,0E+00	0,0012	0,0009
12	0,00072	0,01699	0,00115	0,00130	0,00058	0,00779	0,00058	0,00029	0,00029	0,00014	0,00014	0,0E+00	0,00030	0,00087	0,00029	0,0E+00	0,00029	0,0E+00	0,0006	0,0009
14	0,00065	0,01699	0,00087	0,00130	0,00058	0,00924	0,00029	0,00029	0,00029	0,00014	0,00000	0,0E+00	0,00000	0,00087	0,00000	0,0E+00	0,00000	0,0E+00	0,0006	0,0012
16	0,00075	0,00000	0,00115	0,00130	0,00029	0,03551	0,00058	0,00029	0,00029	0,00029	0,00000	0,0E+00	0,00000	0,00115	0,00029	0,0E+00	0,00000	0,0E+00	0,0006	0,0012
18	0,00074	0,01699	0,00087	0,00130	0,00029	0,00202	0,00029	0,00000	0,00029	0,00029	0,00014	0,0E+00	0,00030	0,00058	0,00029	0,0E+00	0,00000	0,0E+00	0,0006	0,0017
20	0,00079	0,01699	0,00087	0,00130	0,00029	0,05138	0,00029	0,00029	0,00058	0,00014	0,00014	0,0E+00	0,00030	0,00043	0,00029	0,0E+00	0,00000	0,0E+00	0,0003	0,0003

Tabla 7. Incertidumbre por repetibilidad del equipo en ensayo, se destacan en color naranja los participantes con resultados subvalorados (no puede ser cero) y sobrevalorados.

u Desv cero Laboratorios Participantes																				
desv 0		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Presión	u desv 0																			
	Piloto	P-18-203	P-18-205	P-18-207	P-18-214	P-18-209	P-18-211	P-18-212	P-18-217	P-18-219	P-18-221	P-18-222	P-18-202	P-18-204	P-18-220	P-18-206	P-18-223	P-18-208	P-18-215	P-18-210
MPa	LCPN																			
0	0,00003	0,01699	0,0E+00	0,0E+00	0,00029	0,00058	0,00029	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,00000	0,00014	0,00058	0,0E+00	0,0E+00	0,00029	0,00029	0,0E+00
2	0,00003	0,01699	0,0E+00	0,0E+00	0,00029	0,00058	0,00029	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,00030	0,00014	0,00058	0,0E+00	0,0E+00	0,00029	0,00029	0,0E+00
4	0,00003	0,01699	0,0E+00	0,0E+00	0,00029	0,00058	0,00029	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,00030	0,00014	0,00058	0,0E+00	0,0E+00	0,00029	0,00029	0,0E+00
6	0,00003	0,01699	0,0E+00	0,0E+00	0,00029	0,00058	0,00029	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,00030	0,00014	0,00058	0,0E+00	0,0E+00	0,00029	0,00029	0,0E+00
8	0,00003	0,01699	0,0E+00	0,0E+00	0,00029	0,00058	0,00029	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,00000	0,00014	0,00058	0,0E+00	0,0E+00	0,00029	0,00029	0,0E+00
10	0,00003	0,01699	0,0E+00	0,0E+00	0,00029	0,00058	0,00029	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,00030	0,00014	0,00058	0,0E+00	0,0E+00	0,00029	0,00029	0,0E+00
12	0,00003	0,01699	0,0E+00	0,0E+00	0,00029	0,00058	0,00029	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,00000	0,00014	0,00058	0,0E+00	0,0E+00	0,00029	0,00029	0,0E+00
14	0,00003	0,01699	0,0E+00	0,0E+00	0,00029	0,00058	0,00029	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,00030	0,00014	0,00058	0,0E+00	0,0E+00	0,00029	0,00029	0,0E+00
16	0,00003	0,01699	0,0E+00	0,0E+00	0,00029	0,00058	0,00029	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,00000	0,00014	0,00058	0,0E+00	0,0E+00	0,00029	0,00029	0,0E+00
18	0,00003	0,01699	0,0E+00	0,0E+00	0,00029	0,00058	0,00029	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,00030	0,00014	0,00058	0,0E+00	0,0E+00	0,00029	0,00029	0,0E+00
20	0,00003	0,01699	0,0E+00	0,0E+00	0,00029	0,00058	0,00029	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,00030	0,00014	0,00058	0,0E+00	0,0E+00	0,00029	0,00029	0,0E+00

Tabla 8. Incertidumbre por desviación de cero del equipo en ensayo, se destaca en color naranja el participante con resultado sobrevalorado.

U Patrón = 1																				
u patrón		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Presión	u patrón	P-18-203	P-18-205	P-18-207	P-18-214	P-18-209	P-18-211	P-18-212	P-18-217	P-18-219	P-18-221	P-18-222	P-18-202	P-18-204	P-18-220	P-18-206	P-18-223	P-18-208	P-18-215	P-18-210
MPa	LCPN																			
0	0,00010	0,0557	0,0015	0,0014	0,0100	0,0015	0,0055	0,0027	0,0006	0,0000	0,0000	0,0004	0,0015	0,0550	0,0010	0,0007	0,0000	0,0001	0,0005	0,0040
2	0,00010	0,0557	0,0015	0,0014	0,0100	0,0020	0,0055	0,0027	0,0006	0,0001	0,0004	0,0004	0,0015	0,0550	0,0010	0,0007	0,0001	0,0001	0,0010	0,0040
4	0,00010	0,0557	0,0015	0,0014	0,0100	0,0020	0,0055	0,0027	0,0006	0,0001	0,0009	0,0004	0,0015	0,0550	0,0010	0,0007	0,0001	0,0001	0,0010	0,0040
6	0,00010	0,0557	0,0015	0,0014	0,0100	0,0020	0,0055	0,0027	0,0006	0,0002	0,0013	0,0004	0,0015	0,0550	0,0010	0,0007	0,0001	0,0001	0,0010	0,0040
8	0,00010	0,0557	0,0015	0,0014	0,0100	0,0020	0,0055	0,0027	0,0006	0,0002	0,0018	0,0006	0,0015	0,0550	0,0010	0,0007	0,0001	0,0002	0,0010	0,0040
10	0,00010	0,0557	0,0015	0,0014	0,0100	0,0025	0,0055	0,0027	0,0006	0,0003	0,0022	0,0007	0,0015	0,0550	0,0010	0,0008	0,0001	0,0002	0,0010	0,0040
12	0,00012	0,0557	0,0015	0,0014	0,0100	0,0025	0,0055	0,0027	0,0006	0,0003	0,0026	0,0009	0,0050	0,0550	0,0010	0,0008	0,0002	0,0002	0,0015	0,0040
14	0,00014	0,0557	0,0015	0,0014	0,0100	0,0025	0,0055	0,0027	0,0008	0,0004	0,0031	0,0010	0,0050	0,0550	0,0010	0,0009	0,0002	0,0003	0,0015	0,0040
16	0,00016	0,0557	0,0015	0,0014	0,0100	0,0025	0,0055	0,0027	0,0009	0,0004	0,0035	0,0012	0,0050	0,0550	0,0010	0,0009	0,0002	0,0003	0,0015	0,0040
18	0,00018	0,0557	0,0015	0,0014	0,0100	0,0025	0,0055	0,0027	0,0010	0,0005	0,0040	0,0013	0,0050	0,0550	0,0010	0,0010	0,0002	0,0003	0,0015	0,0040
20	0,00020	0,0557	0,0015	0,0014	0,0100	0,0025	0,0055	0,0027	0,0011	0,0005	0,0044	0,0015	0,0050	0,0550	0,0010	0,0011	0,0003	0,0004	0,0015	0,0040

Tabla 9. Incertidumbre por incertidumbre del patrón utilizado, se destacan en color naranja los participantes con error en el cálculo de acuerdo a los datos proporcionados.

u deriva patrón Laboratorios Participantes																				
DERIVA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Presión	u deriva	P-18-203	P-18-205	P-18-207	P-18-214	P-18-209	P-18-211	P-18-212	P-18-217	P-18-219	P-18-221	P-18-222	P-18-202	P-18-204	P-18-220	P-18-206	P-18-223	P-18-208	P-18-215	P-18-210
MPa	LCPN																			
0	0,00001	0,0200	0,0012	0,0003	0,0058	0,0009	0,0075	0,0017	0,0001	0,0000	0,0000	sin info	0,0002	0,0550	0,0005	0,0001	0,0000	0,0000	0,0012	0,0026
2	0,00001	0,0200	0,0012	0,0003	0,0058	0,0003	0,0075	0,0017	0,0001	0,0000	0,0000	sin info	0,0002	0,0550	0,0005	0,0001	0,0001	0,0001	0,0012	0,0026
4	0,00001	0,0200	0,0012	0,0003	0,0058	0,0003	0,0075	0,0017	0,0001	0,0001	0,0000	sin info	0,0002	0,0550	0,0005	0,0001	0,0001	0,0001	0,0012	0,0026
6	0,00001	0,0200	0,0012	0,0003	0,0058	0,0003	0,0075	0,0017	0,0001	0,0001	0,0000	sin info	0,0002	0,0550	0,0005	0,0001	0,0001	0,0002	0,0012	0,0026
8	0,00001	0,0200	0,0012	0,0003	0,0058	0,0003	0,0075	0,0017	0,0001	0,0001	0,0001	sin info	0,0002	0,0550	0,0005	0,0001	0,0001	0,0002	0,0012	0,0026
10	0,00001	0,0200	0,0012	0,0003	0,0058	0,0003	0,0075	0,0017	0,0001	0,0002	0,0001	sin info	0,0002	0,0550	0,0005	0,0001	0,0001	0,0003	0,0012	0,0026
12	0,00001	0,0200	0,0012	0,0003	0,0058	0,0003	0,0075	0,0017	0,0001	0,0002	0,0001	sin info	0,0020	0,0550	0,0005	0,0001	0,0001	0,0003	0,0012	0,0026
14	0,00001	0,0200	0,0012	0,0003	0,0058	0,0003	0,0075	0,0017	0,0001	0,0002	0,0001	sin info	0,0020	0,0550	0,0005	0,0001	0,0001	0,0004	0,0012	0,0026
16	0,00001	0,0200	0,0012	0,0003	0,0058	0,0003	0,0075	0,0017	0,0001	0,0002	0,0001	sin info	0,0020	0,0550	0,0005	0,0001	0,0001	0,0005	0,0012	0,0026
18	0,00001	0,0200	0,0012	0,0003	0,0058	0,0003	0,0075	0,0017	0,0001	0,0003	0,0001	sin info	0,0020	0,0550	0,0005	0,0001	0,0001	0,0005	0,0012	0,0026
20	0,00001	0,0200	0,0012	0,0003	0,0058	0,0003	0,0075	0,0017	0,0001	0,0003	1,27E-04	sin info	0,0020	0,0550	0,0005	0,0001	0,0001	0,0006	0,0012	0,0026

Tabla 10. Incertidumbre por deriva del patrón utilizado de cada laboratorio participante, se destacan en color naranja los participantes con resultados subvalorados (no puede ser cero) y sobrevalorados.

u Diff altura Laboratorios Participantes																				
DIFF ALTURA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Presión	u Δh	P-18-203	P-18-205	P-18-207	P-18-214	P-18-209	P-18-211	P-18-212	P-18-217	P-18-219	P-18-221	P-18-222	P-18-202	P-18-204	P-18-220	P-18-206	P-18-223	P-18-208	P-18-215	P-18-210
MPa	LCPN																			
0	2,24E-05	cero	cero	cero	1,95E-04	cero	2,50E-03	6,00E-05	2,40E-04	5,37E-05	2,58E-05	1,23E-06	1,00E-05	4,24E-05	5,65E-05	7,34E-06	0,00E+00	2,64E-05	0,0001	0,0001
2	2,24E-05	cero	cero	cero	1,95E-04	cero	2,50E-03	6,00E-05	2,40E-04	5,37E-05	2,58E-05	1,23E-06	1,00E-05	4,24E-05	5,65E-05	7,34E-06	2,24E-06	2,64E-05	0,0001	0,0001
4	2,24E-05	cero	cero	cero	1,95E-04	cero	2,50E-03	6,00E-05	2,40E-04	5,38E-05	2,59E-05	1,23E-06	1,00E-05	4,24E-05	5,65E-05	7,34E-06	2,24E-06	2,64E-05	0,0001	0,0001
6	2,24E-05	cero	cero	cero	1,95E-04	cero	2,50E-03	6,00E-05	2,40E-04	5,39E-05	2,59E-05	1,23E-06	1,00E-05	4,24E-05	5,65E-05	7,34E-06	2,24E-06	2,64E-05	0,0001	0,0001
8	2,24E-05	cero	cero	cero	1,95E-04	cero	2,50E-03	6,00E-05	2,40E-04	5,40E-05	2,60E-05	1,23E-06	1,00E-05	4,24E-05	5,65E-05	7,34E-06	2,24E-06	2,64E-05	0,0001	0,0001
10	2,24E-05	cero	cero	cero	1,95E-04	cero	2,50E-03	6,00E-05	2,40E-04	5,41E-05	2,60E-05	1,23E-06	1,00E-05	4,24E-05	5,65E-05	7,34E-06	2,24E-06	2,64E-05	0,0001	0,0001
12	2,24E-05	cero	cero	cero	1,95E-04	cero	2,50E-03	6,00E-05	2,40E-04	5,42E-05	2,61E-05	1,23E-06	1,00E-05	4,24E-05	5,65E-05	7,34E-06	2,24E-06	2,64E-05	0,0001	0,0001
14	2,24E-05	cero	cero	cero	1,95E-04	cero	2,50E-03	6,00E-05	2,40E-04	5,43E-05	2,61E-05	1,23E-06	1,00E-05	4,24E-05	5,65E-05	7,34E-06	2,24E-06	2,64E-05	0,0001	0,0001
16	2,24E-05	cero	cero	cero	1,95E-04	cero	2,50E-03	6,00E-05	2,40E-04	5,44E-05	2,61E-05	1,23E-06	1,00E-05	4,24E-05	5,65E-05	7,34E-06	2,24E-06	2,64E-05	0,0001	0,0001
18	2,24E-05	cero	cero	cero	1,95E-04	cero	2,50E-03	6,00E-05	2,40E-04	5,45E-05	2,62E-05	1,23E-06	1,00E-05	4,24E-05	5,65E-05	7,34E-06	2,24E-06	2,64E-05	0,0001	0,0001
20	2,24E-05	cero	cero	cero	1,95E-04	cero	2,50E-03	6,00E-05	2,40E-04	5,46E-05	2,62E-05	1,23E-06	1,00E-05	4,24E-05	5,65E-05	7,34E-06	2,24E-06	2,64E-05	0,0001	0,0001

Tabla 11. Incertidumbre por diferencia de altura entre el equipo en ensayo y el patrón utilizado, se destacan en color naranja los participantes con resultados de error de cálculo o no calculados (no puede ser cero).

MCM Laboratorios Participantes																				
DIFF ALTURA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Presión	MCM	P-18-203	P-18-205	P-18-207	P-18-214	P-18-209	P-18-211	P-18-212	P-18-217	P-18-219	P-18-221	P-18-222	P-18-202	P-18-204	P-18-220	P-18-206	P-18-223	P-18-208	P-18-215	P-18-210
MPa	LCPN																			
0	0,00334	0,0200	0,0033	0,0100	0,0300	SIN INFO	0,0200	0,0200	0,0000	0,0050	0,0009	0,0000	0,0120	0,0250	0,0020	0,0004	SIN INFO	0,0007	0,0020	0,0100
2	0,00334	0,0200	0,0033	0,0100	0,0300	SIN INFO	0,0200	0,0200	0,0002	0,0050	0,0009	0,0002	0,0120	0,0250	0,0020	0,0004	SIN INFO	0,0008	0,0050	0,0100
4	0,00334	0,0200	0,0033	0,0100	0,0300	SIN INFO	0,0200	0,0200	0,0004	0,0050	0,0018	0,0005	0,0120	0,0250	0,0020	0,0004	SIN INFO	0,0008	0,0050	0,0100
6	0,00334	0,0200	0,0033	0,0100	0,0300	SIN INFO	0,0200	0,0200	0,0006	0,0050	0,0026	0,0007	0,0120	0,0250	0,0020	0,0004	SIN INFO	0,0008	0,0500	0,0100
8	0,00334	0,0200	0,0033	0,0100	0,0300	SIN INFO	0,0200	0,0200	0,0008	0,0050	0,0035	0,0010	0,0120	0,0250	0,0020	0,0004	SIN INFO	0,0009	0,0500	0,0100
10	0,00334	0,0200	0,0033	0,0100	0,0300	SIN INFO	0,0200	0,0200	0,0009	0,0053	0,0044	0,0012	0,0120	0,0250	0,0020	0,0004	SIN INFO	0,0009	0,0500	0,0100
12	0,00334	0,0200	0,0033	0,0100	0,0300	SIN INFO	0,0200	0,0200	0,0011	0,0063	0,0053	0,0014	0,0120	0,0250	0,0020	0,0004	SIN INFO	0,0010	0,0500	0,0100
14	0,00334	0,0200	0,0033	0,0100	0,0300	SIN INFO	0,0200	0,0200	0,0013	0,0073	0,0062	0,0017	0,0120	0,0250	0,0020	0,0004	SIN INFO	0,0011	0,0500	0,0100
16	0,00334	0,0200	0,0033	0,0100	0,0300	SIN INFO	0,0200	0,0200	0,0015	0,0084	0,0070	0,0019	0,0120	0,0250	0,0020	0,0004	SIN INFO	0,0012	0,0500	0,0100
18	0,00334	0,0200	0,0033	0,0100	0,0300	SIN INFO	0,0200	0,0200	0,0017	0,0094	0,0079	0,0021	0,0120	0,0250	0,0020	0,0004	SIN INFO	0,0013	0,0500	0,0100
20	0,00334	0,0200	0,0033	0,0100	0,0300	SIN INFO	0,0200	0,0200	0,0019	0,0105	0,0088	0,0024	0,0120	0,0250	0,0020	0,0004	SIN INFO	0,0014	0,0500	0,0100

Tabla 12. MCM de acuerdo al patrón utilizado de cada laboratorio participante, se destacan en color naranja los participantes con resultados subvalorados y sobrevalorados.

Gráficos Individuales Error de cada participante con LCPN

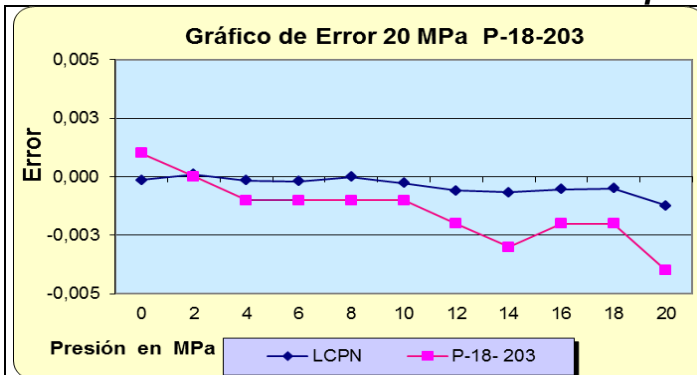


Gráfico (a)

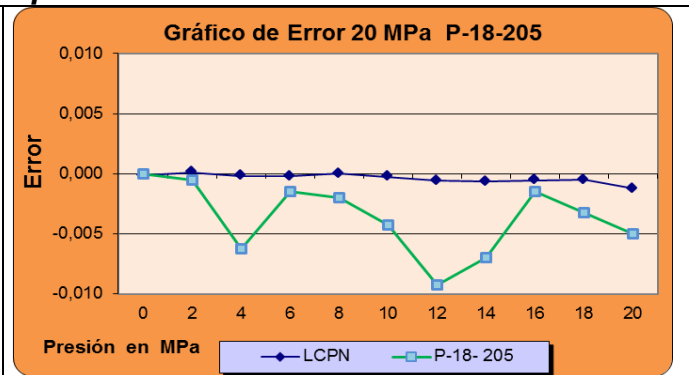


Gráfico (b)

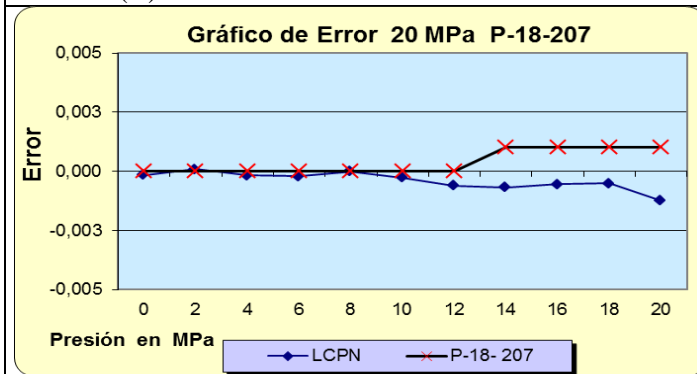


Gráfico (c)

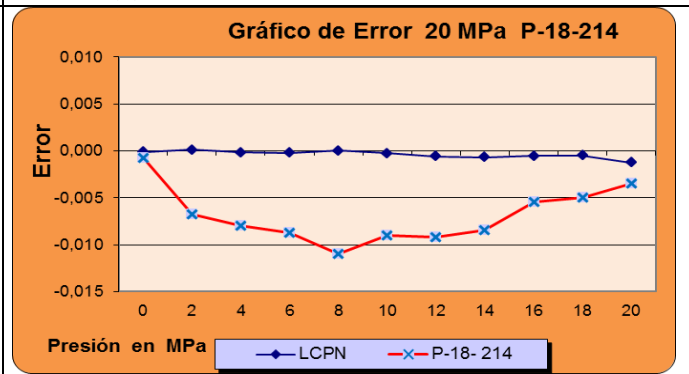


Gráfico (d)

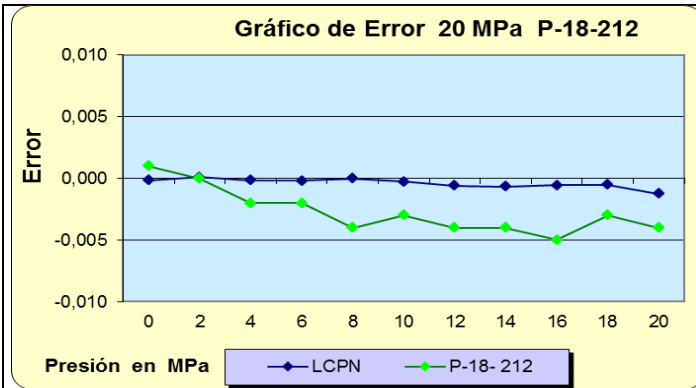


Gráfico (e)

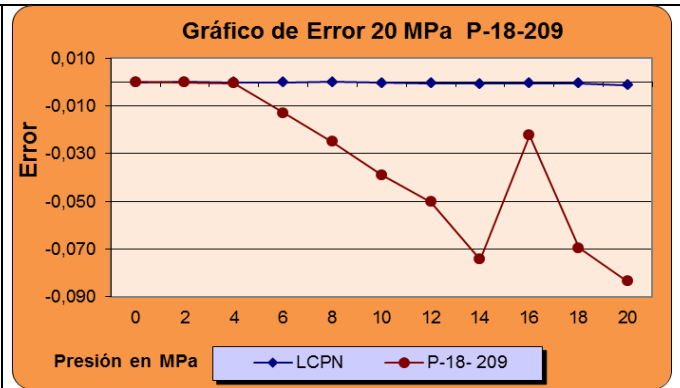


Gráfico (f)

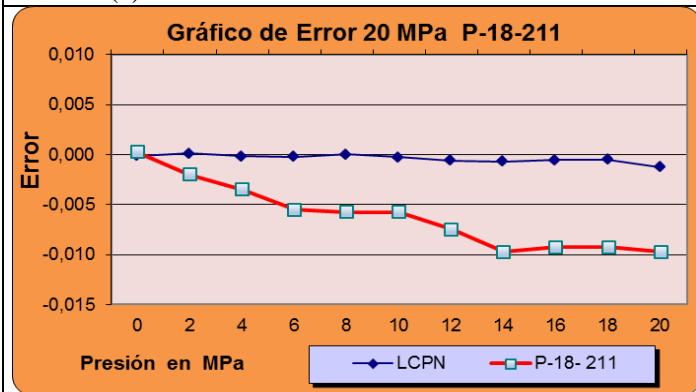


Gráfico (g)

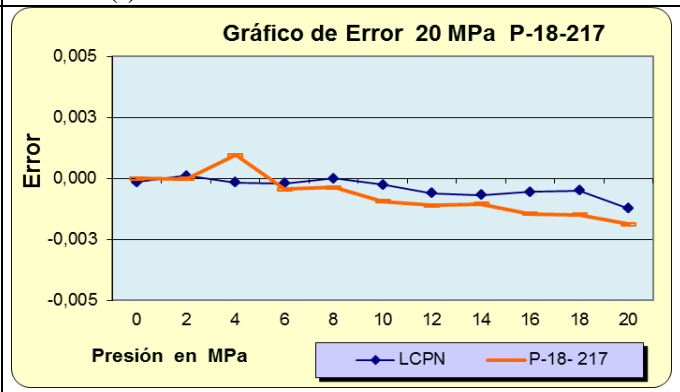


Gráfico (h)

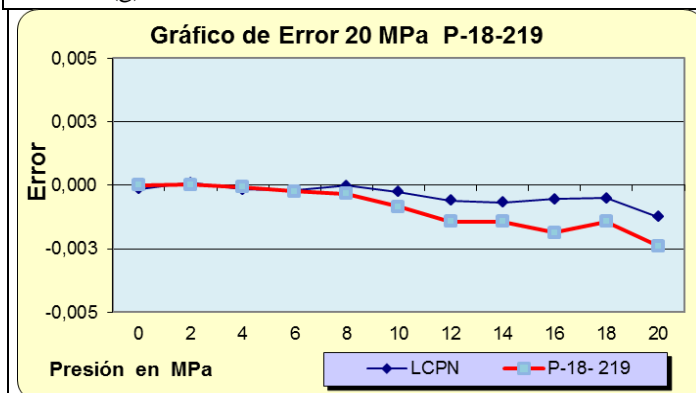


Gráfico (i)

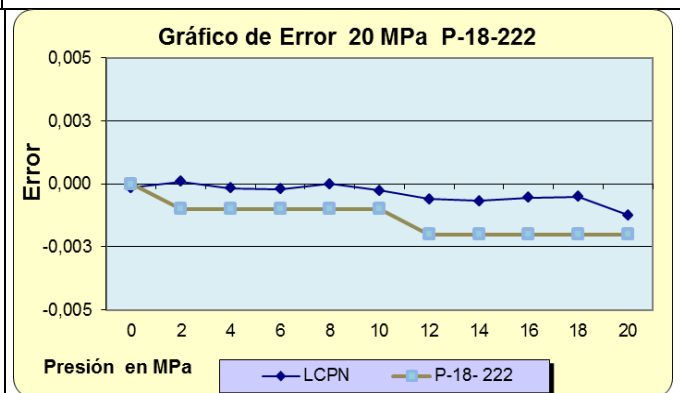


Gráfico (k)

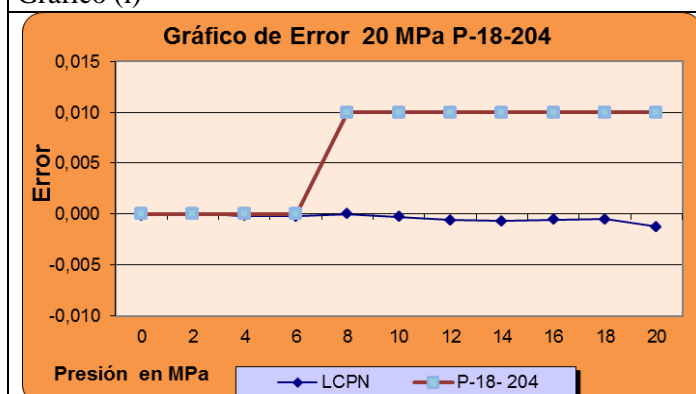


Gráfico (m)

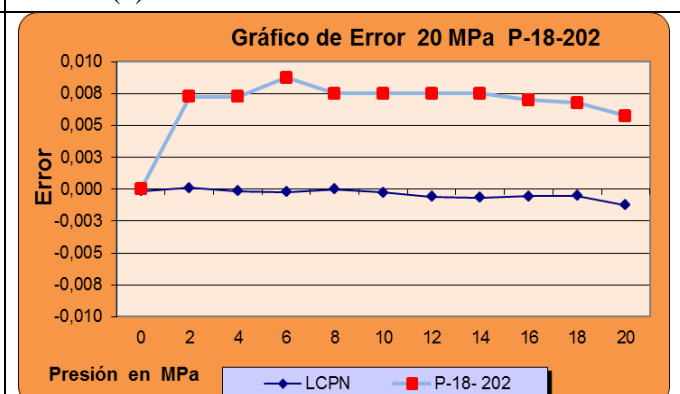


Gráfico (n)

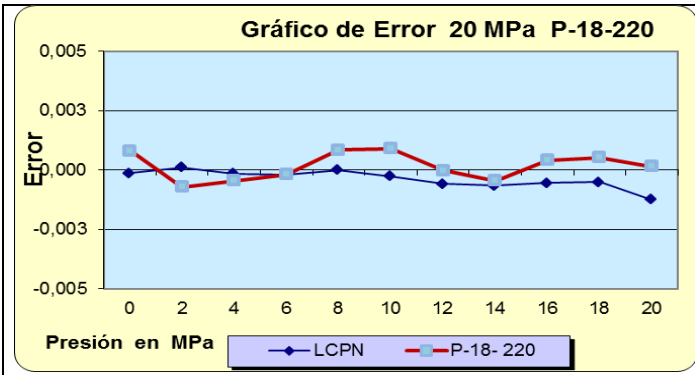


Gráfico (p)

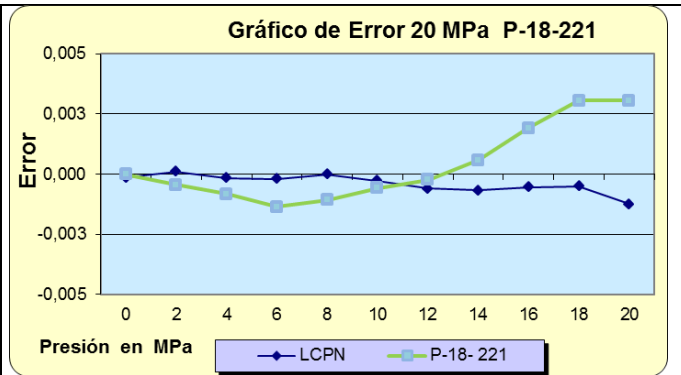


Gráfico (r)

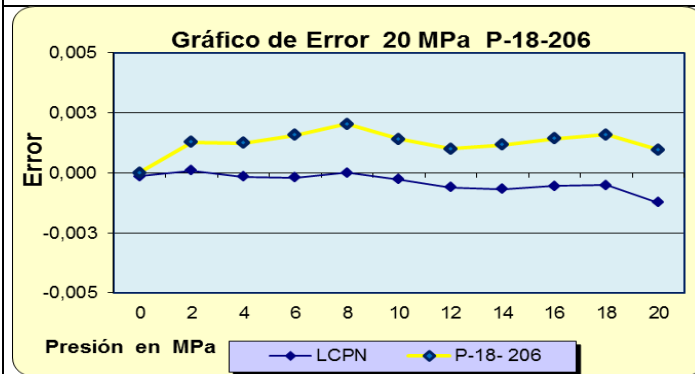


Gráfico (s)

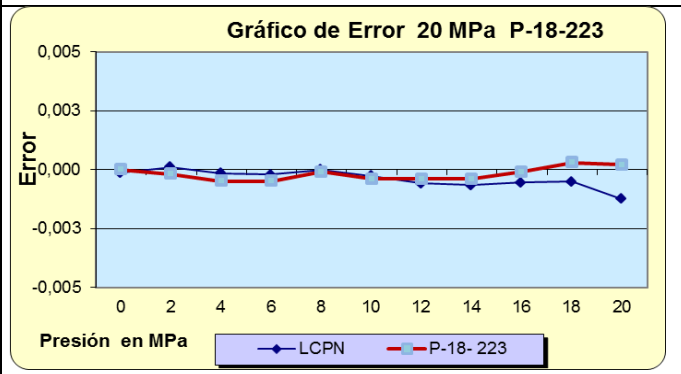


Gráfico (t)

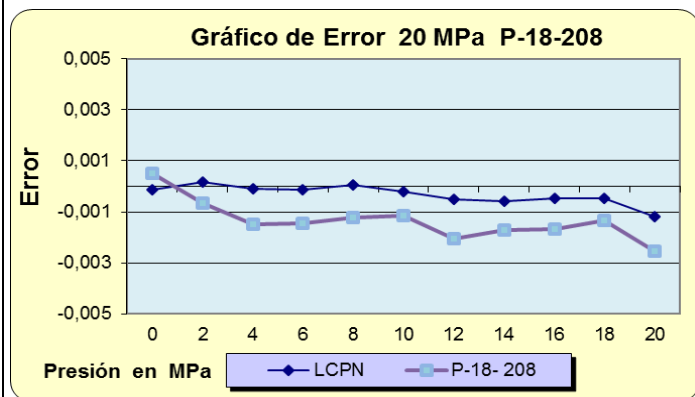


Gráfico (u)

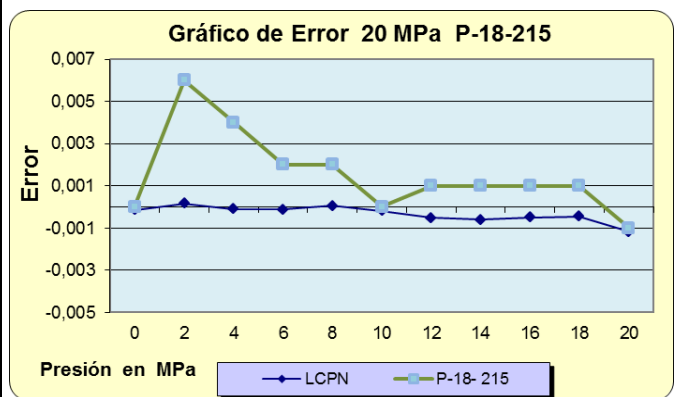


Gráfico (v)

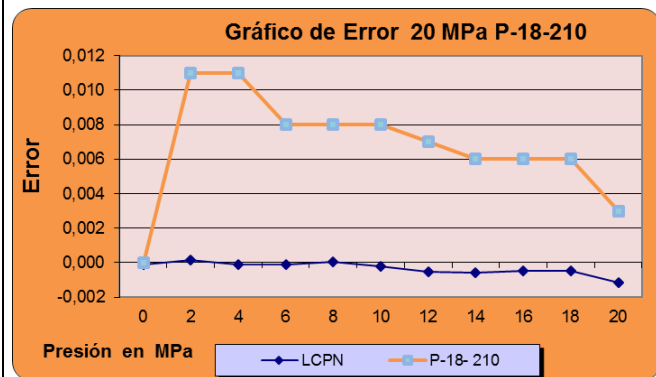


Gráfico (w)

Gráfico 2. Curvas de error, E, de todos los laboratorios.

El gráfico 2 muestra las curvas del error para el patrón de comparación por cada uno de los laboratorios participantes y presentan gráficamente los resultados obtenidos por los participantes para el error promedio E.

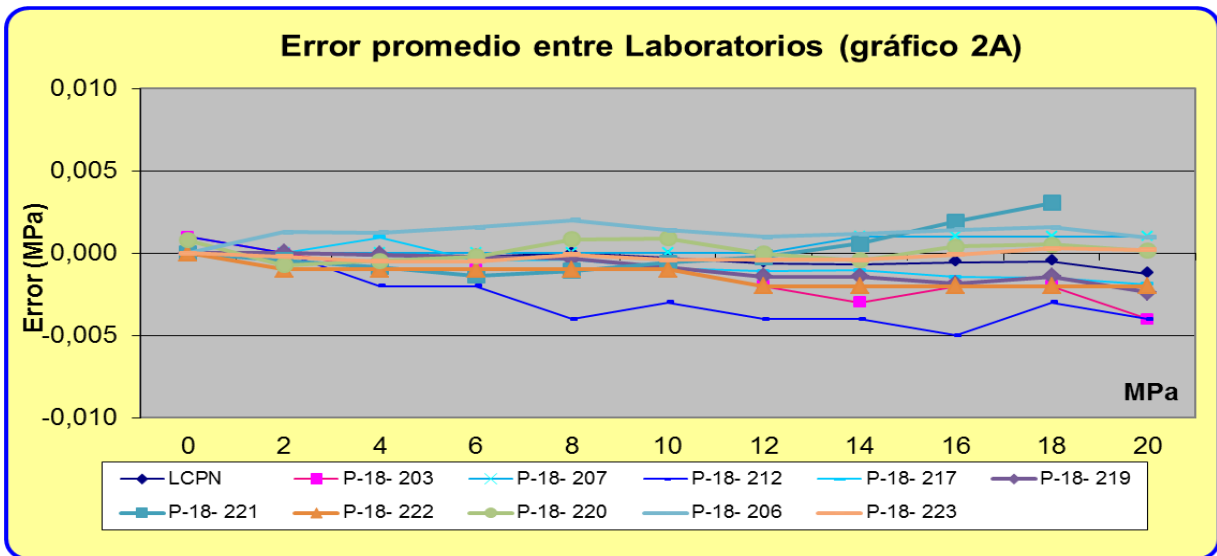


Gráfico 2A. Curvas de error, E, de los laboratorios con mejor concordancia.

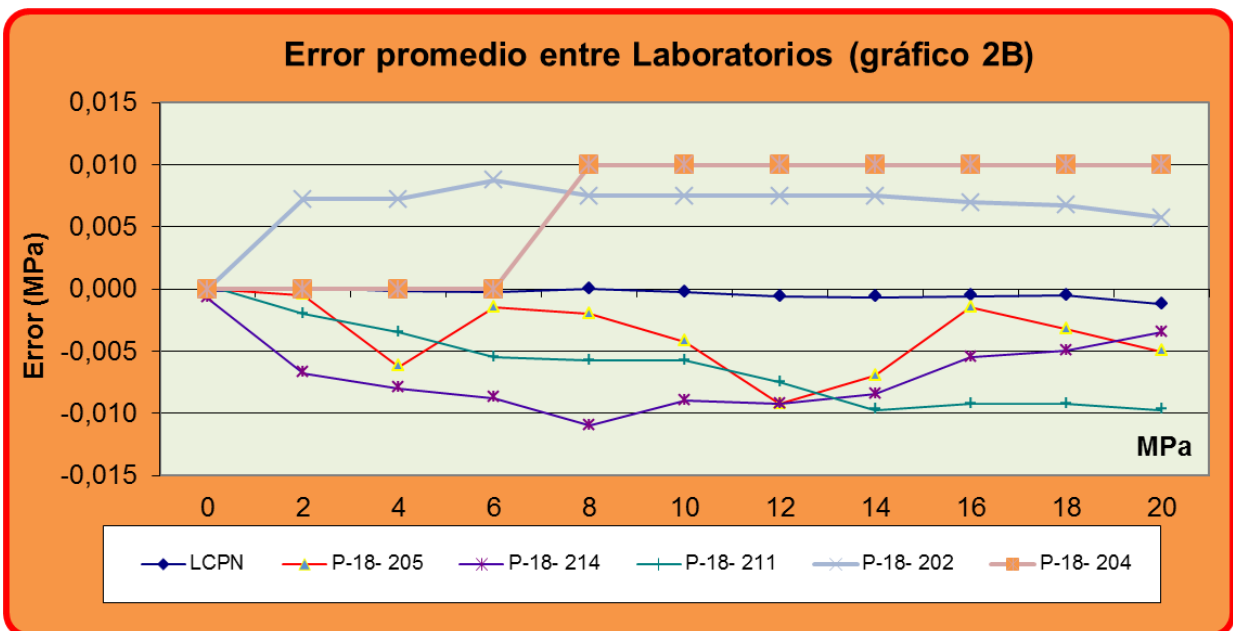


Gráfico 2B. Curvas de error, E, de los laboratorios con menor concordancia. No se grafica P-18-209 por valores muy extremos

El gráfico 3A y 3B registran los errores promedios con la incertidumbre expandida de cada laboratorio.

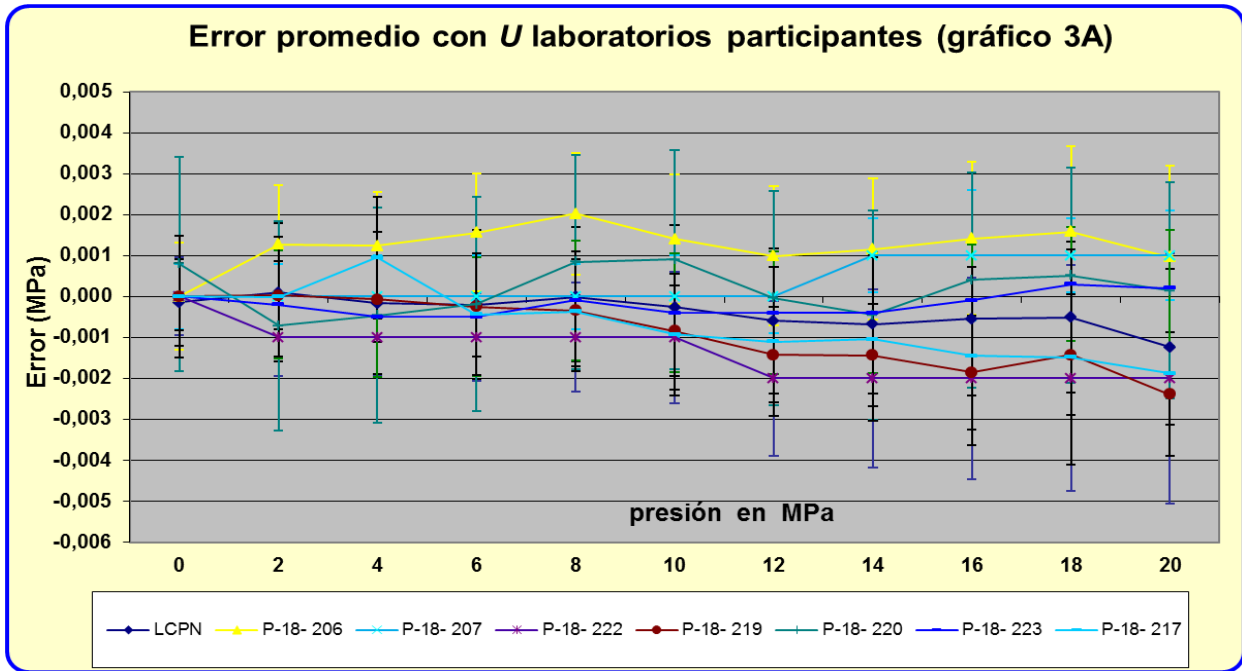


Gráfico 3A. Datos de error promedio, E , con incertidumbre expandida, U , de algunos Laboratorios con mejor concordancia.

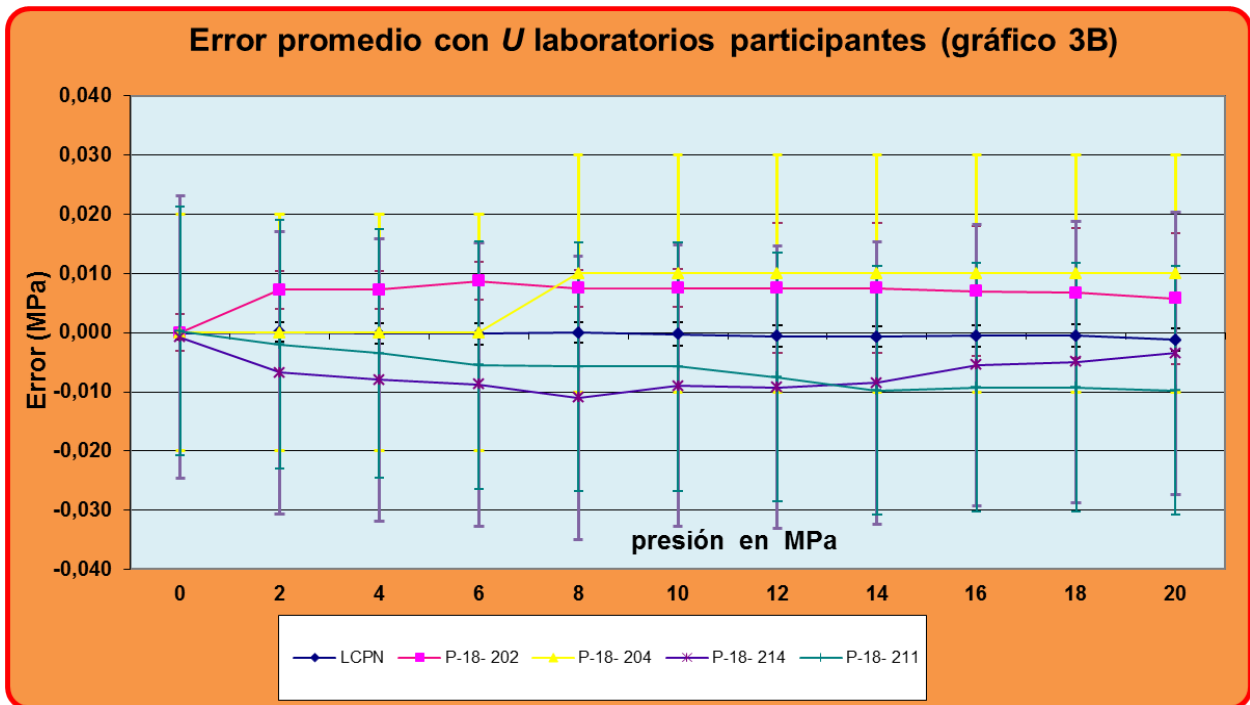
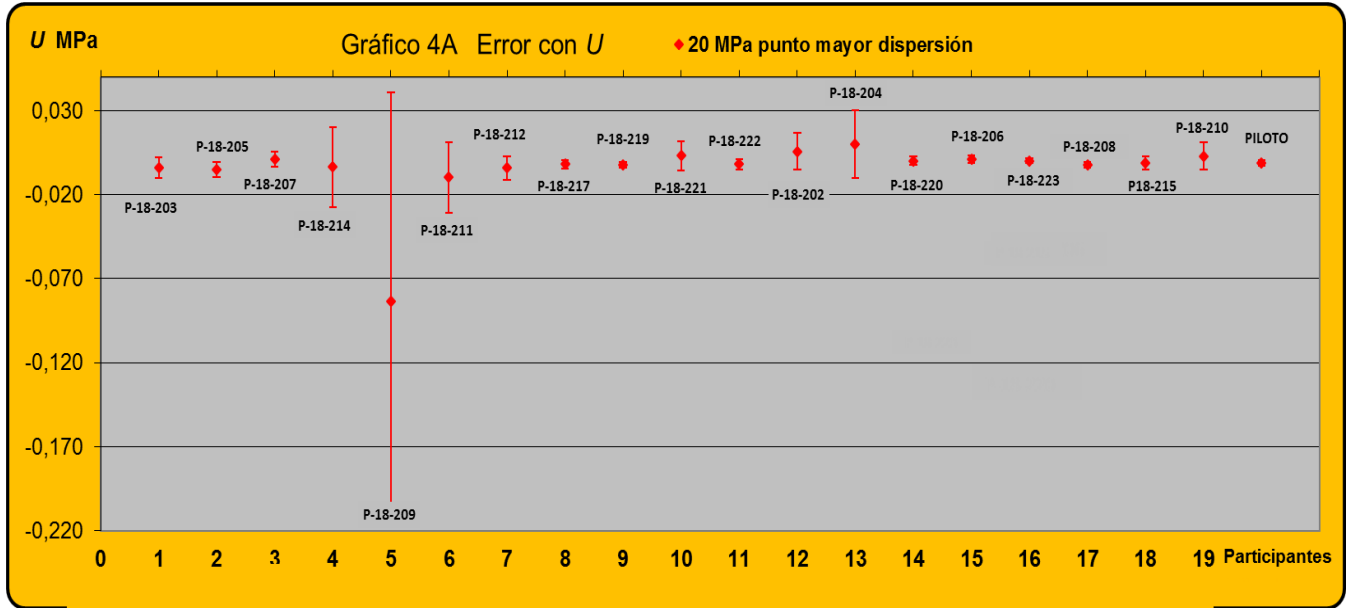


Gráfico 3B. Datos de error promedio, E , con incertidumbre expandida, U , de algunos Laboratorios con menor concordancia.

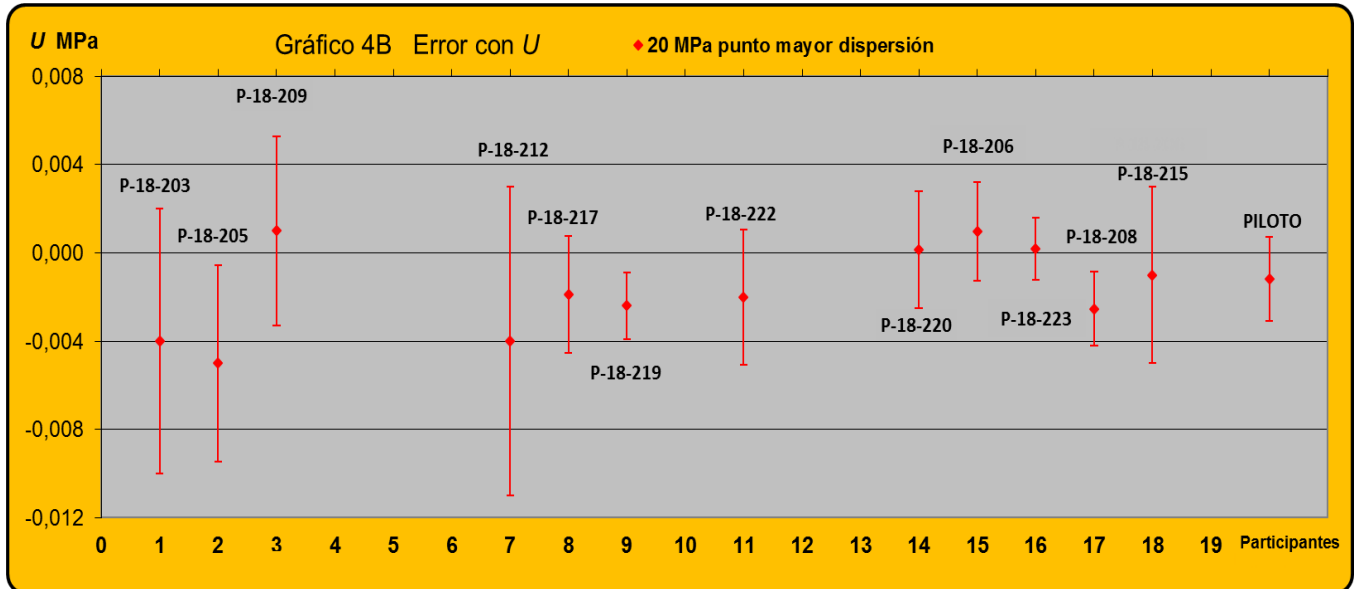
El gráfico 4A muestra el punto 20 MPa con mayor dispersión entre los laboratorios participantes.

punto MPa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	PILOTO
20	-0,0040	-0,0050	0,0010	-0,0035	-0,0835	-0,0098	-0,0040	-0,0019	-0,0024	0,0030	-0,0020	0,0058	0,0100	0,0001	0,0010	0,0002	-0,0025	-0,0010	0,0030	-0,0012
U	0,0060	0,0044	0,0043	0,0238	0,1240	0,0210	0,0070	0,0026	0,0015	0,0088	0,0031	0,0110	0,0200	0,0026	0,0022	0,0014	0,0017	0,0040	0,0080	0,002



El gráfico 4B muestra el punto 20 MPa con mayor dispersión entre los participantes con menor incertidumbre.

punto MPa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	PILOTO
20	-0,0040	-0,0050	0,0010				-0,0040	-0,0019	-0,0024		-0,0020			0,0001	0,0010	0,0002	-0,0025	-0,0010		-0,0012
U	0,0060	0,0044	0,0043				0,0070	0,0026	0,0015		0,0031			0,0026	0,0022	0,0014	0,0017	0,0040		0,002



El gráfico 5A muestra el punto 2 MPa con menor dispersión entre los resultados de los laboratorios participantes.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
punto	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	PILOTO
MPa	203	205	207	214	209	211	212	217	219	221	222	202	204	220	206	223	208	215	210	
2	0,0000	-0,0005	0,0000	-0,0067	-0,0002	-0,0020	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0004	-0,0010	0,0072	0,0000	-0,0007	0,0013	-0,0002	-0,0007	0,0060	0,0110	0,0002
U	0,0060	0,0040	0,0039	0,0239	0,0096	0,0210	0,0070	0,0015	0,0008	0,0012	0,0009	0,0032	0,0200	0,0026	0,0014	0,0013	0,0010	0,0030	0,0080	0,0016

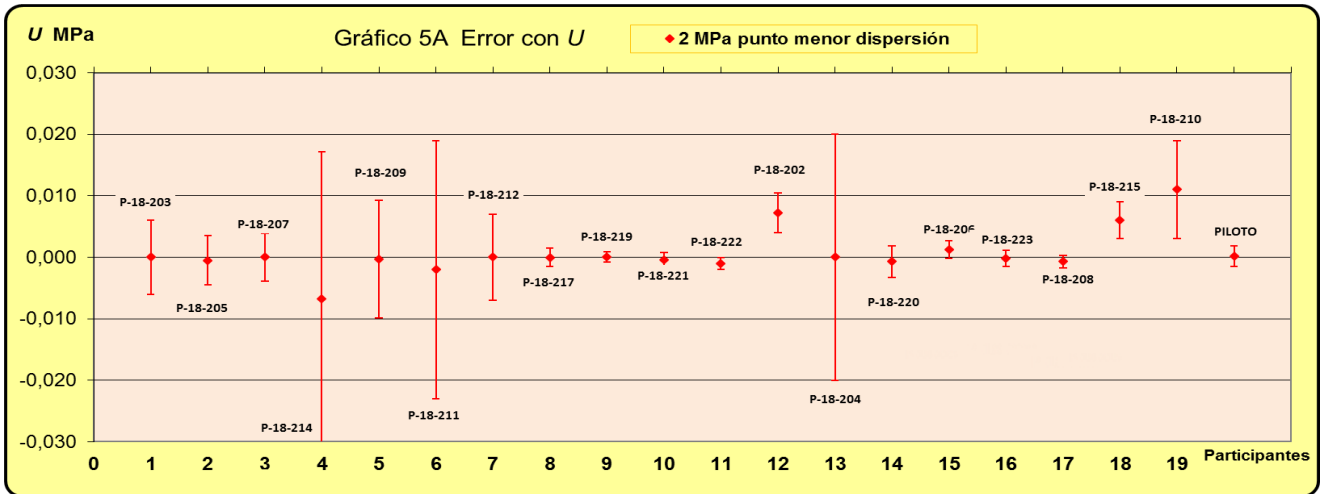
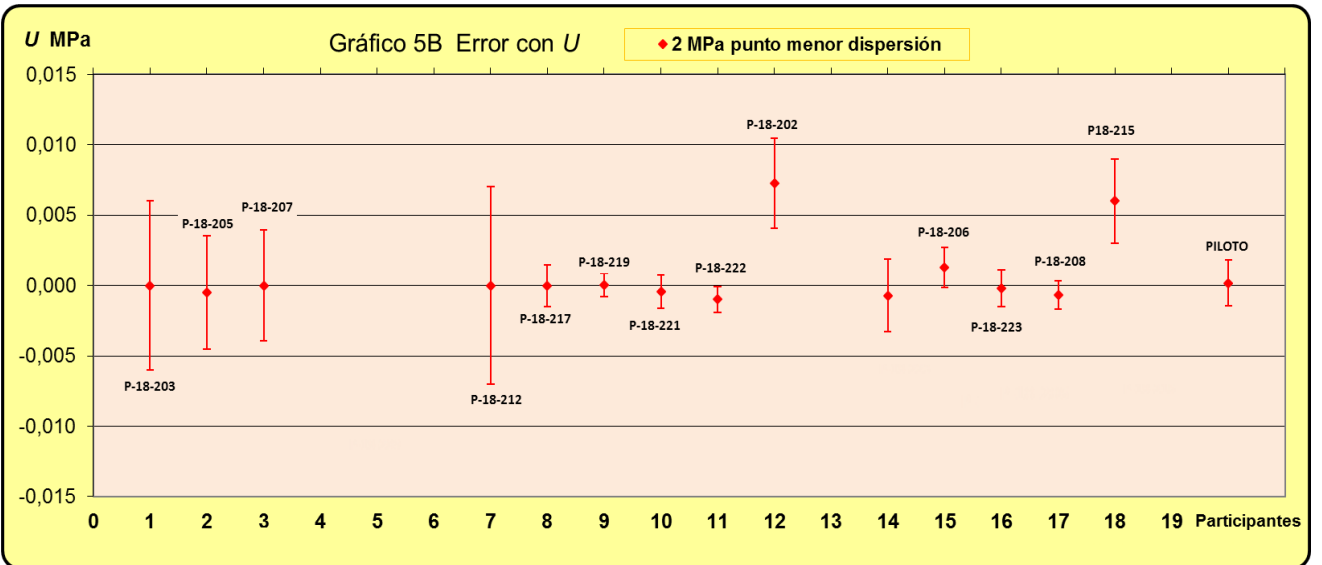


Gráfico 5. Datos de error promedio E, con incertidumbre expandida, U, en el punto de medición con menor dispersión.

El gráfico 5B muestra el punto 2 MPa con menor dispersión entre los participantes con menor incertidumbre.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
punto	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	P-18	PILOTO
MPa	203	205	207	214	209	211	212	217	219	221	222	202	204	220	206	223	208	215	210	
2	0,0000	-0,0005	0,0000				0,0000	0,0000	0,0000	-0,0004	-0,0010	0,0072		-0,0007	0,0013	-0,0002	-0,0007	0,0060		0,0002
U	0,0060	0,0040	0,0039				0,0070	0,0015	0,0008	0,0012	0,0009	0,0032		0,0026	0,0014	0,0013	0,0010	0,0030		0,0016



Evaluación de los resultados

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.

Desempeño de los laboratorios

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.

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

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} = U expandida (k=2) del error de la medición del laboratorio participante.

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

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

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

La tabla 13 es una presentación esquemática de los errores normalizados (E_n), de los laboratorios participantes.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Tabla de error normalizado (E_n)																			
MPa	P-18-203	P-18-205	P-18-207	P-18-214	P-18-209	P-18-211	P-18-212	P-18-217	P-18-219	P-18-221	P-18-222	P-18-202	P-18-204	P-18-220	P-18-206	P-18-223	P-18-208	P-18-215	P-18-210
0	0,19	0,03	0,03		0,02	0,02	0,16	0,08	0,10	0,11	0,09	0,04	0,01	0,33	0,08	0,13	0,43	0,04	0,02
2	0,03	0,15	0,04		0,04	0,10	0,02	0,08	0,08	0,30	0,62	1,97	0,01	0,29	0,51	0,18	0,44	1,71	1,33
4	0,15	1,29	0,02		0,08	0,16	0,26	0,46	0,01	0,28	0,46	2,01	0,00	0,12	0,61	0,18	0,69	1,18	1,21
6	0,12	0,29	0,03		0,37	0,25	0,26	0,13	0,06	0,38	0,42	2,43	0,13	0,02	0,74	0,16	0,64	0,61	0,99
8	0,15	0,49	0,01		0,29	0,28	0,56	0,19	0,19	0,28	0,49	2,11	0,50	0,25	0,88	0,07	0,62	0,57	0,87
10	0,11	0,93	0,04		0,71	0,26	0,39	0,30	0,28	0,08	0,31	2,04	0,51	0,33	0,62	0,08	0,40	0,04	0,99
12	0,24	1,73	0,12		1,14	0,33	0,48	0,25	0,42	0,05	0,57	0,72	0,52	0,15	0,60	0,05	0,68	0,34	0,92
14	0,39	1,39	0,37		1,01	0,43	0,47	0,18	0,40	0,18	0,51	0,73	0,53	0,05	0,73	0,09	0,51	0,37	0,72
16	0,24	0,20	0,34		0,12	0,42	0,62	0,36	0,59	0,33	0,49	0,67	0,52	0,28	0,73	0,17	0,50	0,34	0,71
18	0,25	0,58	0,33		6,02	0,42	0,35	0,37	0,42	0,43	0,47	0,65	0,52	0,30	0,74	0,33	0,35	0,33	0,70
20	0,45	0,79	0,46		0,66	0,41	0,39	0,22	0,49	0,47	0,23	0,62	0,56	0,41	0,73	0,58	0,53	0,04	0,51

Tabla 13. Datos del error normalizado de los laboratorios participantes (No se incluyen resultados del participante P-18-214 por utilizar patrón con incertidumbre mayor a la clase del equipo viajero)

Gráficos de Error Normalizado

Los gráficos 6 y 6A muestran las curvas de error normalizado obtenido por cada laboratorio participante correspondientes a los datos presentados en la **Tabla 13**.

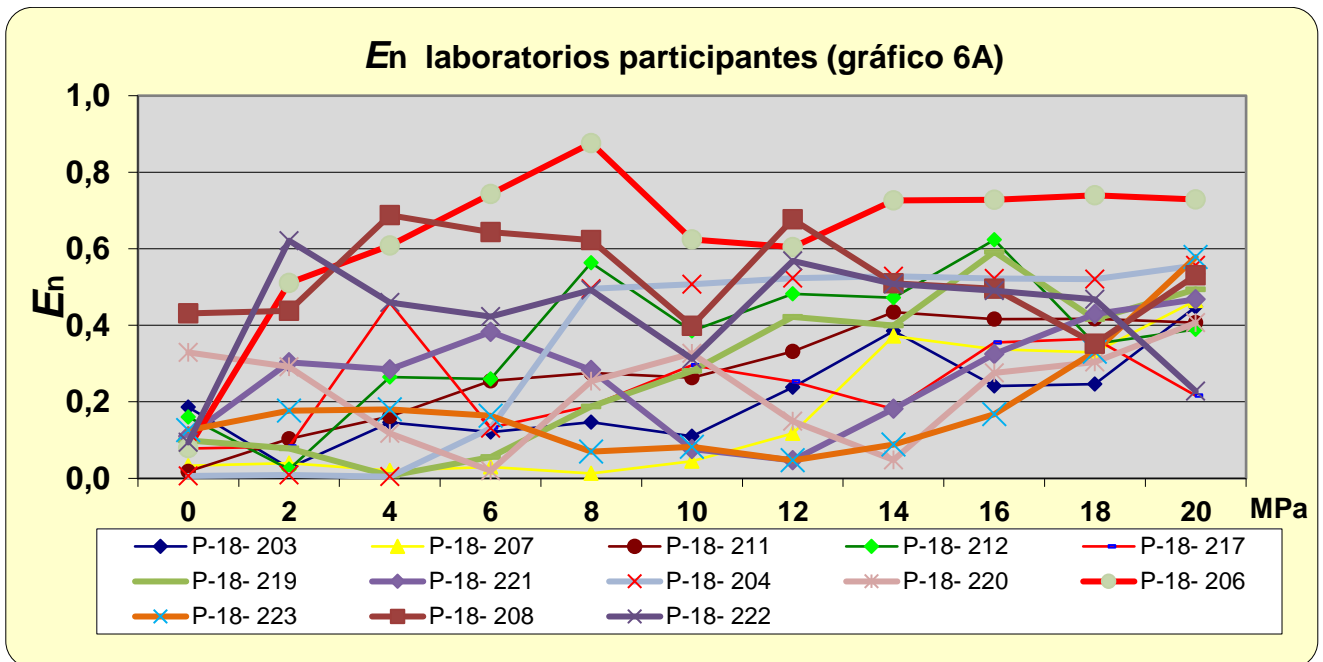


Gráfico 6A. Curvas del error normalizado de los laboratorios participantes, $|E_n| \leq 1,0$
Resultado satisfactorio

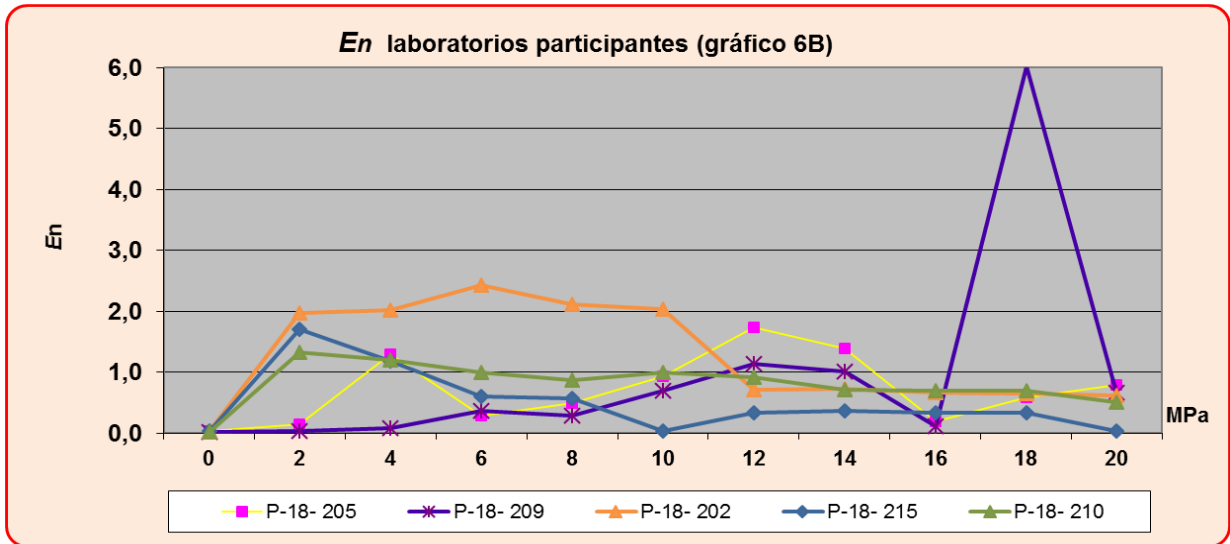
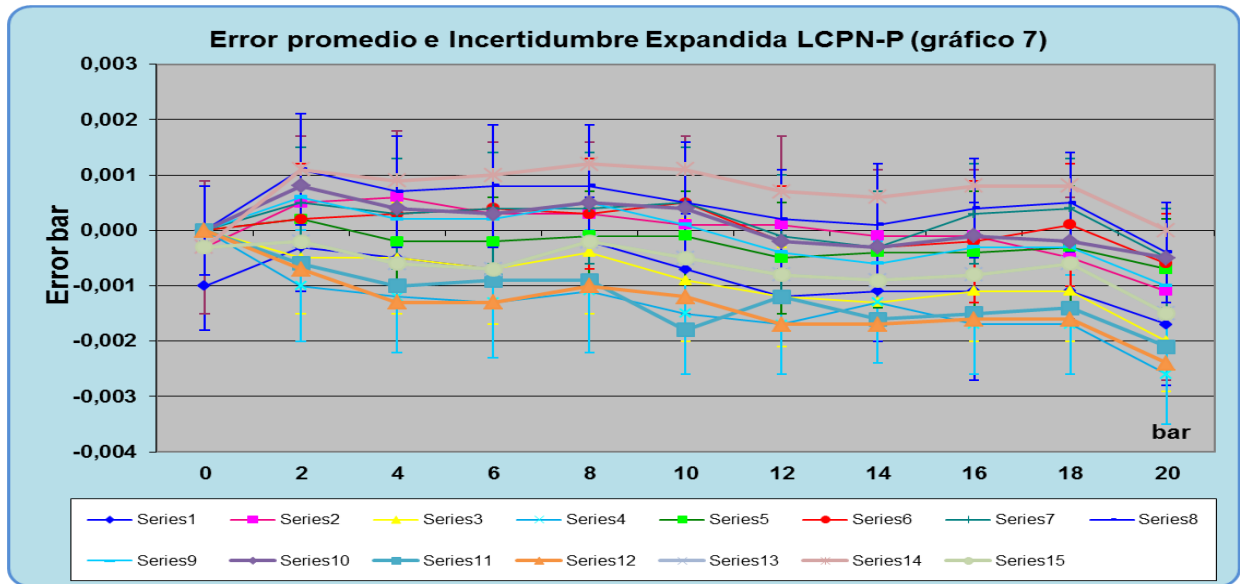


Gráfico 6B. $|E_n| > 1.0$ Resultado **NO** satisfactorio

DERIVA DEL PATRON VIAJERO

El laboratorio designado de la magnitud Presión (ENAEER) realizó un estudio de la deriva del patrón de comparación al calibrarlo en 15 oportunidades en 5 fechas distintas.



Las calibraciones realizadas durante el periodo de la comparación muestran una buena estabilidad del instrumento a corto plazo, esto se puede ver claramente en la gráfico 7, serie 1 hasta serie 15, donde las calibraciones mencionadas se realizaron en diferentes fechas mostrando pequeñas diferencias considerando las diferencias de presión atmosférica y de temperatura.

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

$$U_{\text{deriva}} = S / N^{1/2}$$

S = Desviación estándar de los errores promedio obtenidos en las calibraciones realizadas por LCPN-P, ENAER Chile.

N = Número de mediciones realizadas por LCPN-P.

La deriva se calculó para 15 mediciones con un valor de **0,0003 MPa**, lo que representa un error máximo del **0,0017%** de la escala máxima del instrumento. Esta cifra es 29 veces menor que la exactitud declarada para el instrumento, siendo por lo tanto adecuado para los fines de esta comparación.

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

OBSERVACIONES EA P-18 20 MPa

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

La guía DKD-R 6-1 (v.3 2014) empleada es un documento práctico que permite enfrentar los problemas metrológicos que aparecen en la calibración de equipos de presión y facilita el desarrollo del ensayo de aptitud.

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)

A continuación se muestra la MCM declarada por cada Participante.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
P-18-	Piloto	203	205	207	214	209	211	212	217	219	221	222	202	204	220	206	223	208	215	210
Patrón	B P M	Transductor	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Transductor	B P M	B P M	B P M	B P M	Test g	Test g	Test g	B P M	B P M	B P M	Test g	Test g
Unidad	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
Rango	50	70	48	70	100	69	70	40	120	70	21	100	70	70	70	70	70	100	60	70
resolución	0,0000	0,0007	0,0010	0,0010	0,0100	0,0010	0,0010	0,0010	0,0001	0,0001	0,0010	0,0000	0,0010	0,0010	0,0010	0,0001	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
clase	0,002%	0,100%	0,050%	0,014%	0,050%	0,050%	0,050%	0,025%	0,010%	0,010%	0,044%	0,015%	0,050%	0,014%	0,004%	0,001%	0,004%	0,004%	0,020%	0,050%
U patrón	0,00012	0,0062	0,0030	0,0028	0,02	0,0020	0,0055	0,0050	0,0009	0,0003	0,0009	0,0030	0,0090	0,0030	0,0010	0,0002	0,0030	0,0006	0,0050	0,0080
MCM	0,0002	0,0200	0,0033	0,0100	0,030	SIN INFO	0,0200	0,0200	0,0002	0,0050	0,0009	0,0002	0,0120	0,0250	0,0020	0,0004	SIN INFO	0,0008	0,0050	0,0100

Análisis sobre las MCM declaradas

- El participante P-18-204 presenta MCM sobrevalorada 8,3 veces mayor a la *U* de su patrón. Por lo tanto se sugiere revisión de su mejor capacidad de medición, para reducirla
- Los laboratorios P-18-205, P-18-217, P-18-221 y P-18-222 presentan MCM subvalorada respecto de la *U* del patrón utilizado, debe revisar su CMC
- Los laboratorios P-18-209 y P-18-223 no enviaron sus MCM declaradas o calculadas, por lo que no se puede realizar análisis de éste dato.

Incertidumbre del patrón de cada Laboratorio Participante

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
P-18-	Piloto	203	205	207	214	209	211	212	217	219	221	222	202	204	220	206	223	208	215	210
Patrón	B P M	Transductor	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Transductor	B P M	B P M	B P M	B P M	Test g	Test g	Test g	B P M	B P M	B P M	Test g	Test g
Unidad	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
Rango	50	70	48	70	100	69	70	40	120	70	21	100	70	70	70	70	100	60	70	
resolución	0,0003	0,0007	0,0010	0,0010	0,0100	0,0010	0,0010	0,0010	0,0001	0,0001	0,0010	0,0000	0,0010	0,0010	0,0010	0,0001	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
clase	0,002%	0,100%	0,050%	0,014%	0,050%	0,050%	0,050%	0,025%	0,010%	0,010%	0,044%	0,015%	0,050%	0,014%	0,004%	0,001%	0,004%	0,004%	0,020%	0,050%
<i>U</i> patrón	0,00012	0,0062	0,003	0,0028	0,02	0,002	0,00554	0,0050	0,00087	0,0003	0,00091	0,003	0,009	0,003	0,001	0,00017	0,00301	0,00061	0,005	0,008
<i>u</i> parcial max	0,00020	0,0557	0,0015	0,0014	0,01	0,0025	0,0055	0,0027	0,0011	0,0005	0,0044	0,0015	0,0050	0,0550	0,0010	0,0011	0,0003	0,0004	0,0015	0,004
<i>u</i> parcial ms	0,00010	0,0557	0,0015	0,0014	0,01	0,0020	0,0055	0,0027	0,0006	0,0001	0,0004	0,0004	0,0015	0,0550	0,0010	0,0007	0,0001	0,0001	0,0010	0,004
Clase ensayo MPa	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,010

- El participante P-18-214, no cumple con el requisito del punto N° 6 del protocolo P-18 (*U* informada 0,02 MPa requerido igual o mejor que 0,01 MPa)
- Los participantes P-18-203, P-18-209, P-18-211, P-18-217, P-18-219, P-18-221, P-18-204, P-18-220, P-18-206, P-18-223, P-18-208 y P-18-215 deben revisar su cálculo de acuerdo a los datos proporcionados.

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.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
P-18-	Piloto	203	205	207	214	209	211	212	217	219	221	222	202	204	220	206	223	208	215	210
Patrón	B P M	Transductor	Test g	Test g	Test g	Test g	Test g	Transductor	B P M	B P M	B P M	B P M	Test g	Test g	Test g	B P M	B P M	B P M	Test g	Test g
Unidad	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
Rango	50	70	48	70	100	69	70	40	120	70	21	100	70	70	70	70	100	60	70	
resolución	0,0003	0,0007	0,0010	0,0010	0,0100	0,0010	0,0010	0,0010	0,0001	0,0001	0,0010	0,0000	0,0010	0,0010	0,0010	0,0001	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
clase	0,002%	0,100%	0,050%	0,014%	0,050%	0,050%	0,050%	0,025%	0,010%	0,010%	0,044%	0,015%	0,050%	0,014%	0,004%	0,001%	0,004%	0,004%	0,020%	0,050%
<i>U</i> patrón	0,00012	0,0062	0,003	0,0028	0,02	0,002	0,0055	0,005	0,0009	0,0003	0,0009	0,003	0,009	0,0030	0,001	0,0002	0,003	0,001	0,005	0,008
<i>U</i> Deriv info	0,000012	0,0010	0,002	0,0003	0,010	0,01	0,0075	0,003	0,0022	0,0011	0,0003	0,001	0,003	0,0100	0,0003	0,0001	0,0001	0,0050	0,0020	0,0026
<i>u</i> der parcial	6,93E-06	0,0200	0,001	0,0003	0,006	0,0003	0,0075	0,002	0,0001	0,0003	0,000	sin info	0,002	0,0550	0,0005	0,0001	0,0001	0,0006	0,001	0,0026

- Los participantes P-18-209, P-18-211, P-18-217, P-18-219 y P-18-204 informan una incertidumbre por deriva sobrevalorada al ser mayor que la *U* del patrón utilizado.

- Los participantes P-18-203, P-18-207, P-18-220 P-18-206, P-18-223, P-18-208 y P-18-210 informan una incertidumbre por deriva "u" parcial sobrevalorada respecto de la "U" por deriva informada.

U diferencia de altura:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
P-18-	Piloto	203	205	207	214	209	211	212	217	219	221	222	202	204	220	206	223	208	215	210
Patrón	B P M	Transductor	Testg	Testg	Testg	Testg	Testg	Transductor	B P M	B P M	B P M	B P M	Testg	Testg	Testg	B P M	B P M	B P M	Testg	Testg
$u_{\Delta h}$ mm $k=1$	2,50	cero	cero	cero	5	cero	5	10	1,5E-05	-88	-41	0,15	1,0E-05	5	10	0,02	sin info	3E-03	10	100
$u_{\Delta h}$ MPa $k=1$	2,2E-05	cero	cero	cero	2,0E-04	cero	2,5E-03	6,0E-05	2,4E-04	5,5E-05	2,6E-05	1,2E-06	1,0E-05	4,2E-05	5,6E-05	7,3E-06	2,2E-06	2,6E-05	5,6E-05	5,0E-05

- P-18-203 , P-18-205 ; P-18-207 y P-18-209 informan incertidumbre de altura (0) lo que no es posible
- P-18-219 y P-18-221 informan incertidumbre de altura negativa lo que no es posible
- P-18-217, P-18-222, P-18-202, P-18-206 y P-18-208 informan incertidumbre de altura en mm subestimada (*parcial k=1*).
- Los participantes: P-18-214, P-18-211 P-18-212, P-18-217 P-18-219, P-18-221, P-18-202, P-18-220, P-18-206, P-18-208, P-18-215 y P-18-210, deben revisar su cálculo de acuerdo a los datos proporcionados.
- El participante P-18-223 debe informar todos los datos requeridos en el formulario Excel del ensayo para comprobar la información de los resultados entregados.
- El participante P-18-210 informa incertidumbre de altura en mm sobrestimada (100 mm *parcial k=1*)

U Total calculada

- P-18-203, Cálculo erróneo en *U* total, valor no consistente con las incertidumbre parciales "u" informadas.
- P-18-205 y P-18-223 no envía datos de: u de altura, densidad del fluido, g local y densidad del aire por lo que debe revisar su presupuesto de Incertidumbre.
- P-18-209 y P-18-211 envían datos erróneos de densidad del fluido por lo que debe revisar su presupuesto de Incertidumbre.
- P-18-210 envía datos erróneos de: g local y densidad del aire por lo que debe revisar su presupuesto de Incertidumbre.

Tabla de observaciones a los cálculos realizados por cada laboratorio

#	LABORATORIO PARTICIPANTE	Error	u_{res}	$u_{Histéresis}$	$u_{Repetibil}$	$u_{desv\ cero}$	$u_{Patrón\ k=1}$	$u_{Deriva\ Patrón\ de\ cada\ participante}$	$u_{\Delta h}$	U_{total}	MCM
1	P-18-202	ok	ok	*	*	*	*	*	*	ok	Sin dato
2	P-18-203	ok	*	*	ok	ok	*	ok	* cero	*	ok
3	P-18-204	ok	*	*	*	*	*	*	ok	ok	*
4	P-18-205	*	ok	ok	ok	ok	ok	*	* cero	ok	ok
5	P-18-206	ok	*	ok	ok	ok	*	*	*	ok	ok
6	P-18-207	ok	ok	*	*	ok	ok	ok	* cero	ok	ok
7	P-18-209	ok	ok	*	*	ok	*	*	* cero	ok	Sin dato
8	P-18-211	ok	ok	*	*	ok	*	*	*	ok	ok
9	P-18-212	ok	ok	*	ok	ok	ok	*	*	ok	ok
10	P-18-214	ok	ok	ok	ok	ok	ok	*	*	ok	ok
11	P-18-217	ok	ok	ok	ok	ok	*	*	*	ok	ok
12	P-18-219	ok	ok	ok	*	ok	*	*	*	ok	ok
13	P-18-220	ok	ok	ok	ok	*	*	*	*	ok	ok
14	P-18-221	ok	ok	ok	*	ok	*	*	*	ok	ok
15	P-18-222	ok	ok	ok	ok	ok	*	Sin dato	ok	ok	ok
16	P-18-223	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	*	ok	Sin dato
17	P-18-208	ok	ok	*	ok	ok	*	*	*	ok	ok
18	P-18-215	*	*	*	*	*	*	*	*	ok	ok
19	P-18-210	ok	*	*	ok	ok	*	ok	*	ok	ok

* Nota: Verificar datos proporcionados y/o error de cálculo acorde a la guía DKD-R 6-1 (v.3 2014).

Error Normalizado.

- Los **13** participantes **P-18-203, P-18-204, P-18-206, P-18-207, P-18-208, P-18-211, P-18-212, P-18-217, P-18-219, P-18-220, P-18-221, P-18-222 y P-18-223**, obtuvieron $|E_n| \leq 1.0$ por lo tanto su resultado es: **SATISFACTORIO**.
- Los **5** participantes **P-18-202, P-18-205, P-18-209, P-18-210 y P-18-215** obtuvieron $|E_n| > 1.0$ por lo tanto su resultado es: **INSATISFACTORIO**.
- El participante **P-18-214** no fue evaluado por utilizar un patrón no adecuado al ensayo conforme a lo estipulado en el protocolo EAP-18.
- **3** participantes no fueron evaluados debido a que no se recibió información con los resultados obtenidos

CONCLUSIONES EA P-18 20 MPa

De los resultados obtenidos por los Laboratorios participantes en éste ejercicio de acuerdo al criterio de cálculo de Error normalizado "**Ronda P-18 20 MPa**" integrantes de la RNM de Chile, se obtiene el siguiente Resultado:

- Sólo 19 de 22 participantes presentaron resultados.
- De los 19 participantes que presentaron resultados, 1 participante no puede ser evaluado con el criterio de E_n .
- De los 18 participantes que pueden ser evaluados con el criterio de E_n , 13 participantes obtienen un resultado satisfactorio.
- La alta tasa de laboratorios que participan (22 laboratorios) y finalmente (3 laboratorios) no envían resultados para su evaluación. Significa un retroceso en el espíritu de participación y compromiso con la Red Nacional de Metrología.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la disposición y compromiso en esta comparación a los 19 laboratorios participantes que presentaron resultados en éste ensayo de aptitud P-18 y la activa participación 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^oedition, 2006.
- (3) Guía de Servicio Alemán de Calibración DKD-R 6-1 (v.3 2014). Calibración de medidores de presión. PTB- Braunschweig 2014.
- (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.