

CONTENIDO

Prólogo	xiii
Introducción	xv
1. La medida	1
2. La metrología	9
2.1 La metrología en el campo internacional	11
2.2 De los servicios de pesas y medidas a los servicios nacionales de metrología	14
3. Servicio Nacional de Metrología	21
3.1 Metrología científica	21
3.2 Metrología industrial	22
3.3 Metrología legal	23
3.4 Divulgación metrológica	25
4. Sistema Internacional de Unidades	29
4.1 Sistema imperial anglosajón y sistema norteamericano	30
4.2 Sistema métrico	31
4.3 Autoridades internacionales	38
4.4 Funciones de la Conferencia General de Pesas y Medidas	40

4.5 Sistema internacional de unidades	42
4.6 Origen	44
4.7 Aplicación del SI	45
4.8 Unidades derivadas sin dimensión	49
4.9 Unidades del SI derivadas	50
5. Reglas generales para el uso del Sistema internacional de unidades en Colombia	63
5.1 Generalidades	63
5.2 Metrología legal en Colombia	72
6. Gestión metrológica	79
6.1 Etapas básicas de la gestión metrológica	82
6.2 Requerimientos según normas	83
7. Etapas básicas del aseguramiento metrológico	87
7.1 Determinación de las mediciones críticas e importantes	87
7.2 Proceso de medición	91
7.3 Teoría de errores	93
7.4 Selección de los equipos de medición	94
7.5 Determinación del rango o escala máxima del equipo de medición	95
7.6 Determinación de la resolución	95
7.7 Evaluación de la incertidumbre teórica del equipo	96
7.8 Evaluación de la capacidad de trabajo como criterio de selección de los equipos de medición nuevos	97
7.9 Evaluación de la capacidad de trabajo para equipos en uso	99
8. Análisis de incertidumbre de la medición	101
8.1 Expresión de la incertidumbre de una medición	103
8.2 Estadística básica en conjunto de números	104
8.3 Obtención del estimado óptimo tomando el promedio de varias lecturas	105
8.4 Origen de los errores y las incertidumbres	107
8.5 Cálculo de la incertidumbre de medición	109
9. Análisis de la repetibilidad y reproducibilidad (R&R)	113
10. Control metrológico	119

10.1	Calibración	124
10.2	Mejora continua en el sistema de gestión metrológica	133
11.	Designación de personal competente para la gestión metrológica	139
11.1	Validación de resultados y acciones	140
11.2	Identificación de variables críticas	143
11.3	Frecuencias de calibración	143
11.4	Pasos importantes para la elaboración del "Manual de aseguramiento metrológico"	145
12.	Metrología aplicada	149
12.1	Funciones de un sistema de aseguramiento metrológico (SAM)	150
12.2	Objetivos de un sistema de aseguramiento metrológico (SAM)	151
12.3	Costos del sistema de aseguramiento metrológico (SAM)	152
13.	Laboratorio de metrología	157
13.1	Establecimiento y operación	157
13.2	Laboratorio de primer nivel (I)	159
13.3	Laboratorio de segundo nivel (II)	160
13.4	Laboratorio de tercer nivel (III)	160
14.	Metrología dimensional	171
14.1	Tipos de instrumentos de medición	174
15.	Magnitudes	227
15.1	Magnitud (mensurable)	227
15.2	Magnitud derivada	228
16.	Mediciones	231
16.1	Principio de medida	231
16.2	Método de medida	232
16.3	Procedimiento de medida	232
16.4	Magnitud de influencia	232
17.	Resultados de medición	235
17.1	Observaciones	235

18. Características de los instrumentos de medida	243
19. Presión	249
19.1 Clases de instrumentos	250
19.2 Criterios para la selección de un manómetro	261
20. Masas y balanzas	271
20.1 Antecedente	271
20.2 Masa y peso	272
20.3 Calibración de instrumentos de pesaje	275
21. Fuerza	299
21.1 Unidades de fuerza	299
21.2 Principios básicos	300
21.3 Inspección general de la máquina	301
21.4 Calibración del sistema de medición de fuerza	302
21.5 Calibración del sistema de medida de fuerza de la máquina de ensayo	303
21.6 Determinación del error relativo de reversibilidad	310
21.7 Evaluación del indicador de fuerza	310
21.8 Procedimiento de verificación de la calibración para equipos de fuerza	313
22. Temperatura	319
22.1 Diferencia entre calor y temperatura	322
22.2 Medición de temperatura	323
22.3 Termodinámica	325
22.4 Primera ley de la termodinámica	327
22.5 Segunda ley de la termodinámica	329
22.6 Tercera ley de la termodinámica	332
22.7 Calor y temperatura	333
22.8 Escalas de medición de la temperatura	334
22.9 Termometría	336
22.10 Proceso de calibración	343
22.11 Calibración conjunto indicador-sensor	353
23. Mediciones eléctricas	363
23.1 Instrumentos de medición analógicos	363
23.2 Movimiento del galvanómetro de D'Arsonval	363
23.3 Movimiento del sistema electrodinámico	365

23.4	Símbolos para los instrumentos de medida analógicos	366
23.5	Número de dígitos	366
23.6	Funcionamiento	368
23.7	Errores de los instrumentos de medida	369
23.8	Especificaciones de exactitud de los instrumentos analógicos	372
23.9	Física eléctrica	375
23.10	Magnitudes eléctricas fundamentales	377
23.11	Unidades del sistema internacional (SI)	380
23.12	Proceso de calibración	381
24.	Volumetría	391
24.1	Métodos de medición	392
24.2	Flujómetro	400
24.3	Calibración de instrumentos volumétricos	401
25.	Higrometría	407
25.1	Atmósfera	418
25.2	Procedimiento de calibración de un termohigrómetro	421
	Bibliografía	429
	Índice analítico	433