

Instituto Nacional de Tecnología Industrial

Parque Tecnológico Miguelete
Avenida Gral. Paz 5445
Casilla de Correo 157
B1650WAB San Martín, Buenos Aires
Teléfono (54.11) 4724 6200 / 300 / 400
interno: 6323
www.inti.gov.ar
interlab@inti.gov.ar



ENSAYO INTERLABORATORIO
“Medición de dureza Rockwell C”

INFORME FINAL

Año 2006

Lista de Participantes

CONUAR S.A

Presbitero Juan González y Aragón 15
Ezeiza – Buenos Aires
Argentina

Corporación ABS

Monte 6060
Ciudad de Buenos Aires
Argentina

Dirección de Asesoramiento Técnico

Ocampo y Esmeralda
Rosario – Santa Fé
Argentina

EDIVAL S.A.

Bv. Santa Fé 2350
Rafaela – Santa Fé
Argentina

Fundación Facultad Regional Santa Fé Laboratorio Industrial Metalúrgico

Lavaisse 610
Santa Fé – Santa Fé
Argentina

Instituto Argentino de Siderurgia

Av. Central y 19 Oeste
San Nicolás de los Arroyos – Buenos Aires
Argentina

Laboratorio de Ensayos Huergo S.R.L.

Perú 753
Ciudad de Buenos Aires
Argentina

Laboratorio de Metrología Dimensional de Hugo Coppola

Mozart 869 Dpto. 3
Ciudad de Buenos Aires
Argentina

OSHMA S.R.L.

Vicente Stea 1584
Temperley – Buenos Aires
Argentina

SEMAT ARGENTINA S.R.L.

David Magdalena 4051
Caseros – Buenos Aires
Argentina

TENARIS SIDERCA

Dr. Simini 250
Campana – Buenos Aires
Argentina

UTN – Facultad Regional San Nicolás Laboratorio Dpto. Mecánica

Colón 332
San Nicolás – Buenos Aires
Argentina

Los siguientes laboratorios participaron en la asignación del valor de referencia a los bloques:

Diamantes Industriales Argentinos S.A.

Laboratorio de Calibraciones acreditado por el OAA (LC N° 004)

Av. Gral. Acha N° 2486
Quilmes – Buenos Aires
Argentina

INTI Córdoba

Av. Vélez Sársfield 1561
Ciudad de Córdoba – Córdoba
Argentina

INTI Mecánica - Laboratorio de ensayos mecánicos

Parque Tecnológico Miguelete
San Martín – Buenos Aires
Argentina

INTI Rafaela

Ruta Nac. 34 Km 227,6
Rafaela - Santa Fe
Argentina

N.R.Z. Instrumentos S.R.L.

Av Hipólito Irigoyen 1536/40
Buenos Aires
Argentina

Volkswagen Argentina

Av. Delcasse y H. Ford
Pacheco – Buenos Aires
Argentina

1. INTRODUCCION

Las mediciones de dureza cubren un campo de singular importancia dentro del conjunto de los ensayos físicos que se realizan sobre materiales y mas aún sobre los materiales metálicos. Presenta la ventaja de poder considerarse (en general) como un ensayo no – destructivo dando referencia directa sobre el valor de dureza, e indirecta (en función de correlaciones oportunamente evaluadas) de otras características del material.

Se trata de un ensayo de base empírica en el que la trazabilidad a unidades primarias del S.I. no se alcanza convencionalmente. Si bien en Argentina no se dispone aún de facilidades para realizaciones de la unidad “dureza” a niveles primarios, es interés del INTI plantear un grupo de acciones conducentes a cubrir esta debilidad relativa del modo mas eficiente y eficaz posible. Este Ensayo de Aptitud constituye una de las acciones citadas.

2. ELEMENTOS ENVIADOS

2.1. Elementos enviados

- Se hizo circular entre los participantes dos juegos de dos (2) bloques de transferencia para la medición de dureza.
- Uno de los juegos corresponde a valores de dureza aproximada entre 30 y 35 RC y el otro a valores entre 55 y 60 RC

2.2. Valores de referencia

Los valores de referencia de los diferentes bloques de transferencia se muestran a continuación:

n° bloque	046	047	048	049	050
Valor de Referencia (HRC)	34,1	33,8	34,0	32,5	33,4
U exp (HRC)	0,4	0,7	0,6	0,8	0,9

n° bloque	036	037	038	039	040
Valor de Referencia (HRC)	62,0	62,1	61,6	62,2	60,9
U exp (HRC)	0,5	0,4	0,5	0,4	0,6

Estos valores fueron asignados en una ronda anterior que se describe en el **Anexo 1**.

2.2.1. Asignación de valores de referencia

Los laboratorios que participaron en el ejercicio para asignar los valores de referencia figuran en la lista de participantes.

Se hizo circular entre los participantes dos juegos de cinco (5) bloques de transferencia para la medición de dureza.

Se incluyeron también dos patrones certificados por el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania.

Para la asignación de valores de referencia de los bloques se utilizaron los resultados de los laboratorios que midieron satisfactoriamente los patrones certificados.

Los resultados de este ejercicio están detallados en el Anexo 1.

3. RESULTADOS ENVIADOS POR LOS PARTICIPANTES

Los resultados tal como fueron informados por los participantes pueden observarse en la Tabla 1.

En la Tabla 2 puede verse un resumen de los valores medios obtenidos para cada bloque.

Las especificaciones técnicas informadas figuran en la Tabla 3.

En los gráficos 1 al 10, se muestran los datos enviados por los participantes con su incertidumbre correspondiente y los valores de referencia obtenidos con el procedimiento ya mencionado.

4. EVALUACION DEL DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS

La evaluación del desempeño de los laboratorios participantes se realizó de acuerdo con los procedimientos aceptados internacionalmente y que se citan en la Bibliografía.

Se utilizó como criterio el cálculo del parámetro “E_n”, definido de la siguiente manera:

$$E_n = (x_i - x_{ref}) / (U_i^2 + U_{ref}^2)^{1/2}$$

Donde:

x_i = Valor informado por el participante

x_{ref} = Valor de referencia.

U_i = Incertidumbre expandida informada por el participante.

U_{ref} = Incertidumbre expandida del valor de referencia.

Nota: A los participantes que no informaron la incertidumbre se les estimó un valor basado en la desviación estándar del promedio de los datos informados y la resolución de lectura del equipo.

Es de esperar que para un próximo ejercicio todos los laboratorios puedan hacer una estimación de su incertidumbre de medición.

De acuerdo con la bibliografía (ref. 1,3) es posible clasificar a los laboratorios de la siguiente forma:

$|E_n| < 1$ satisfactorio $|E_n| \geq 1$ no satisfactorio

Los valores del parámetro E_n así obtenido pueden verse en la Tabla 4.

Tabla 1
Datos enviados por los participantes

Part. N°	Nro. de Bloque	MEDICIÓN					Valor de Dureza	Incertidumbre Expandida	Factor de cobertura
		1	2	3	4	5	(HRC)	(HRC)	
01	048	32,5	33,7	34,0	33,5	33,4	33,5	1,1	2
	036	60,7	61,1	61,6	60,6	61,6	61,1	1,1	2
02	037	62,23	62,27	62,05	61,89	61,88	62,06	(no informa)	
	047	34,27	34,25	34,17	34,33	34,17	34,23	(no informa)	
03	038	60	60	60	60	60	60	(no informa)	
	049	30	30	31	30	31	30,4	(no informa)	
04	050	33	32	32	33	33	32,6	1,4	2
	040	59,5	60	60	59,5	59,5	59,7	0,9	2
05	036	61,0	61,5	61,5	61,5	61,5	61,4	1,8	2
	048	33,5	33,0	33,5	33,5	33,5	33,4	1,8	2
06	050	32,0	32,5	33,0	33,0	32,5	32,6	0,86	2
	040	60,2	60,5	60,2	60,8	60,8	60,5	0,86	2
07	049	32,5	32,5	32	32	32,5	32,3	0,75	2,78
	038	61,5	61	61	61,5	61,5	61,3	0,75	2,78
08	047	32,9	33,3	33,9	34,0	33,6	33,5	1,2	2
	037	60,4	60,8	61,1	61,0	61,0	60,9	0,6	2
09	039	62,5	62,0	62,25	62,0	62,25	62,2	(*)	
	046	35,0	34,5	34,75	34,75	34,5	34,7	(*)	
10	036	61	61	60,5	60,5	60	60,6	(no informa)	
	048	31,5	31,5	31	32,5	32,5	31,8	(no informa)	
11	039	61,9	61,7	62,2	62	61,7	61,9	0,79	2
	046	35,5	35,4	35,3	35,3	35,6	35,4	0,51	2
12	049	32,0	32,0	32,0	32,1	32,3	32,08	1,02	2
	038	61,5	61,8	61,8	61,5	61,6	61,64	1,01	2

(*) El participante 09 aclara que el ensayo de dureza Rockwell C no está acreditado s/ISO 17025. No tienen realizado el estudio de incertidumbre.



Tabla 2
Valores medios para cada bloque

Participante	BLOQUE N°											
	046	047	048	049	050	Inc Exp	036	037	038	039	040	Inc Exp
01			33,50			1,1	61,10					1,1
02		34,23				(no informa)		62,06				(no informa)
03				30,40		(no informa)			60,00			(no informa)
04					32,60	1,4					59,70	0,9
05			33,40			1,8	61,40					1,8
06					32,60	0,86					60,50	0,86
07				32,30		0,75			61,30			0,75
08		33,50				1,2		60,90				0,6
09	34,70					(no informa)				62,20		(no informa)
10			31,80			(no informa)	60,60					(no informa)
11	35,40					0,79				61,90		0,51
12				32,08		1,02			61,64			1,01

Tabla 3
Especificaciones técnicas

Part. N°	Durómetro utilizado marca	Identificación	Ultima Calibración	Certificado
01	WILSON	LMD.212	18-Oct-05	N° T-3150 / LMD
02	WILSON serie 2000	P 6424	04-Feb-06	833 (verificación indirecta)
03	Wolpert Amsler	N° 717	18-Jun-03	N° 4578 - NRZ S.R.L.
04	CIFIC	690316	01-Jun-04	N° 4863 - NRZ Instrumentos
05	GALILEO	D-009 N° Serie 000 308	24-Ago-05	N° 5292 - NRZ Instrumentos S.R.L. L.C. 006_OAA
06	CIFIC N° 650917	ED-1	28-Jul-05	N° 5266 - NRZ (LC 006)
07	WILSON 3JR (N° serie 4550)	TAG 080	04-Feb-03	Propia
08	WILSON ROCKWELL - Series 500	LEF 003	19-Oct-05	Cert. N° 05465 - OSHMA
09	AUTOMACION MICROMECHANICA	H-T-R-	Se verifica contra patrón en cada tanda de uso	
10	GALILEO Modelo Ergotest Comp 25	DR 06	01-Dic-05	NRZ Instrumentos
11	DUROAR DIGITAL	314	04-Feb-97	N° 2618 / 19 /20 / 21 --- DIA S.A.
12	PETRI	RCD 150/1 N° 333	10-Ene-06	OSHMA - 06015

Tabla 3 (cont.)
Especificaciones técnicas

Part. N°	Penetrador Utilizado	Identificación	Ultima calibración o verificación	Certificado
01	(no informa)	LMD 428 / 4 111	22-Dic-04	N° 04-111 / DIA (LC 004 OAA)
02	HRC	051005	04-Feb-06	s/número
03	Cono de Diamante	N° 1145 NRZ	28-May-03	N° 1026 - NRZ S.R.L.
04	Cono de Diamante	1220 Marca JD&Co.	03-Jun-04	N° 1331 - NRZ Instrumentos
05	(no informa)	V - 049 N° serie 1341	22-Ago-05	N° 2033 - NRZ Intrimentos S.R.L. - LC 006-OAA
06	Cono de Diamante NRZ N° 24510 / 1232	ED - 2	19-Jul-04	N° 1374 / NRZ (LC 006)
07	(no informa)	DIA 1019	04-Feb-03	Propia
08	840 1346 WILSON MECH. INST. "C" BRALE		19-Oct-05	N° 05465 - OSHMA
09	Cono de Diamante para dureza Rocwell C	NRZ 4231	Se verifica contra patrón en cada tanda de uso	
10	(no informa)	(no informa)	(no informa)	(no informa)
11	Diamante	2582	04-Feb-97	N° 2618 / 19 / 20 / 21 / --- DIA S.A.
12	Diamante 120°	OSHMA 56230	16-Jul-04	UKAS N° 97100

Part. N°	Temperatura
01	(no informa)
02	(no informa)
03	(no informa)
04	22 °C
05	22 °C
06	23,7 °C B.S.
07	(no informa)
08	(no informa)
09	24 °C
10	(no informa)
11	20,5 °C
12	26 °C

Tabla 4
Valores de E_n

Participante	Parámetro E_n									
	046	047	048	049	050	036	037	038	039	040
01			-0,34			-0,59				
02		0,36					-0,02			
03				-1,27				-1,00		
04					-0,43					-0,81
05			-0,30			-0,29				
06					-0,55					-0,25
07				-0,15				-0,22		
08		-0,20					-0,94			
09	0,55								-0,01	
10			-1,64			-1,09				
11	1,09								-0,23	
12				-0,28				0,03		

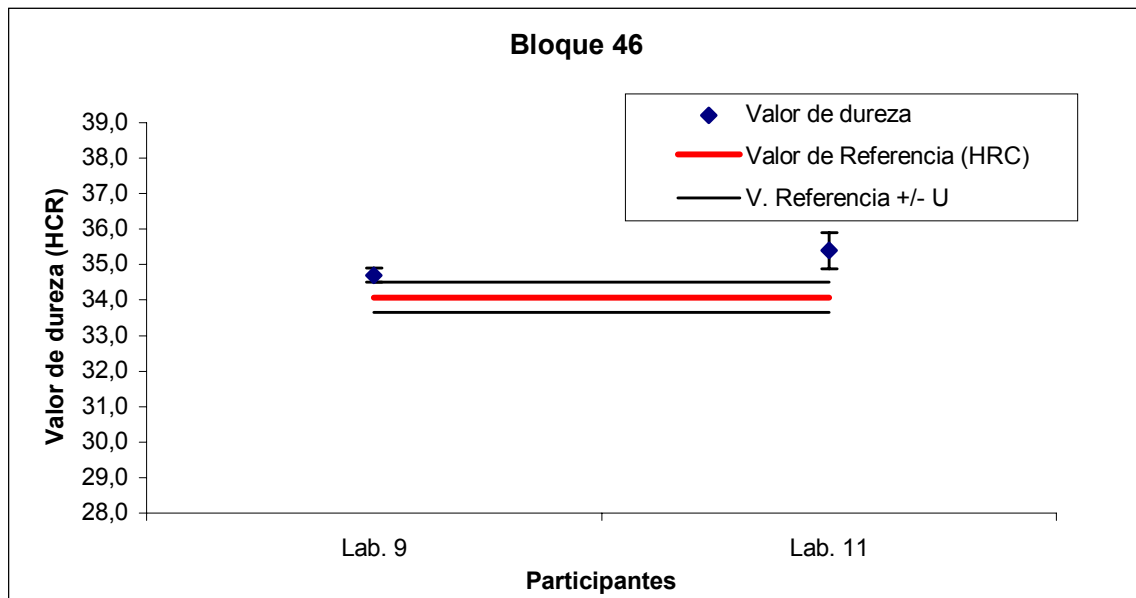
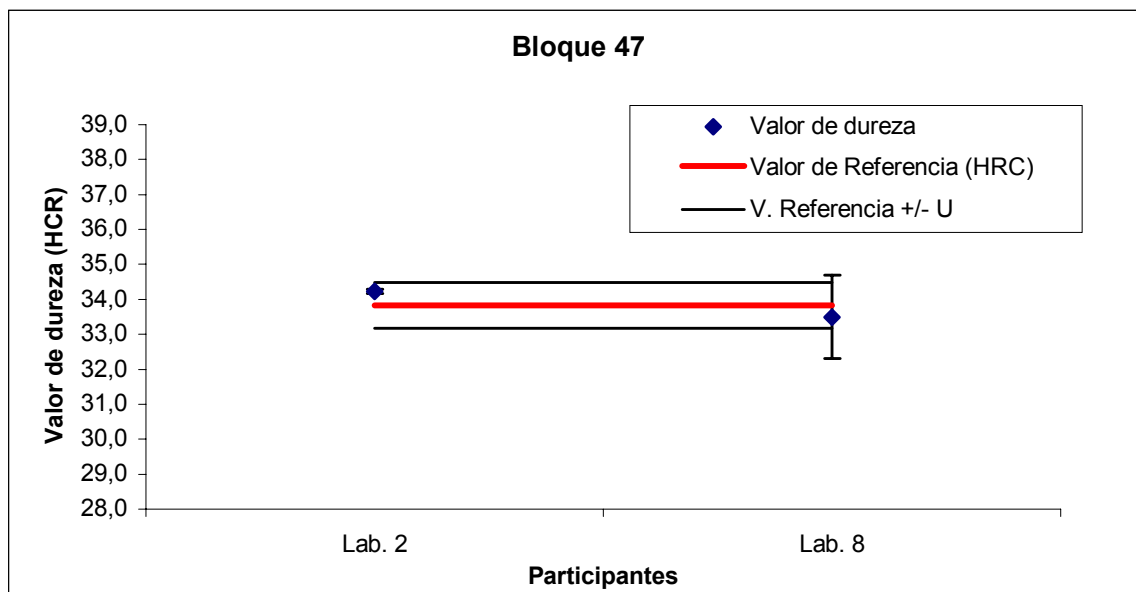
Gráfico nº 1

Gráfico nº 2


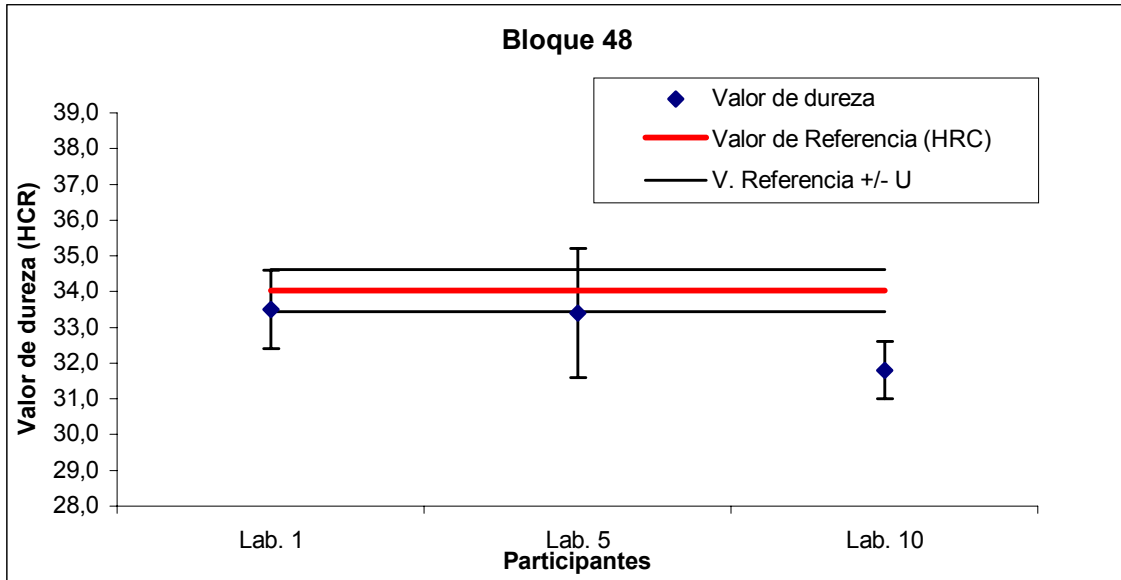
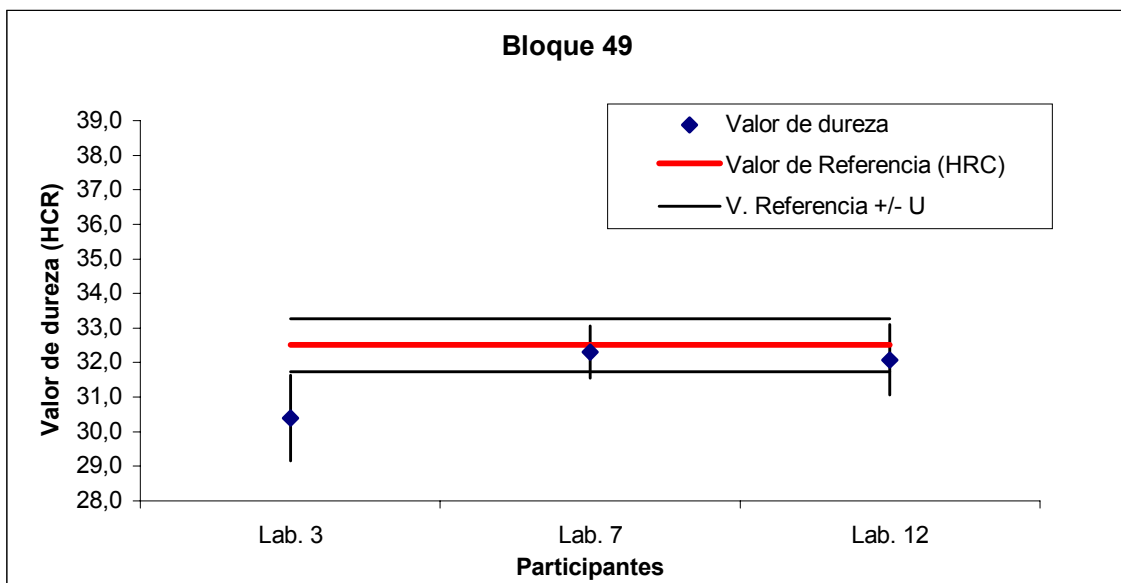
Gráfico n° 3

Gráfico n° 4


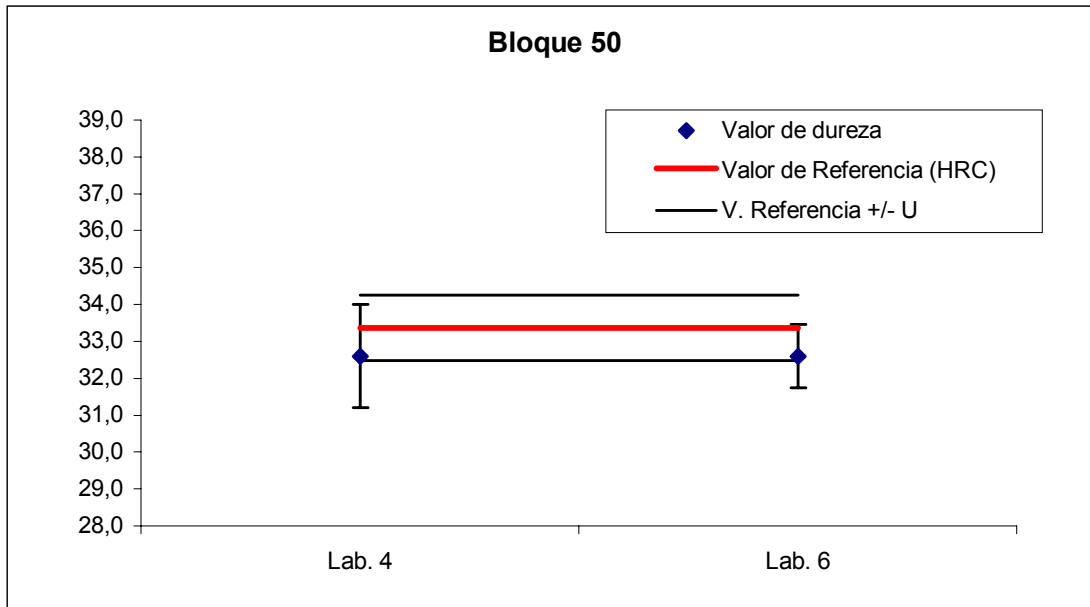
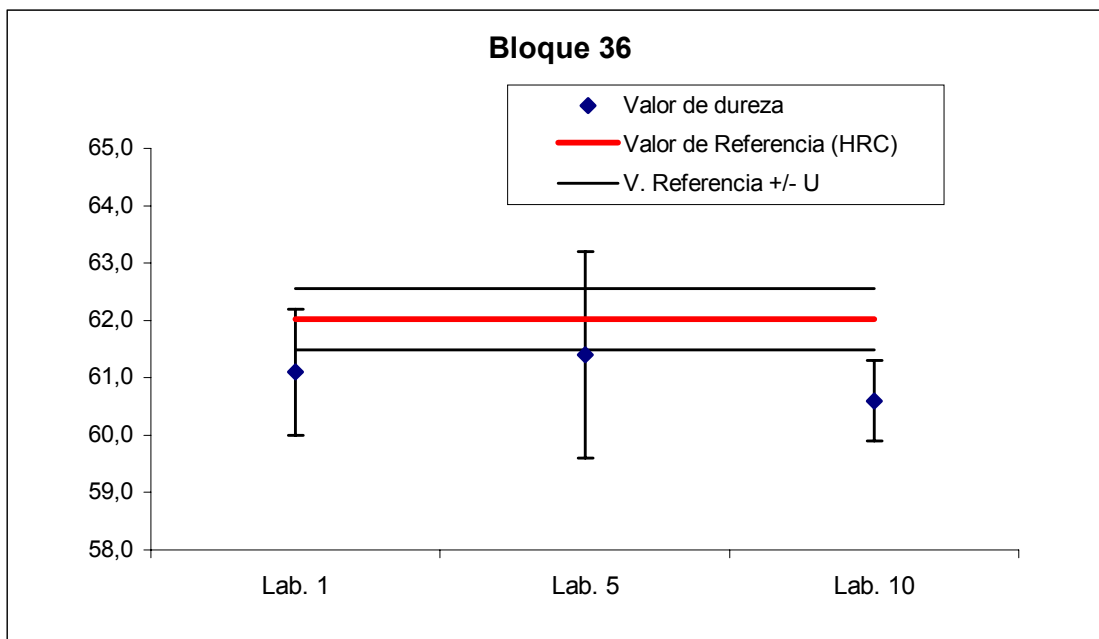
Gráfico nº 5

Gráfico nº 6


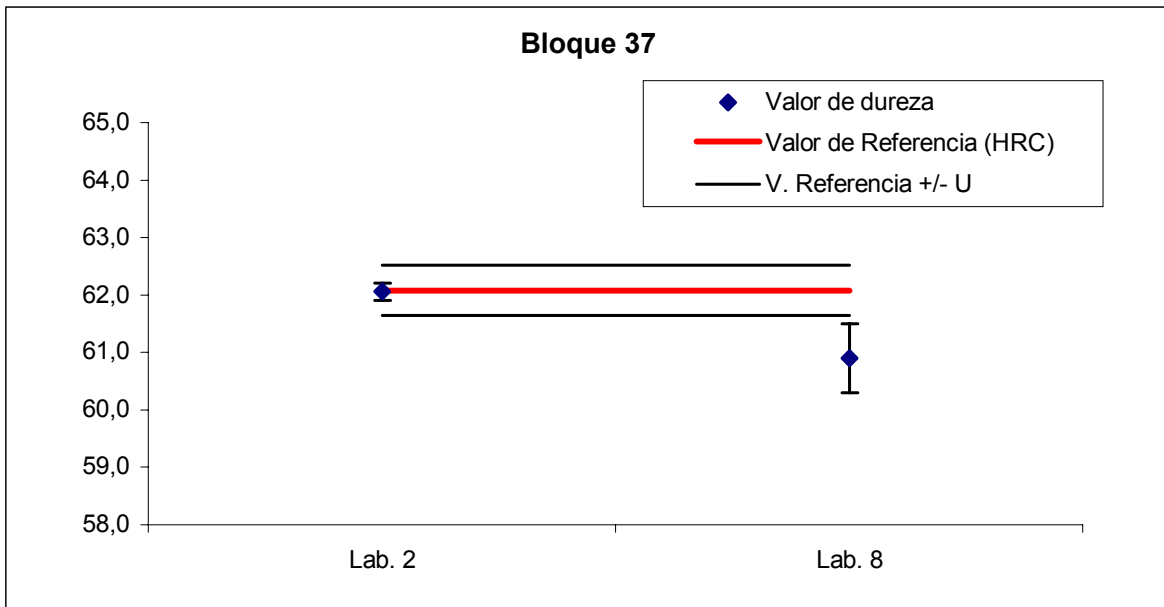
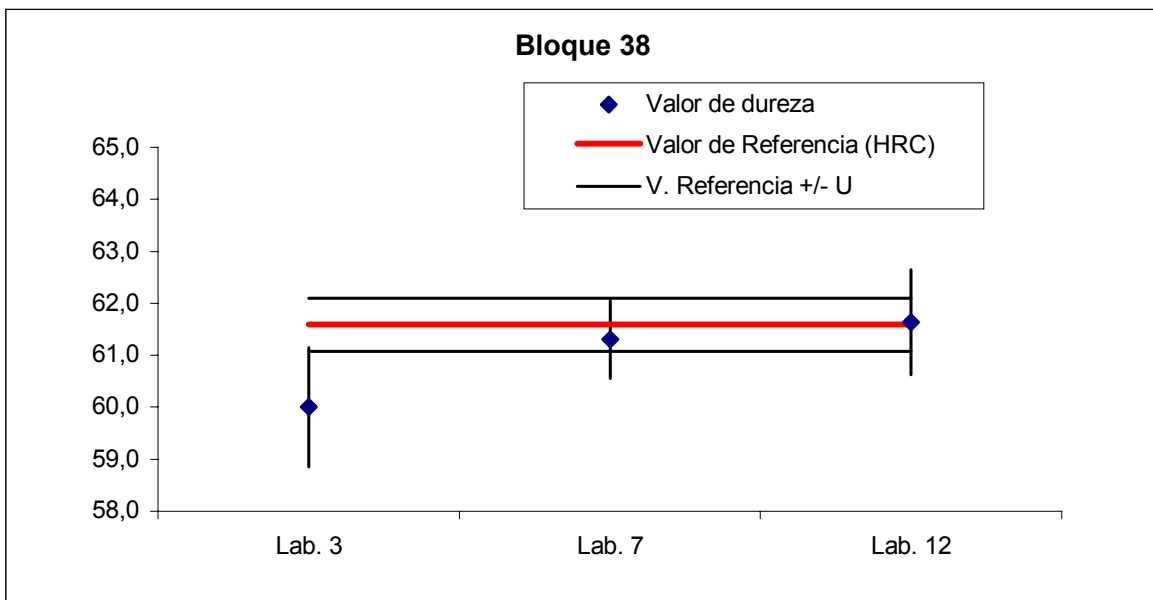
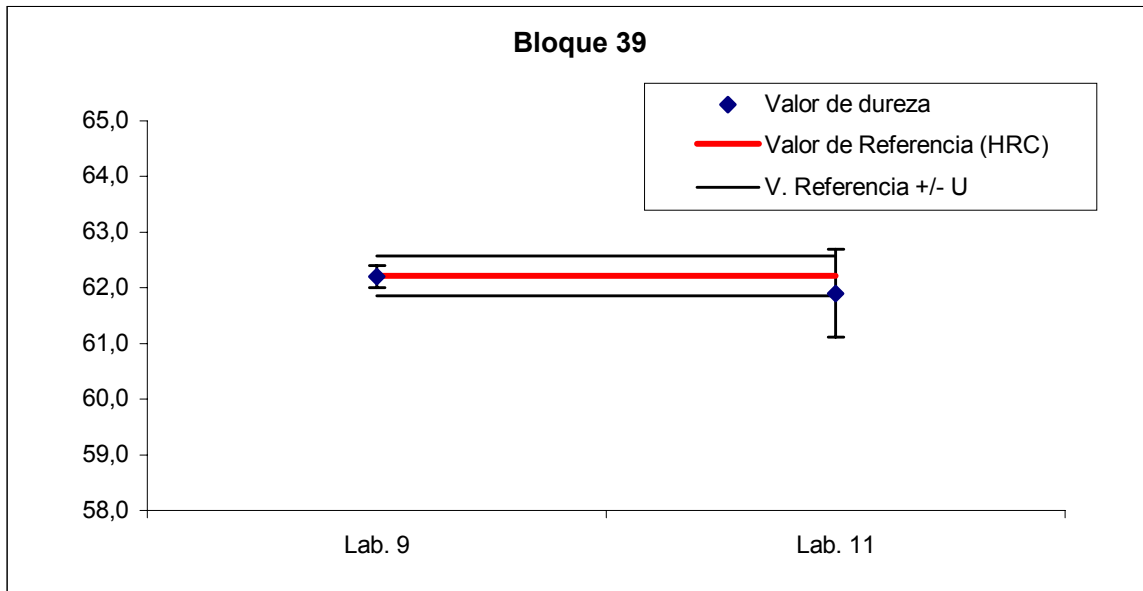
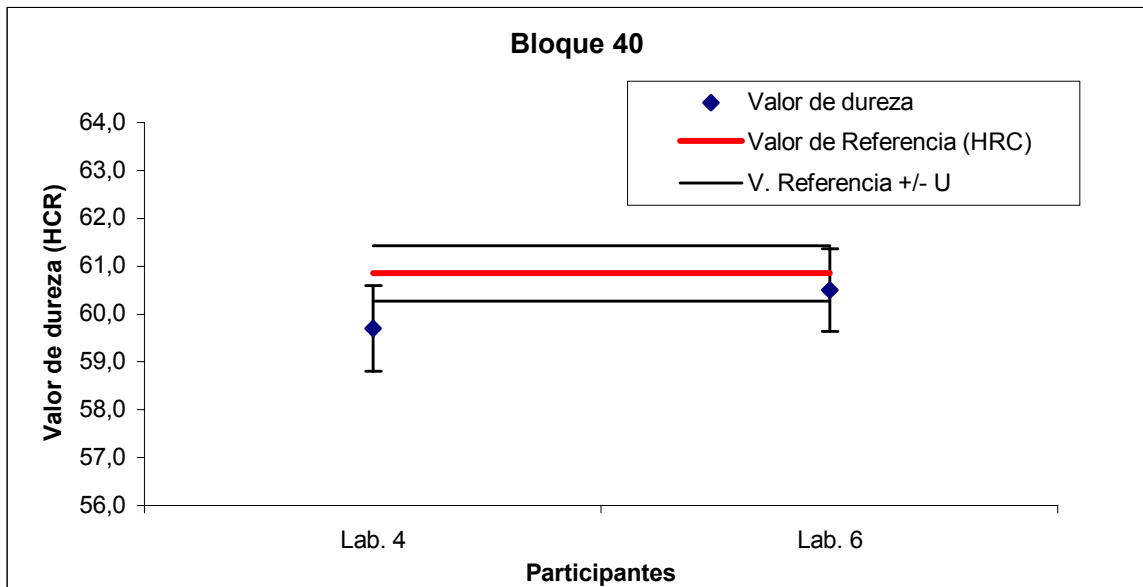
Gráfico nº 7

Gráfico nº 8


Gráfico nº 9

Gráfico nº 10


ANEXO 1

Asignación del Valor de Referencia

ELEMENTOS ENVIADOS

Se hizo circular entre los participantes dos juegos de cinco (5) bloques de transferencia para la medición de dureza.

Se incluyeron también dos patrones certificados por el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania.

Valores de referencia de los patrones certificados:

Valor de dureza certificado (HCR)			
MPA 3237881E	Uexp	MPA 3224881E	Uexp
61,08	0,31	36,26	0,35

RESULTADOS ENVIADOS POR LOS PARTICIPANTES

A continuación se muestra los datos informados por los participantes:

Participante A								
Nro. de Bloque	Medición					Promedio (HRC)	Desv. estándar (HRC)	Incertidumbre Expandida (HRC)
	1	2	3	4	5			
46	33,02	33,01	33,03	32,88	33,17	33,02	0,10	0,51
47	32,76	32,73	31,83	32,41	32,57	32,46	0,38	0,59
48	32,71	32,96	33,04	32,37	32,82	32,78	0,26	0,53
49	31,67	31,15	31,28	31,00	31,32	31,28	0,25	0,52
50	31,88	32,66	31,76	31,60	32,27	32,09	0,43	0,65
36	61,56	61,54	61,68	61,37	61,24	61,48	0,17	0,53
37	61,54	61,11	61,72	61,77	61,47	61,52	0,26	0,55
38	61,09	60,92	60,69	60,74	60,91	60,87	0,16	0,52
39	61,48	61,35	61,56	61,22	61,29	61,38	0,14	0,52
40	60,31	60,33	60,12	60,03	60,01	60,16	0,15	0,52
MPA 3237881E	60,49	60,41	60,28	60,39	60,46	60,41	0,08	0,50
MPA 3224881E	35,13	35,12	35,07	35,05	35,08	35,09	0,03	0,46



Participante B								
Nro. de Bloque	Medición					Promedio (HRC)	Desv. estándar (HRC)	Incertidumbre Expandida (HRC)
	1	2	3	4	5			
46	33,7	33,6	33,4	33,4	33,7	33,56	0,15	0,70
47	33,5	32,9	33,3	33,1	33,4	33,24	0,24	0,70
48	33,7	33,1	33,5	33,4	33,6	33,46	0,23	0,70
49	32,3	32,1	32,1	31,7	32,2	32,08	0,23	0,70
50	32,8	33,1	33,1	33,0	33,4	33,08	0,22	0,70
36	61,2	61,4	61,0	61,2	61,3	61,22	0,15	0,70
37	61,1	61,0	61,3	61,5	61,3	61,24	0,19	0,70
38	61,1	61,3	60,6	61,0	60,6	60,92	0,31	0,70
39	61,1	61,2	61,3	61,5	61,2	61,26	0,15	0,70
40	60,5	59,8	60,4	60,3	59,9	60,18	0,31	0,70
MPA 3237881E	60,4	60,7	60,5	60,5	60,4	60,50	0,12	0,70
MPA 3224881E	35,8	35,7	35,8	35,7	35,7	35,74	0,05	0,70
Participante C								
Nro. de Bloque	Medición					Promedio (HRC)	Desv. estándar (HRC)	Incertidumbre Expandida (HRC)
	1	2	3	4	5			
46	33,5	33,5	33,2	33,6	33,7	33,50	0,19	1,4
47	33,3	33,5	33,9	33,7	33,5	33,58	0,23	1,4
48	33,6	33,4	33,7	33,8	33,4	33,58	0,18	1,4
49	32,2	32,4	32,1	32,1	32,2	32,20	0,12	1,4
50	33,1	32,9	33,1	33,2	33,0	33,06	0,11	1,4
36	60,9	61,0	61,1	61,0	61,1	61,02	0,08	1,4
37	61,3	61,5	61,6	61,6	61,4	61,48	0,13	1,4
38	60,9	60,9	60,7	60,7	60,9	60,82	0,11	1,4
39	61,3	61,4	61,4	61,4	61,3	61,36	0,05	1,4
40	60,3	60,2	60,2	60,3	60,2	60,24	0,05	1,4
MPA 3237881E	60,5	60,5	60,4	60,4	60,5	60,46	0,05	1,4
MPA 3224881E	36,0	35,8	35,9	35,9	35,8	35,88	0,08	1,4

Participante D								
Nro. de Bloque	Medición					Promedio (HRC)	Desv. estándar (HRC)	Incertidumbre Expandida (HRC)
	1	2	3	4	5			
46	33,2	33,4	33,4	33,5	33,5	33,40	0,12	0,90
47	32,5	32,9	32,5	32,6	32,9	32,68	0,20	0,90
48	33,3	33,3	33,3	33,0	33,4	33,26	0,15	0,90
49	31,5	31,5	31,3	31,6	31,6	31,50	0,12	0,90
50	32,3	32,5	32,7	32,4	32,4	32,46	0,15	0,90
36	61,5	61,1	61,1	61,5	61,5	61,34	0,22	0,90
37	61,4	61,4	61,7	61,4	61,4	61,46	0,13	0,90
38	61,4	61,0	61,3	61,0	61,2	61,18	0,18	0,90
39	62,4	62,3	62,3	62,1	62,3	62,28	0,11	0,90
40	60,3	60,6	60,2	60,5	60,4	60,40	0,16	0,90
MPA 3237881E	60,5	60,4	60,4	60,4	60,4	60,42	0,04	0,90
MPA 3224881E	35,4	35,4	35,4	35,4	35,4	35,40	0,00	0,90
Participante E								
Nro. de Bloque	Medición					Promedio (HRC)	Desv. estándar (HRC)	Incertidumbre Expandida (HRC)
	1	2	3	4	5			
46	34,1	34,1	34,4	34,6	34,9	34,42	0,34	no informa
47	34,1	33,9	34,5	34,8	34,9	34,44	0,43	no informa
48	33,6	34,4	34,5	34,8	34,9	34,44	0,51	no informa
49	31,5	33,4	33,1	33,5	33,4	32,98	0,84	no informa
50	31,9	33,7	34,2	33,8	34,0	33,52	0,93	no informa
36	60,9	62,0	61,8	62,4	62,2	61,86	0,58	no informa
37	61,2	62,3	61,8	62,0	62,1	61,88	0,42	no informa
38	60,8	61,0	61,6	61,8	61,8	61,40	0,47	no informa
39	61,9	62,1	61,4	62,4	62,2	62,00	0,38	no informa
40	59,7	61,0	60,5	60,6	61,1	60,58	0,55	no informa
MPA 3237881E	60,8	61,1	61,2	61,4	61,5	61,20	0,27	no informa
MPA 3224881E	36,7	36,6	36,8	36,7	37,0	36,76	0,15	no informa

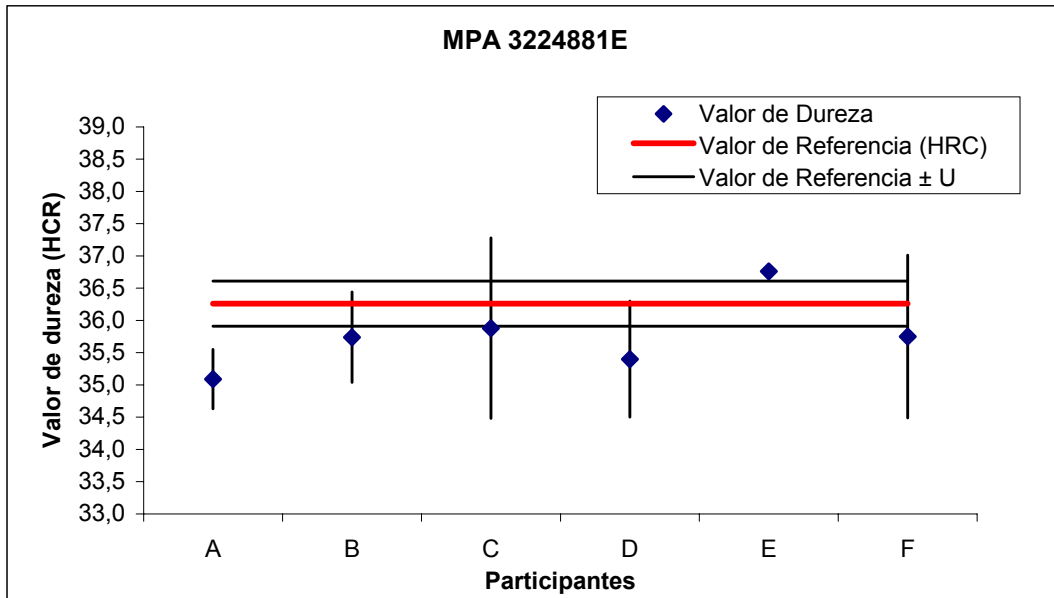
Participante F								
Nro. de Bloque	Medición					Promedio (HRC)	Desv. estándar (HRC)	Incertidumbre Expandida (HRC)
	1	2	3	4	5			
46	33,75	34	33,5	33,5	33,5	33,65	0,22	1,26
47	34	33,25	33,75	34	33,25	33,65	0,38	1,26
48	33,5	34	33,5	33,75	33,75	33,70	0,21	1,26
49	32	32	32	32,25	32	32,05	0,11	1,26
50	33,25	32,75	33	33	33,25	33,05	0,21	1,26
36	62	61,75	61,75	61,5	62	61,80	0,21	1,26
37	61,5	61,75	61,5	61,5	61,25	61,50	0,18	1,26
38	61	61,25	60,5	61	61	60,95	0,27	1,26
39	61,75	61,5	61,75	61,25	61,75	61,60	0,22	1,26
40	60,75	60	60	60	60	60,15	0,34	1,26
MPA 3237881E	60	60	60	60,25	60,25	60,10	0,14	1,26
MPA 3224881E	35,75	35,75	35,75	35,75	35,75	35,75	0,00	1,26

Datos enviados por los participantes: promedios de mediciones

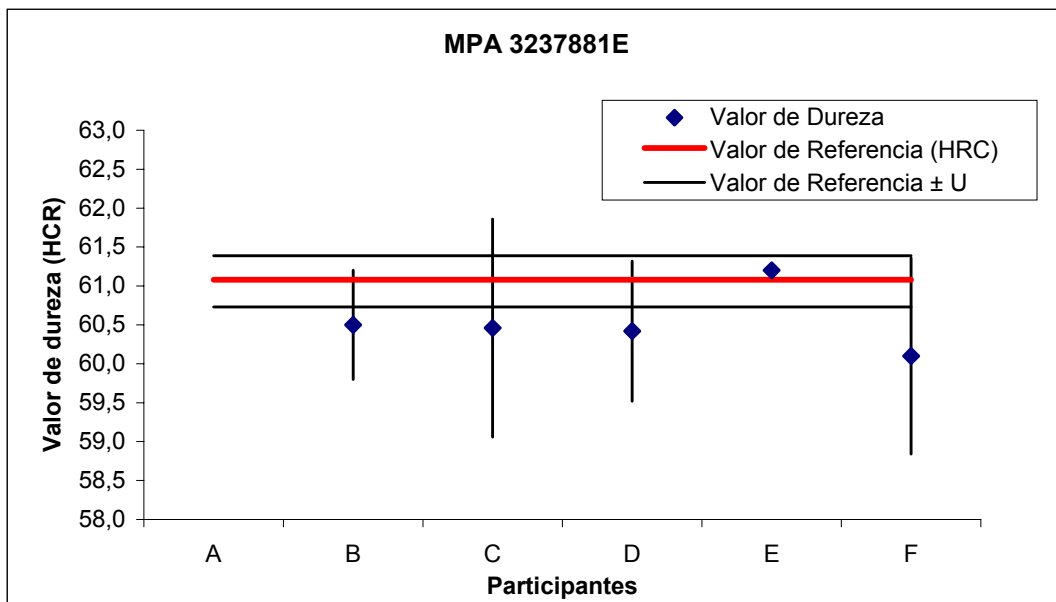
Participante	BLOQUE N°						MPA 3224881E	Inc. Exp
	046	047	048	049	050			
A	33,02	32,46	32,78	31,28	32,09	35,09	0,53	
B	33,56	33,24	33,46	32,08	33,08	35,74	0,70	
C	33,50	33,58	33,58	32,20	33,06	35,88	1,40	
D	33,40	32,68	33,26	31,50	32,46	35,40	0,90	
E	34,42	34,44	34,44	32,98	33,52	36,76		
F	33,65	33,65	33,70	32,05	33,05	35,75	1,26	

Participante	BLOQUE N°					MPA 3237881E	Inc. Exp
	036	037	038	039	040		
A	61,48	61,52	60,87	61,38	60,16	60,41	0,53
B	61,22	61,24	60,92	61,26	60,18	60,50	0,70
C	61,02	61,48	60,82	61,36	60,24	60,46	1,40
D	61,34	61,46	61,18	62,28	60,40	60,42	0,90
E	61,86	61,88	61,40	62,00	60,58	61,20	
F	61,80	61,50	60,95	61,60	60,15	60,10	1,26

Datos obtenidos para el patrón certificado de baja dureza



Datos obtenidos para el patrón certificado de alta dureza



EVALUACION DEL DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS

La evaluación del desempeño de los laboratorios participantes se realizó de acuerdo con los procedimientos aceptados internacionalmente y que se citan en la Bibliografía.

Se utilizó como criterio el cálculo del parámetro “ E_n ”, definido en el ítem 4 del presente informe.

Se calculó el parámetro E_n obtenido por cada laboratorio en la medición de los patrones de dureza certificados.

Los valores del parámetro E_n obtenidos para este conjunto de laboratorios pueden verse en la siguiente tabla.

Participante	Parámetro E_n	
	MPA 3237881E	MPA 3224881E
A	-1,14	-2,02
B	-0,76	-0,66
C	-0,43	-0,26
D	-0,69	-0,89
E	0,39	1,43
F	-0,76	-0,39

ASIGNACIÓN DEL VALOR DE REFERENCIA

Para la asignación de los valores de referencia de los 10 bloques de transferencia se calcularon los desvíos que cada participante obtuvo con respecto a los patrones certificados.

Luego se corrigieron las mediciones de los bloques de transferencia teniendo en cuenta este desvío.

El valor de referencia asignado es el promedio de los datos de todos los participantes, así corregidos.

Los resultados obtenidos son:

n° bloque	046	047	048	049	050
Valor de Referencia (HRC)	34,1	33,8	34,0	32,5	33,4
U exp (HRC)	0,43	0,66	0,58	0,77	0,89

n° bloque	036	037	038	039	040
Valor de Referencia (HRC)	62,0	62,1	61,6	62,2	60,9
U exp (HRC)	0,53	0,44	0,52	0,36	0,58

La inhomogeneidad de los bloques de transferencia contribuye a las incertidumbres informadas.

La inhomogeneidad se estimó comparando la desviación estándar obtenidos por los participantes para los patrones certificados y para los bloques de transferencia respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

1. ISO Guide 43 (1997). Proficiency Testing by Interlaboratory Comparisons
Part 1: Development and Operation of Proficiency Testing Schemes.
Part 2: Selection and Use of Proficiency Testing Schemes by Laboratory
Accreditation Bodies.
2. ISO 5725. Parts 1-6 (1998). Accuracy (trueness and precision) of measurement
methods and results.
3. ISO 13528 (2002) Statistical methods for use in proficiency testing by
interlaboratory comparisons.
4. Guide to the expression of uncertainty in measurement. ISO, Geneva,
Switzerland
1993.