

**Laboratorio de Masas - Lacomel**  
**Informe de resultados de la comparación de calibración**  
**de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático**  
**LACOMET-IC-02-2010 BALANZAS**

## **0. Introducción.**

Los Laboratorios Secundarios de Calibración, en especial aquellos que posean un sistema de gestión de la calidad implementado, necesitan desarrollar actividades de comparación que les permita demostrar su competencia técnica, la importancia del desarrollo adecuado de estas actividades ha creado la necesidad de fomentar actividades de capacitación, talleres y prácticas que permitan adquirir destrezas para este fin, con las mismas se garantiza el respaldo de sus sistemas de calidad así como el respaldo de las capacidades de medición que se pueden suministrar a los clientes.

La información sobre la comparación nacional descrita en este informe detalla las actividades desarrolladas por los laboratorios participantes al calibrar un instrumento de pesaje de funcionamiento no automático (balanza) y los resultados obtenidos, la misma tiene la finalidad de favorecer y fomentar el desarrollo de la red nacional de laboratorios secundarios, y del sistema nacional para la calidad, permitiendo un análisis de los resultados con el fin de encontrar puntos en los cuales los participantes puedan mejorar y a la vez desarrollarse.

## **1. Objetivos.**

1.1 Proporcionar información técnica relativa a las mediciones reportadas por los laboratorios de calibración y ensayo, con respecto al proceso de calibración de una balanza.

1.2 Brindar un medio para evaluar la competencia técnica de los laboratorios de calibración y ensayo participantes y la posibilidad de incrementar la experiencia entre los laboratorios participantes en ejercicios de comparación.

1.3 Proveer a los laboratorios en general una herramienta para que evalúen y demuestren su capacidad de trabajo, competencia técnica y una forma de aseguramiento de la calidad de los resultados emitidos para las capacidades de medición reportada ante sus clientes y demás interesados.

1.4 Promover el desarrollo de la infraestructura metrológica nacional y la confianza de los usuarios en la veracidad de los resultados de medición y calibración amparados por dicha infraestructura.

## 2. Laboratorios Participantes.

Los laboratorios participantes son enlistados en la Tabla N° 1 presentada a continuación.

Tabla N° 1 Datos de los participantes.

<b>Cronograma para Comparación de Balanzas 2010</b>			
Número:	Participante:	PS N°:	Fecha para calibración:
1	Metrología Consultores, S.A.	685-10	2010-07-29
2	A 1 Calibration Laboratory, S.A.	687-10	2010-08-05
3	Bridgestone de Costa Rica	688-10	2010-08-17
4	Lanamme - UCR	689-10	2010-08-19
5	Vieto y Asociados, S.A.	690-10	2010-08-24
6	CAMERICA, S.A.	691-10	2010-08-26
7	METROTEC de Costa Rica, S.A.	692-10	2010-08-31
8	La Casa de la Romana, S.A.	693-10	2010-09-02
9	INFARMA - Honduras	694-10 903-10	2010-09-14
10	Laboratorio LAMBDA, S.A.	695-10	2010-09-21
11	LABCAL - UCR	766-10	2010-09-23
12	PROCAME - UNA	779-10	2010-10-06
13	La Casa de la Balanza de Cartago, S.A.	686-10	2010-10-07
14	MET-CAL Engineering Services, S.A.	1073-10	2010-10-14
15	Logística Senso, S.A. (Senso Romanas, S.A.)	1046-10	2010-10-20

Para el tratamiento de la información general, datos de calibración y resultados, se asignó un código numérico a cada laboratorio con el fin de mantener la confidencialidad del proceso, como consecuencia, en el presente informe, se utilizarán estos códigos de identificación para diferenciar a cada participante, ordenados de forma aleatoria.

### 3. Características de los equipos utilizados.

Como parte de las condiciones y recomendaciones establecidas en el protocolo de la comparación se designó un único objeto de calibración para todos los participantes, un juego de pesas patrón como referencia, un equipo para la medición de las condiciones ambientales, un área común para el desarrollo de la prueba y una secuencia operativa definida con relación al Reglamento Técnico Nacional NCR-179, de 1994, y a la Recomendación Internacional N° 76 de la OIML, del 2006, esto con el fin de considerar como factores más importantes la repetibilidad y reproducibilidad, y eliminar al máximo cualquier factor externo que pudiera aumentar la incertidumbre del proceso.

A continuación se presentan las características metroológicas del instrumento de pesaje de funcionamiento no automático usado como objeto de calibración durante la comparación, del juego de pesas patrón y del equipo de condiciones ambientales, también usados durante la prueba.

Tabla N° 2 Características del instrumento de pesaje de funcionamiento no automático usado.

Marca:	METTLER TOLEDO
Modelo:	PM2000MC
Serie:	1114043085
Activo:	706615
Ámbito:	0 g a 2 kg
Mínima división de escala:	d = 0,001 g

Tabla N° 3 Características del juego de pesas patrón usado durante la prueba.

Marca:	SARTORIUS
Modelo:	YCS 01-623 S
Serie:	50729019
Activo:	706645
Ámbito:	1 mg a 2 kg
Trazabilidad:	LACOMET 17540308

Tabla N° 4 Características del equipo de condiciones ambientales usado durante la prueba.

Marca:	SPER-SCIENTIFIC
Modelo:	800016
Serie:	00040290-01
Activo:	706679
Ámbito:	25 %HR a 95 %HR -10 °C a +50 °C
Trazabilidad:	LACOMET 11991010

#### 4. Cronograma de realización de la prueba.

El cronograma establecido para la participación de cada uno de los representantes de los laboratorios inscritos en la prueba se organizó con el fin de realizar un proceso de medición por cada participante con el fin de que cada laboratorio tuviera suficiente información para analizar internamente.

Como parte de esta prueba, LACOMET realizó una calibración de control del objeto de calibración antes del inicio del proceso de medición por parte del primer laboratorio participante, y otra medición de control en LACOMET, posterior a las mediciones realizadas por parte del último laboratorio participante, esto con el fin de corroborar la consistencia del objeto de calibración. Al realizar la segunda medición de control en LACOMET el objeto de calibración presentó una adecuada consistencia por lo que no se consideró necesaria una re-calibración.

La distribución de participación de cada laboratorio se estableció en la Tabla N° 1, la distribución aleatoria de los laboratorios participantes en la prueba, según su código, quedó representada de la siguiente forma:

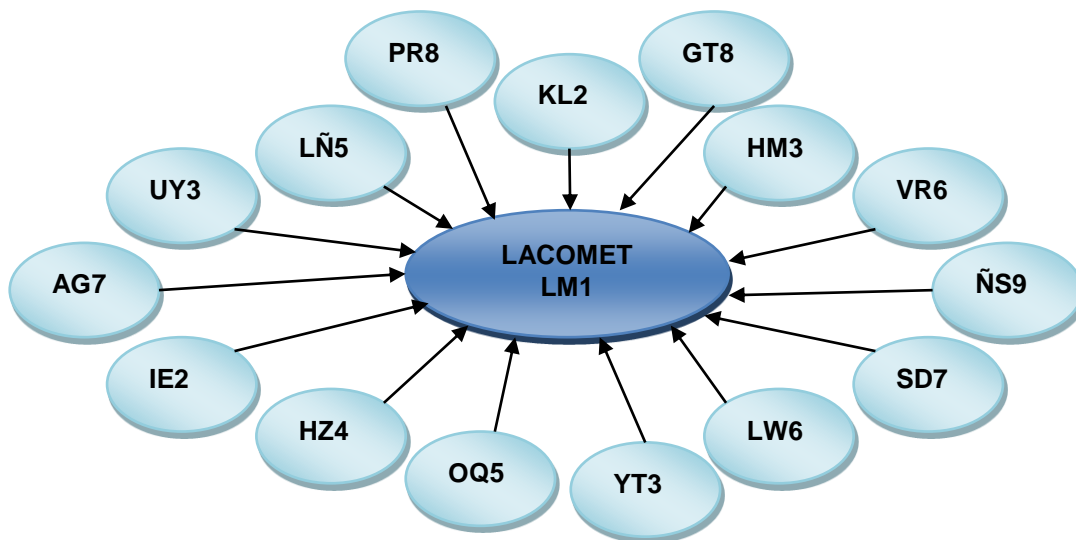


Figura N° 1 Distribución aleatoria de los laboratorios participantes en la prueba, según su código.

El cronograma de participación de cada laboratorio se cumplió de forma adecuada según lo establecido en la Tabla N° 1.

#### 5. Método de calibración y trazabilidad de los resultados reportados por los participantes.

La información relacionada con los equipos de medición, patrones, balanza y equipo para la medición de las condiciones ambientales, utilizados en este proceso fue enviada al Laboratorio Piloto en las fechas correspondientes.

Para las pruebas realizadas al objeto de calibración, tal y como se expuso antes, cada laboratorio participante contó con el mismo juego de pesas patrón como referencia, un equipo para la medición de las condiciones ambientales, un área común para el desarrollo de la prueba y una secuencia operativa definida con relación al Reglamento Técnico Nacional NCR-179, de 1994, y a la Recomendación Internacional OIML R-76, del 2006, esto con el fin de considerar como factores

más importantes la repetibilidad y reproducibilidad del proceso, y eliminar al máximo cualquier factor externo que pudiera aumentar la incertidumbre del proceso.

## 6. Resultados de LACOMET.

En el Laboratorio de Masas de LACOMET se realizó una calibración de control del objeto de calibración antes del inicio del proceso de medición por parte del primer laboratorio participante, y otra medición de control en LACOMET, posterior a las mediciones realizadas por parte del último laboratorio participante, esto con el fin de corroborar la consistencia del objeto de calibración.

Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

Tabla N° 5 Resultados de LACOMET, prueba de linealidad.

Valor	Carga	Ascendente	Corrección	Descendente	Corrección	Incertidumbre
(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
0,020	0,020	0,019	0,001	0,021	-0,001	0,001
0,100	0,100	0,100	0,000	0,101	-0,001	0,001
50,000	50,000	49,999	0,001	50,001	-0,001	0,001
200,000	199,998	199,996	0,002	199,999	-0,001	0,001
600,000	599,995	599,991	0,004	599,995	0,000	0,001
1000,000	999,997	999,996	0,001	1000,000	-0,003	0,001
1600,000	1599,992	1599,997	-0,005	1599,998	-0,006	0,001
2000,000	1999,995	1999,997	-0,002	1999,997	-0,002	0,001

Como conclusión para este punto, es posible notar que los patrones se mantuvieron estables después del proceso de comparación.

## 7. Resultados e incertidumbre asociada.

Las mediciones realizadas por cada laboratorio participante comprenden la indicación del valor de lectura de la balanza, la corrección de cada lectura y la estimación de la incertidumbre asociada a cada uno de estas lecturas.

El valor del Error Normalizado,  $E_n$  fue usado para la evaluación de los resultados reportados por cada laboratorio contra los resultados del laboratorio patrón, con base en la siguiente expresión:

$$E_n = \frac{m_{LAB} - m_{LACOMET}}{\sqrt{U_{LAB}^2 + U_{LACOMET}^2}} \quad (1)$$

Donde:

- $m_{LAB}$  valor de masa reportada por el Laboratorio Participante.
- $m_{LACOMET}$  valor de masa reportada por el LACOMET.
- $U_{LAB}$  incertidumbre expandida asociada valor de masa reportada por el Laboratorio Participante.
- $U_{LACOMET}$  incertidumbre expandida asociada al valor de masa reportada por el LACOMET.

Los parámetros de análisis para el error normalizados son los siguientes:

- $E_n \leq 1$ , habrá consistencia
- $E_n > 1$ , no habrá consistencia

### 7.1 Resultados e incertidumbre asociada para la prueba de linealidad.

Los resultados para la prueba de linealidad obtenidos se presentan a continuación:

Tabla N° 6 Tabla de los resultados suministrados por el laboratorio KL2.

Valor	LM1			KL2			Error Norm Ascendente	Error Norm Descendente
	Corrección	Corrección	Incertidumbre	Corrección	Corrección	Incertidumbre		
	Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente			
(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	$E_n$	$E_n$	
0,020	0,001	-0,001	0,001	0,003	0,003	0,001	1,5	3,0
0,100	0,000	-0,001	0,001	0,003	0,003	0,001	2,3	3,1
50,000	0,001	-0,001	0,001	0,005	0,003	0,001	3,1	3,1
200,000	0,002	-0,001	0,001	0,008	0,006	0,001	4,0	4,7
600,000	0,004	0,000	0,001	0,013	0,010	0,001	6,5	7,3
1000,000	0,001	-0,003	0,001	0,009	0,007	0,001	5,5	6,9
1600,000	-0,005	-0,006	0,001	0,007	0,009	0,001	7,7	9,6
2000,000	-0,002	-0,002	0,001	0,000	0,000	0,002	1,0	1,0

Tabla N° 7 Tabla de los resultados suministrados por el laboratorio GT8.

Valor	LM1			GT8			Error Norm	Error Norm
	Corrección	Corrección	Incertidumbre	Corrección	Corrección	Incertidumbre		
	Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente
(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	$E_n$	$E_n$
0,020	0,001	-0,001	0,001	-0,001	-0,001	0,001	-1,4	0,1
0,100	0,000	-0,001	0,001	-0,002	-0,002	0,001	-1,3	-0,6
50,000	0,001	-0,001	0,001	-0,002	-0,002	0,001	-2,0	-0,5
200,000	0,002	-0,001	0,001	-0,006	-0,006	0,001	-6,2	-4,0
600,000	0,004	0,000	0,001	-0,010	-0,010	0,001	-9,7	-6,9
1000,000	0,001	-0,003	0,001	-0,006	-0,006	0,001	-4,8	-2,0
1600,000	-0,005	-0,006	0,001	-0,004	-0,004	0,001	0,8	1,5
2000,000	-0,002	-0,002	0,001	0,001	0,001	0,003	1,0	1,0

Tabla N° 8 Tabla de los resultados suministrados por el laboratorio HM3.

Valor	LM1			HM3			Error Norm	Error Norm
	Corrección	Corrección	Incertidumbre	Corrección	Corrección	Incertidumbre		
	Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente
(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	$E_n$	$E_n$
0,020	0,001	-0,001	0,001	0,000	0,000	0,002	-0,4	0,5
0,100	0,000	-0,001	0,001	0,000	0,000	0,002	0,1	0,5
50,000	0,001	-0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,1	1,0
200,000	0,002	-0,001	0,001	0,003	0,002	0,002	0,2	1,1
600,000	0,004	0,000	0,001	0,006	0,004	0,002	1,0	1,9
1000,000	0,001	-0,003	0,001	0,007	0,003	0,002	2,7	2,7
1600,000	-0,005	-0,006	0,001	0,000	0,001	0,002	2,3	3,1
2000,000	-0,002	-0,002	0,001	0,001	0,000	0,003	1,0	0,7

Tabla N° 9 Tabla de los resultados suministrados por el laboratorio VR6.

Valor	LM1			VR6			Error Norm	Error Norm
	Corrección	Corrección	Incertidumbre	Corrección	Corrección	Incertidumbre		
	Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente
(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	$E_n$	$E_n$
0,020	0,001	-0,001	0,001	-0,001	0,000	0,001	-1,4	0,8
0,100	0,000	-0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,1	0,9
50,000	0,001	-0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,2	1,7
200,000	0,002	-0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	-1,1	1,1
600,000	0,004	0,000	0,001	0,003	0,002	0,001	-0,5	1,6
1000,000	0,001	-0,003	0,001	0,002	0,001	0,001	0,7	2,8
1600,000	-0,005	-0,006	0,001	-0,003	-0,002	0,001	1,5	2,7
2000,000	-0,002	-0,002	0,001	-0,006	-0,006	0,003	-1,1	-1,1

Tabla N° 10 Tabla de los resultados suministrados por el laboratorio ÑS9.

Valor	LM1			ÑS9			Error Norm	Error Norm
	Corrección	Corrección	Incertidumbre	Corrección	Corrección	Incertidumbre		
	Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente
(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	$E_n$	$E_n$
0,020	0,001	-0,001	0,001	-0,001	0,001	0,001	-1,4	1,5
0,100	0,000	-0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,9	1,6
50,000	0,001	-0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0,2	3,1
200,000	0,002	-0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	-1,1	3,3
600,000	0,004	0,000	0,001	0,005	0,004	0,003	0,4	1,3
1000,000	0,001	-0,003	0,001	0,002	0,003	0,002	0,5	2,7
1600,000	-0,005	-0,006	0,001	-0,005	-0,001	0,004	0,1	1,3
2000,000	-0,002	-0,002	0,001	-0,004	-0,004	0,010	-0,2	-0,2



Tabla N° 11 Tabla de los resultados suministrados por el laboratorio SD7.

Valor	LM1			SD7			Error Norm	Error Norm
	Corrección	Corrección	Incertidumbre	Corrección	Corrección	Incertidumbre		
	Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente
(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	$E_n$	$E_n$
0,020	0,001	-0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	-0,7	1,5
0,100	0,000	-0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,9	1,6
50,000	0,001	-0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,2	2,4
200,000	0,002	-0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	-0,3	1,8
600,000	0,004	0,000	0,001	0,004	0,004	0,001	0,2	3,0
1000,000	0,001	-0,003	0,001	0,003	0,003	0,001	1,4	4,2
1600,000	-0,005	-0,006	0,001	-0,001	-0,002	0,001	2,7	2,7
2000,000	-0,002	-0,002	0,001	0,000	0,000	0,002	1,0	1,0

Tabla N° 12 Tabla de los resultados suministrados por el laboratorio LW6.

Valor	LM1			LW6			Error Norm	Error Norm
	Corrección	Corrección	Incertidumbre	Corrección	Corrección	Incertidumbre		
	Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente
(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	$E_n$	$E_n$
0,020	0,001	-0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	-0,7	0,7
0,100	0,000	-0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,0	1,5
50,000	0,001	-0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,0	2,2
200,000	0,002	-0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	-0,9	2,0
600,000	0,004	0,000	0,001	0,003	0,003	0,001	-0,7	2,0
1000,000	0,001	-0,003	0,001	-0,001	0,000	0,001	-1,3	2,0
1600,000	-0,005	-0,006	0,001	-0,006	-0,004	0,001	-0,5	1,1
2000,000	-0,002	-0,002	0,001	-0,009	-0,008	0,003	-2,0	-1,7

Tabla N° 13 Tabla de los resultados suministrados por el laboratorio YT3.

Valor	LM1			YT3			Error Norm	Error Norm
	Corrección	Corrección	Incertidumbre	Corrección	Corrección	Incertidumbre		
	Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente
(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	$E_n$	$E_n$
0,020	0,001	-0,001	0,001	0,003	0,004	0,003	0,7	1,6
0,100	0,000	-0,001	0,001	-0,002	0,003	0,003	-0,6	1,3
50,000	0,001	-0,001	0,001	0,000	0,003	0,003	-0,2	1,4
200,000	0,002	-0,001	0,001	-0,001	0,000	0,003	-1,1	0,2
600,000	0,004	0,000	0,001	0,005	0,001	0,003	0,4	0,4
1000,000	0,001	-0,003	0,001	0,008	0,002	0,003	2,2	1,6
1600,000	-0,005	-0,006	0,001	0,004	-0,004	0,003	2,9	0,7
2000,000	-0,002	-0,002	0,001	-0,010	-0,009	0,003	-2,3	-2,0

Tabla N° 14 Tabla de los resultados suministrados por el laboratorio OQ5.

Valor	LM1			OQ5			Error Norm	Error Norm
	Corrección	Corrección	Incertidumbre	Corrección	Corrección	Incertidumbre		
	Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente
(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	$E_n$	$E_n$
0,020	0,001	-0,001	0,001	0,004	0,003	0,001	2,2	2,9
0,100	0,000	-0,001	0,001	0,004	0,002	0,001	2,9	2,2
50,000	0,001	-0,001	0,001	0,004	0,003	0,001	2,2	2,9
200,000	0,002	-0,001	0,001	0,006	0,004	0,001	2,7	3,5
600,000	0,004	0,000	0,001	0,007	0,006	0,001	2,1	4,2
1000,000	0,001	-0,003	0,001	0,008	0,007	0,001	4,8	6,9
1600,000	-0,005	-0,006	0,001	0,003	0,004	0,001	5,0	6,2
2000,000	-0,002	-0,002	0,001	-0,001	0,002	0,003	0,6	1,6

Tabla N° 15 Tabla de los resultados suministrados por el laboratorio HZ4.

Valor	LM1			HZ4			Error Norm	Error Norm
	Corrección	Corrección	Incertidumbre	Corrección	Corrección	Incertidumbre		
	Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente
(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	$E_n$	$E_n$
0,020	0,001	-0,001	0,001	0,000	0,001	0,002	-0,4	1,0
0,100	0,000	-0,001	0,001	0,000	0,002	0,001	0,1	2,3
50,000	0,001	-0,001	0,001	-0,001	-0,001	0,002	-0,8	0,1
200,000	0,002	-0,001	0,001	-0,003	-0,002	0,006	-0,9	-0,2
600,000	0,004	0,000	0,001	-0,003	-0,001	0,006	-1,1	-0,1
1000,000	0,001	-0,003	0,001	-0,001	0,000	0,003	-0,6	1,0
1600,000	-0,005	-0,006	0,001	0,001	0,002	0,005	1,2	1,6
2000,000	-0,002	-0,002	0,001	0,011	0,011	0,021	0,6	0,6

Tabla N° 16 Tabla de los resultados suministrados por el laboratorio IE2.

Valor	LM1			IE2			Error Norm	Error Norm
	Corrección	Corrección	Incertidumbre	Corrección	Corrección	Incertidumbre		
	Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente
(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	$E_n$	$E_n$
0,020	0,001	-0,001	0,001	0,004	0,003	0,001	2,2	3,0
0,100	0,000	-0,001	0,001	0,003	0,002	0,001	2,2	2,2
50,000	0,001	-0,001	0,001	0,004	0,002	0,001	2,2	2,2
200,000	0,002	-0,001	0,001	0,005	0,005	0,001	2,2	4,4
600,000	0,004	0,000	0,001	0,004	0,003	0,001	0,0	2,0
1000,000	0,001	-0,003	0,001	0,005	0,003	0,001	2,4	3,6
1600,000	-0,005	-0,006	0,001	-0,002	-0,003	0,002	1,4	1,4
2000,000	-0,002	-0,002	0,001	-0,006	-0,004	0,005	-0,8	-0,4

Tabla N° 17 Tabla de los resultados suministrados por el laboratorio AG7.

Valor	LM1			AG7			Error Norm	Error Norm
	Corrección	Corrección	Incertidumbre	Corrección	Corrección	Incertidumbre		
	Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente
(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	$E_n$	$E_n$
0,020	0,001	-0,001	0,001	-0,003	-0,005	0,001	-2,8	-2,8
0,100	0,000	-0,001	0,001	-0,003	-0,005	0,001	-2,0	-2,8
50,000	0,001	-0,001	0,001	-0,003	-0,006	0,001	-2,7	-3,4
200,000	0,002	-0,001	0,001	-0,006	-0,006	0,002	-3,8	-2,5
600,000	0,004	0,000	0,001	-0,007	-0,007	0,002	-4,8	-3,0
1000,000	0,001	-0,003	0,001	-0,008	-0,006	0,003	-2,8	-0,9
1600,000	-0,005	-0,006	0,001	-0,002	-0,001	0,004	0,8	1,3
2000,000	-0,002	-0,002	0,001	0,000	0,000	0,005	0,5	0,5

Tabla N° 18 Tabla de los resultados suministrados por el laboratorio UY3.

Valor	LM1			UY3			Error Norm	Error Norm
	Corrección	Corrección	Incertidumbre	Corrección	Corrección	Incertidumbre		
	Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente		Ascendente	Descendente
(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	$E_n$	$E_n$
0,020	0,001	-0,001	0,001	-0,003	-0,003	0,001	-2,7	-1,3
0,100	0,000	-0,001	0,001	-0,004	-0,003	0,001	-2,6	-1,2
50,000	0,001	-0,001	0,001	-0,004	-0,003	0,001	-3,3	-1,2
200,000	0,002	-0,001	0,001	-0,005	-0,004	0,001	-4,9	-2,3
600,000	0,004	0,000	0,001	-0,008	-0,006	0,002	-5,7	-2,8
1000,000	0,001	-0,003	0,001	-0,008	-0,004	0,003	-3,3	-0,3
1600,000	-0,005	-0,006	0,001	-0,003	-0,002	0,004	0,6	1,1
2000,000	-0,002	-0,002	0,001	-0,001	-0,001	0,005	0,3	0,3

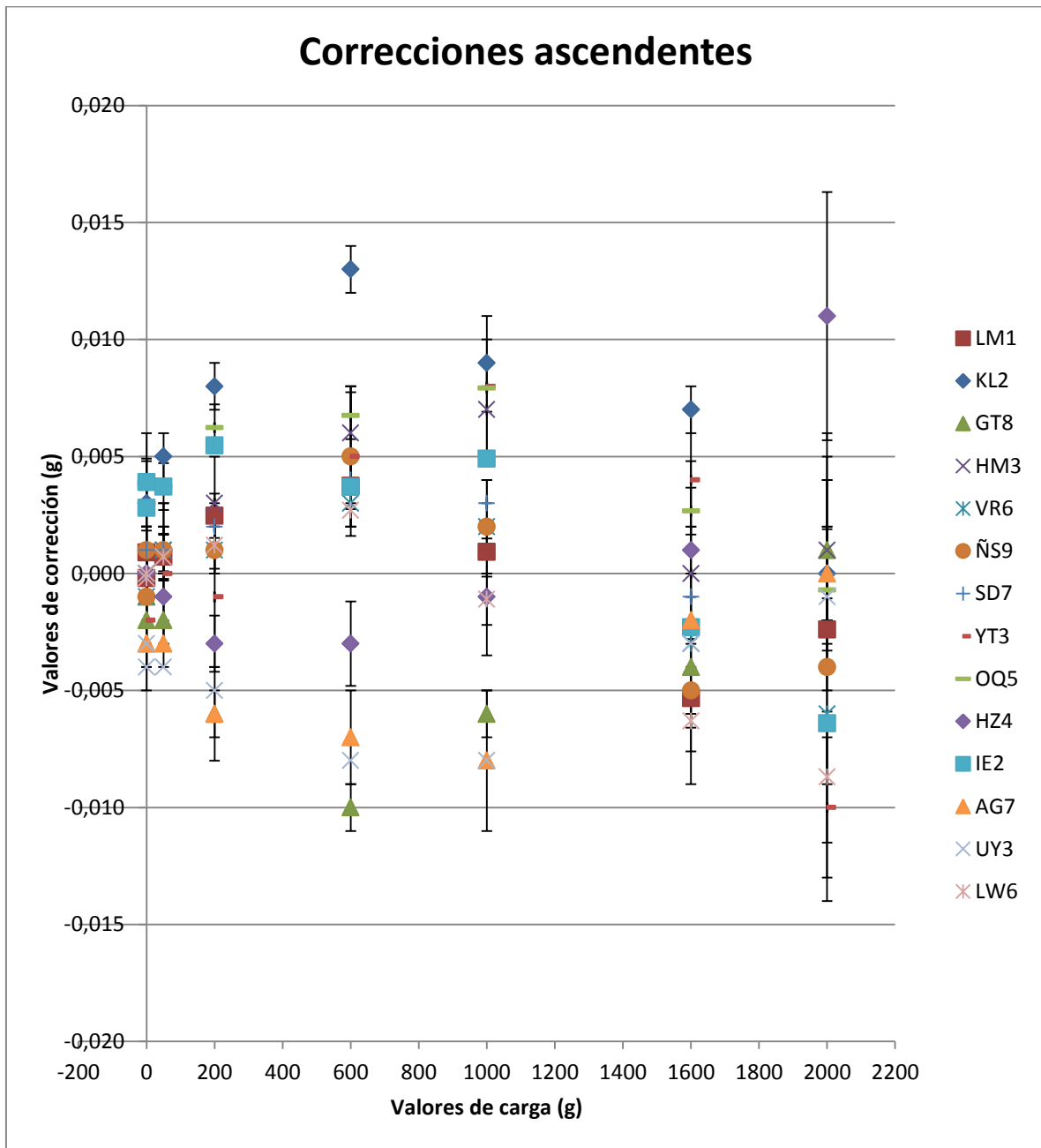


Gráfico N° 1 Gráfico de resultados para carga ascendente.

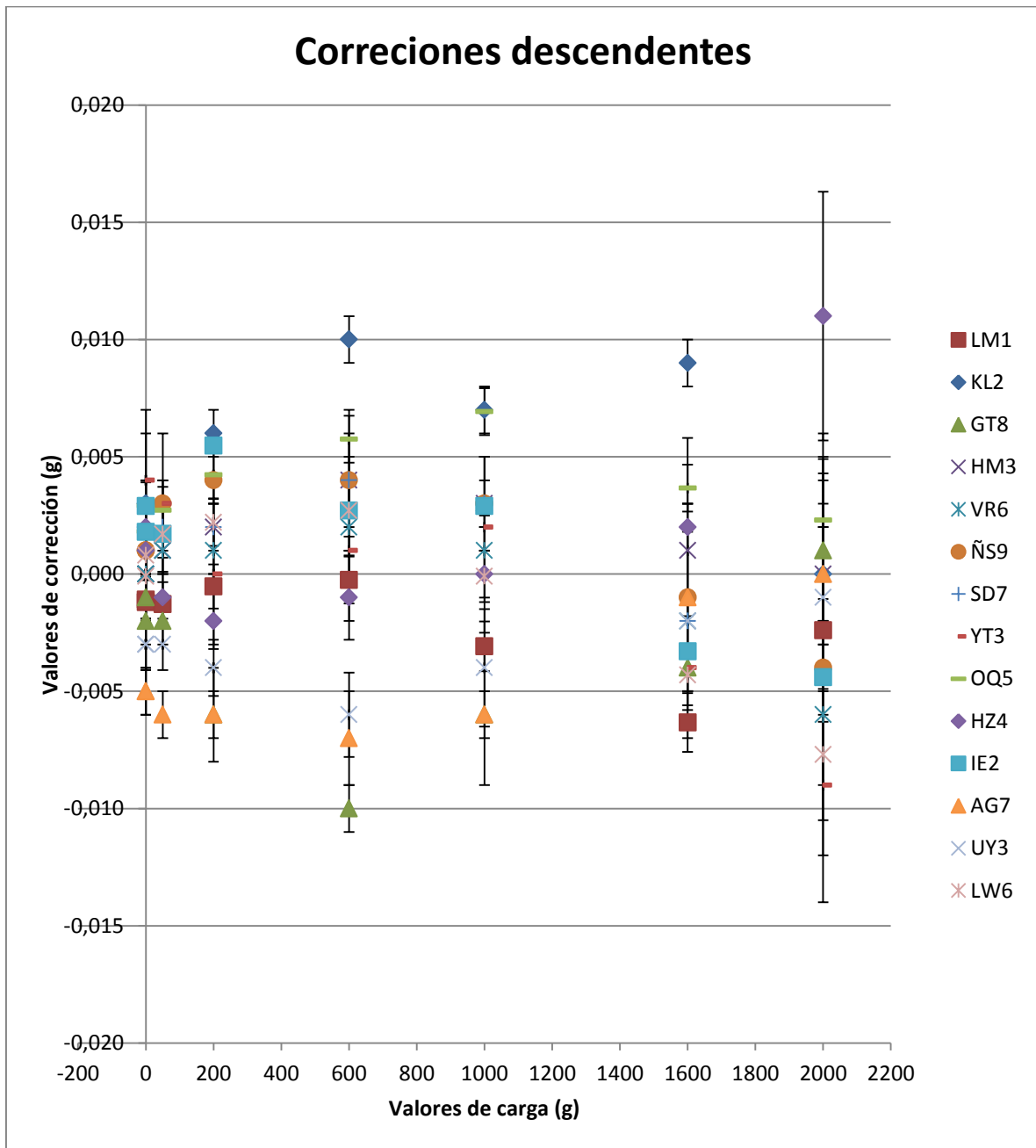


Gráfico N° 2 Gráfico de resultados para carga descendente.

## 7.2 Resultados e incertidumbre asociada a la prueba de repetibilidad.

Los resultados para la prueba de repetibilidad obtenidos se presentan a continuación:

Tabla N° 18 Tabla de resultados para la prueba de repetibilidad.

Código	1000,000		Error Norm	2000,000		Error Norm
	Máx Difer	Incertidumbre		Máx Difer	Incertidumbre	
	(g)	(g)	$E_n$	(g)	(g)	$E_n$
1 <b>LM1</b>	0,003	0,001	---	0,001	0,003	---
2 <b>KL2</b>	-0,008	0,002	4,9	-0,005	0,004	1,2
3 <b>GT8</b>	0,005	0,001	1,4	0,001	0,003	0,0
4 <b>HM3</b>	0,001	0,001	1,4	0,004	0,003	0,7
5 <b>VR6</b>	0,004	0,002	0,4	0,003	0,003	0,5
6 <b>ÑS9</b>	0,004	0,001	0,7	0,002	0,001	0,3
7 <b>SD7</b>	0,003	0,002	0,0	0,004	0,002	0,8
8 <b>LW6</b>	0,003	0,001	0,0	0,001	0,003	0,0
9 <b>YT3</b>	0,003	0,002	0,0	0,001	0,001	0,0
10 <b>OQ5</b>	0,001	0,001	1,4	0,001	0,003	0,0
11 <b>HZ4</b>	0,004	0,001	0,7	0,001	0,001	0,0
12 <b>IE2</b>	0,002	0,001	0,7	0,001	0,001	0,0
13 <b>AG7</b>	0,001	0,003	0,6	0,004	0,005	0,5
14 <b>UY3</b>	0,001	0,001	1,4	0,000	0,001	0,3

Los gráficos en donde se representa la información sobre el comportamiento de la repetibilidad se presentan a continuación:

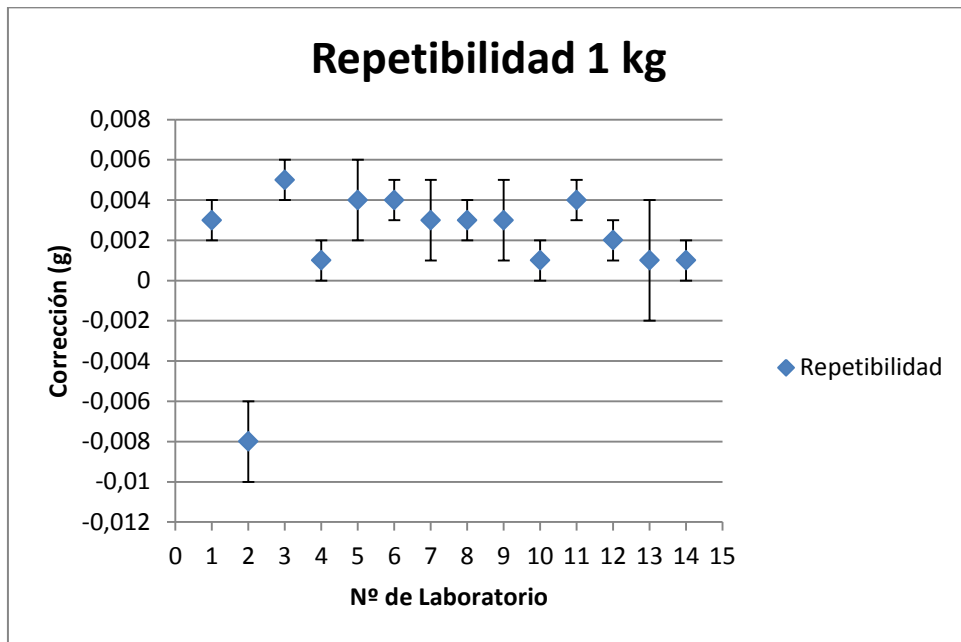


Gráfico N° 3 Gráfico de resultados de repetibilidad, carga 1 kg.

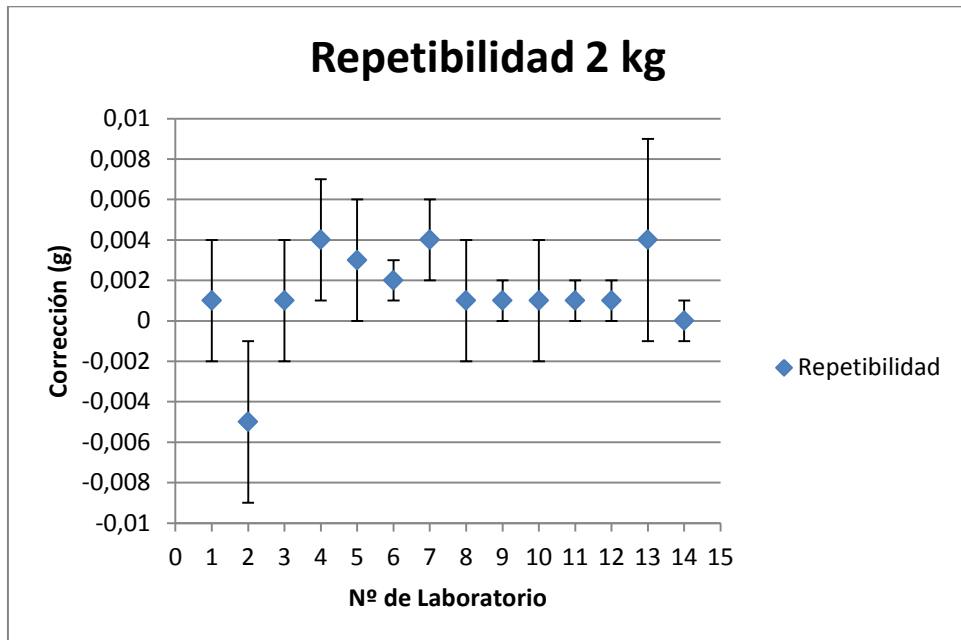


Gráfico N° 4 Gráfico de resultados de repetibilidad, carga 2 kg.



### 7.3 Resultados e incertidumbre asociada para la prueba de excentricidad

Los resultados para la prueba de excentricidad obtenidos se presentan a continuación:

Tabla N° 19 Tabla de los resultados para la prueba de excentricidad.

	Código	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Incertidumbre
		Difer Centro	Difer Centro	Difer Centro	Difer Centro	
		(g)	(g)	(g)	(g)	
1	<b>LM1</b>	0,003	0,001	-0,007	-0,002	0,001
2	<b>KL2</b>	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,001
	<b>En:</b>	-2,1	-0,7	4,9	0,7	
3	<b>GT8</b>	0,000	0,000	-0,005	-0,003	0,001
	<b>En:</b>	-2,1	-0,7	1,4	-0,7	
4	<b>HM3</b>	0,000	0,001	-0,001	-0,001	0,002
	<b>En:</b>	-1,3	0,0	2,7	0,4	
5	<b>VR6</b>	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
	<b>En:</b>	-1,4	0,0	5,7	2,1	
6	<b>ÑS9</b>	0,002	-0,001	0,001	-0,002	0,002
	<b>En:</b>	-0,4	-0,9	3,6	0,0	
7	<b>SD7</b>	-0,001	0,001	0,000	-0,001	0,001
	<b>En:</b>	-2,8	0,0	4,9	0,7	
8	<b>LW6</b>	-0,001	0,001	0,001	-0,003	0,001
	<b>En:</b>	-2,4	0,0	4,9	-0,6	
9	<b>YT3</b>	-0,001	0,001	0,002	-0,002	0,001
	<b>En:</b>	-2,8	0,0	6,4	0,0	
10	<b>OQ5</b>	0,000	0,000	0,000	-0,002	0,001
	<b>En:</b>	-2,1	-0,7	4,9	0,0	
11	<b>HZ4</b>	0,001	-0,001	0,000	0,002	0,001
	<b>En:</b>	-1,4	-1,4	4,9	2,8	
12	<b>IE2</b>	0,000	0,002	0,000	-0,001	0,001
	<b>En:</b>	-2,1	0,7	4,9	0,7	
13	<b>AG7</b>	0,000	0,003	-0,001	0,001	0,003
	<b>En:</b>	-0,9	0,6	1,9	0,9	
14	<b>UY3</b>	0,000	0,001	0,000	0,002	0,001
	<b>En:</b>	-2,1	0,0	4,9	2,8	

---

## 8. Conclusiones

- 1.1 El cronograma de participación propuesto se cumplió de forma exitosa.
- 1.2 De los laboratorios inscritos para este proceso, dos laboratorios participantes no reportaron resultados finales.
- 1.3 Cada laboratorio participante utilizó, a modo de control, sus métodos de calibración de balanzas y sus métodos de estimación de la incertidumbre, a todos se les suministró un formato para el reporte de resultados.
- 1.4 Los resultados finales reportados por los laboratorios participantes fueron analizados con base en los resultados reportados por el Laboratorio de Masas de LACOMET, de este análisis se obtuvo las diferencias de masas correspondiente.
- 1.5 La representación gráfica de los datos obtenidos por cada uno de los participantes permite observar diferencias generadas en las pruebas realizadas. Estas diferencias se deben principalmente a consideraciones propias de cada participante en la aplicación de los métodos de calibración, en el análisis de resultados realizados y en el método de estimación de la incertidumbre.
- 1.6 La prueba de repetibilidad, refleja un nivel de consistencia satisfactorio, esto elimina la posibilidad de un error sistemático, proveniente principalmente del equipo, o de los patrones. Estos resultados permiten determinar que los participantes mantienen un nivel de repetibilidad muy satisfactorio. Gráficamente es posible considerar un nivel de reproducibilidad adecuado.
- 1.7 La aplicación del método de análisis por error normalizado, en el cual se consideran los datos de LACOMET como referencia, demostró la existencia de diferencias importantes en algunos de los resultados reportados por los laboratorios participantes y en varias de las magnitudes reportadas, estas diferencias, tal y como se consideró en el punto 1.5, se deben principalmente a consideraciones propias de cada participante en la aplicación de los métodos de calibración, en el análisis de resultados realizados y en el método de estimación de la incertidumbre.
- 1.8 Como conclusión final, aun cuando existen diferencias importantes en los resultados, el proceso de comparación resultó aceptable para todos los participantes, especialmente si se toma en cuenta que es la primera experiencia de este tipo organizada a nivel nacional. Las diferencias encontradas pueden ser disminuidas si se unifica la forma en la que se realizan los métodos usados por los participantes.

## 9. Bibliografía

- OIML, Recommendation R 111-1, Weights of classes E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3, and M3, Part 1: Metrological and technical requirements, 2004.
- Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medida (BIPM-IEC-IFCC-ISO-IUPAC-IUPAP-OIML), 1993.
- Interlaboratory Mass Comparison between laboratories belonging to SIM – Sub-Region coordinate by CENAM, Mexico. Final Report SIM.7.31a-SIM.7.31b, CENAM-2006.
- ISO 13528:2005, Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons. First Edition, 2005-09-01. Sec 7.5, pág 28.
- ISO/IEC Guide 43-1 and 2:1997, Proficiency Testing by Interlaboratory Comparisons. SCC, Nov 2001. Anexo A, A.2.1.4, pág 16; A.3.1.1, pág 17 y 18.
- Cox, M. G., The evaluation of key comparison data: determining the largest consistent subset, Metrología 39, 2002, pág 589-595.
- Cox, M. G., The evaluation of key comparison data: determining the largest consistent subset, Metrología 44, 2007, pág 187-200.
- Becerra, Luis O., Incetidumbre en la Calibración de pesas por el método ABBA, CENAM, 2004

### Anexo A

#### Resultados de las evaluaciones de buenas prácticas de laboratorio realizadas.

Tabla N° 20 Resultados de las evaluaciones de buenas prácticas de laboratorio realizadas.

<b>Resultados de encuesta sobre buenas prácticas de laboratorio</b>									
Revisión superficial de la balanza, no realizada	Revisión del Nivel, no realizada	Revisión Superficial de los patrones, no realizado	Uso inadecuado de pinzas	Calentamiento del equipo, no realizado	Apoyo sobre mesa	Ajuste Interno, no realizado	No uso de guantes en la prueba	Mal centrado en el platillo	Falta de confianza en colocación
3	5	8	5	3	1	4	1	0	2



Gráfico N° 5 Resultados de las evaluaciones de buenas prácticas de laboratorio realizadas.

### Anexo B

#### Errores que producen inconsistencias en la prueba de linealidad.

Tabla N° 21 Errores que producen inconsistencias en la prueba de linealidad.

<b>Errores que producen inconsistencias en la prueba de linealidad</b>				
Selección no adecuada de los valores de carga	Selección no adecuada de pesas	Colocación no centrada de las pesas	Colocación ascendente sin permitir retorno a cero	Colocación descendente sin permitir retorno a cero
2	3	1	3	1

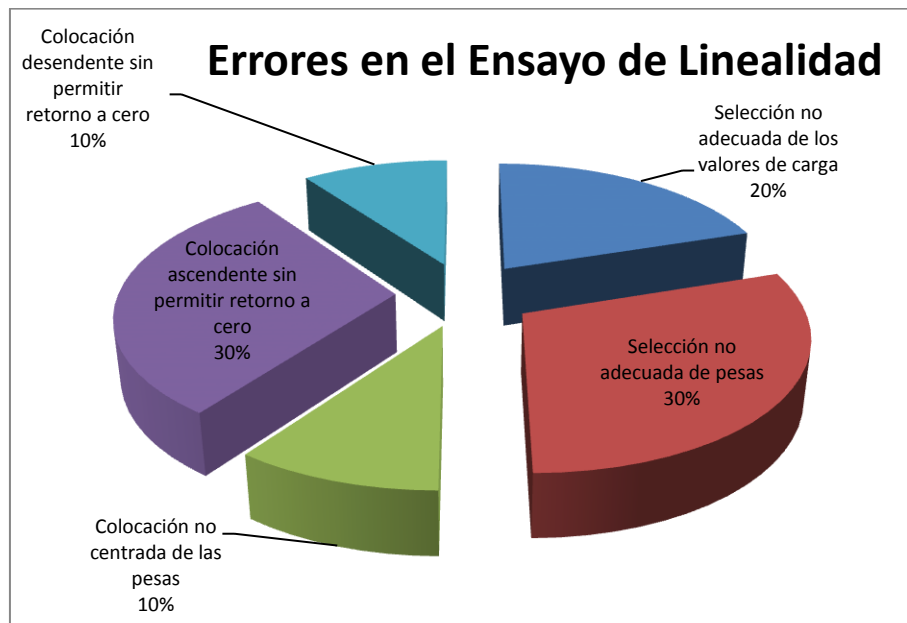


Gráfico N° 6 Errores que producen inconsistencias en la prueba de linealidad.