

# ESTUDIO DE LAS NECESIDADES METROLÓGICAS DEL SECTOR PRODUCTIVO EN LA REGIÓN DEL NORORIENTE COLOMBIANO

---

**MARÍA EUGENIA PORRAS RUEDA**

*Magister en Ingeniería Electrónica*

*Grupo de Investigación en Sistemas de Energía Eléctrica GISEL  
Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones  
Universidad Industrial de Santander  
maepe21@uis.edu.co*

**JULIO CÉSAR CHACÓN VELASCO**

*Profesor Asistente*

*Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones  
Grupo de Investigación en Sistemas de Energía Eléctrica GISEL  
Universidad Industrial de Santander  
cchacon@uis.edu.co*

## RESUMEN

*Fecha Recepción: 7 de octubre de 2005*

*Fecha Aceptación: 28 de marzo de 2006*

*Para el nororiente colombiano es de vital importancia tener un indicador de la forma como la producción, el comercio, la academia y la investigación, están realizando sus mediciones, con el fin de formular estrategias y políticas que le permita a las empresas del sector productivo optimizar el desempeño de sus funciones, conocer las fortalezas y debilidades respecto a la calibración de instrumentos e implementar los proyectos necesarios para desarrollar sus procesos adecuados al uso de los elementos que introduce la Metrología. En este artículo, basados en la investigación por encuestas, se presenta un análisis del estado actual del sector productivo del nororiente colombiano, respecto al manejo e interpretación de conceptos asociados con la Metrología como la calidad, las mediciones, el control de la calidad, la calibración, la acreditación de laboratorios, la trazabilidad, la certificación, etc.*

**PALABRAS CLAVE:** *Metrología, aseguramiento metrológico, calibración, instrumentos de medición, sector productivo, necesidad metrológica.*

## ABSTRACT

*For the Colombian north-east is of vital importance, to have an indicator of the form like the production, the commerce, the academy and the investigation, are making their measurements, with the purpose of formulating strategies and policies that allow to the companies of the productive sector to optimize the performance of their functions, to know the strengths and weaknesses with respect to the instruments calibration and to implement the projects necessary for to develop their suitable processes to the use of the elements that introduce the Metrology. In this article, based on the investigation by interviews, it present an analysis of the actuality state of the productive sector of the Colombian north-east, with respect to the handling and interpretation of concepts associated with the Metrology like the quality, the measurements, the control of the quality, the calibration, the accreditation of laboratories, the traceability, the certification, etc.*

**KEY WORDS:** *Metrology, metrological securing, calibration, measuring instruments, productive sector, metrological necessity.*

## INTRODUCCIÓN

La interacción universidad-sector productivo constituye una necesidad ineludible para el fortalecimiento y desarrollo del país. La UIS conciente de esta realidad, a través de la presente investigación, da el primer paso para la futura creación de centros de Metrología en el nororiente colombiano.

Para ello se realizó este estudio donde se indagó no solo acerca de la cantidad de equipos de medición en las diversas áreas, sino también del estado de calibración, de la existencia de programas de aseguramiento metrológico, de laboratorios de Metrología, etc., resultado que permite conocer el estado actual de la "Metrología" en la región, para en el futuro plantear la necesidad de crear laboratorios de Metrología debidamente acreditados ante la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC).

La existencia de laboratorios acreditados en la región contribuirá al desarrollo industrial, comercial y académico, en la medida en que los productos obtenidos en cada sector podrán ser evaluados bajo la lupa de normas internacionales.

## METODOLOGÍA

Este estudio se desarrolló siguiendo la investigación por encuestas en donde el establecimiento de reglas permite acceder de forma científica a la opinión de las personas [1]. En este trabajo se formularon preguntas a un conjunto de empresas representativas del grupo de referencia, que para la investigación son las empresas del sector productivo del nororiente colombiano.

Dentro del procedimiento de la investigación por encuesta, se implementaron las siguientes etapas:

- \* **Formulación del problema y planteamiento de los objetivos.** Se incluyó la definición del problema, la determinación de la población objetivo, las variables y sus posibles interrelaciones.
- \* **Selección y tamaño de la muestra.** Se realizó la selección de las empresas de acuerdo con el tamaño de la muestra.
- \* **Construcción y administración del cuestionario piloto.** Se elaboró el cuestionario a utilizar y se realizó la preparación de los encuestadores.
- \* **Organización del trabajo de campo.** Se eligió el método de aplicación de la encuesta.
- \* **Análisis y presentación de resultados.** En esta etapa se realizó la codificación e informatización de los datos, y la presentación y análisis de los resultados.

## FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y PLANTEAMIENTO DE LOS OBJETIVOS

La motivación para emprender este estudio se encuentra asociada al futuro globalizado en el cual se moverá la industria y el comercio de todos los países. Teniendo en cuenta que los elementos aportados por la implementación de conceptos metrológicos conducirán a obtener productos y procesos altamente competitivos a nivel nacional e internacional, se justifica desde muchos puntos de vista la realización del presente trabajo.

La Metrología es básica para garantizar la corrección y la equidad en las relaciones comerciales y para asegurar la salud y el bienestar de los miembros de la sociedad. Todos los elementos de la sociedad se benefician con la existencia y funcionamiento de un sistema de Metrología, las personas en su calidad tanto de consumidores como de empresarios, y el Gobierno con la globalización económica actual.

La Metrología vincula al usuario y al proveedor para salvaguardar los intereses de ambos. Una Metrología bien aplicada promueve beneficios económicos y sociales. Por ejemplo:

- \* Permite evitar pagos injustificados por parte de los consumidores por los miles de toneladas anuales de productos que no reciben cuando las básculas no cumplen los requisitos legales o los productos preempacados no llevan la cantidad correcta, cuando las bombas expendedoras de combustibles están fuera de las tolerancias permitidas, los contadores de consumo de energía no marcan correctamente, cuando los taxímetros no funcionan adecuadamente, cuando los relojes no registran correctamente el tiempo en los estacionamientos públicos, etc.
- \* Ayuda a evitar prácticas y competencia desleales, fortaleciendo el principio de competitividad y fomentando la ética en todo tipo de transacciones.
- \* Evita tensiones sociales al ayudar a que toda persona obtenga protección efectiva de sus intereses y derechos en las relaciones de los particulares entre sí y de éstos con el Gobierno.
- \* Incita al empresario a cumplir con disposiciones de fabricación o de servicios, etc.

Con el aseguramiento metrológico se garantiza el acceso a patrones adecuados para las unidades base, permitiendo

que a los instrumentos de medición utilizados en la industria y el comercio se les pueda establecer la cadena de trazabilidad que permita determinar el resultado correcto de las mediciones.

El uso de los recursos disponibles por entidades estatales asociadas al tema, en este caso la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) garantizan que a través de certificados de calibración emitidos por laboratorios idóneos, acreditados para estos fines, se logre plasmar en la práctica el aseguramiento metrológico deseado. Para este fin es necesario conocer el estado actual de las mediciones y de los elementos asociados a ella, para establecer la necesidad de crear centros de Metrología o laboratorios de calibración de instrumentos de medición, en las diversas áreas en las que se divide la Metrología.

Es innegable que una tarea a nivel nacional de esta índole redundará en beneficios a todo nivel, para los industriales en la medida en que sus productos serán competitivos, para los usuarios a quienes se les garantizará productos de calidad, a la nación pues el nivel de desarrollo que alcance estará asociado directamente con el nivel que alcance la industria.

### **Determinación de la Población Objetivo**

Debido a que la Metrología es una ciencia que incluye aspectos teóricos y prácticos relacionados con las mediciones, y que tiene múltiples manifestaciones, y como tal sus implicaciones sociales, económicas y legales son variadas, fue necesario enfocar el estudio hacia un sector específico de nuestro país.

El objetivo básico de este estudio se orientó a establecer las necesidades metrológicas actuales de la población colombiana, específicamente en la región del nororiente colombiano, investigando en Santander y en los departamentos vecinos (Norte de Santander y Cesar) acerca de los conocimientos en Metrología, sus aplicaciones y de sus necesidades, con el fin de aportar elementos que permitan contribuir a la reactivación y al desarrollo del sector productivo de la región.

### **Variables y sus Posibles Interrelaciones**

La definición de las variables y sus posibles interrelaciones, se asoció a la necesidad de cubrir la mayor parte de los elementos que estudia la Metrología.

Algunas de las variables que se definieron en el estudio y que están directamente relacionadas con las necesidades metrológicas existentes son:

- \* Tipos de mediciones
- \* Magnitudes
- \* Instrumentos de medición y aplicación de los mismos
- \* Calibración de instrumentos
- \* Sistema de calidad
- \* Aseguramiento metrológico
- \* Personal
- \* Uso del Sistema Internacional de Unidades (SI)
- \* Existencia de laboratorios acreditados
- \* Conocimiento que se tiene de la SIC, etc.

Partiendo del estudio y análisis de estas variables, se busca establecer las necesidades de los servicios metrológicos en esta región de Colombia.

## **SELECCIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA**

La selección y el tamaño de la muestra constituye una de las fases más importantes del estudio, ya que supone de un lado especificar los procedimientos que se van a seguir para seleccionar a los sujetos concretos que formarán la muestra, y del otro calcular su tamaño en función de los objetivos del estudio.

### **Selección de los sujetos concretos.**

Después de determinar la población objetivo, específicamente el sector productivo, se inició la etapa de recopilación de información necesaria para el estudio de la cobertura metrológica en la región del nororiente colombiano.

Inicialmente se solicitó ante las diferentes Cámara de Comercio del nororiente colombiano, concretamente Bucaramanga, Barrancabermeja, Cúcuta, Ocaña, Pamplona, Valledupar y Aguachica, información referente a las empresas inscritas, donde se señalan aspectos tan importantes como la dirección, los teléfonos de contacto y la actividad económica de cada empresa registrada.

Teniendo en cuenta que la cantidad de empresas inscritas es numerosa, se procedió a establecer la muestra total de la población a la que se le realizó la encuesta. Con los listados proporcionados por las diferentes Cámaras de Comercio, se clasificaron las diferentes empresas, procediéndose

luego a la generación del listado base para la recolección de la información de campo. Las empresas seleccionadas debían tener algún tipo de relación directa o indirecta con la Metrología en su actividad industrial, comercial o académica.

Con este criterio, fueron seleccionados doce (12) grupos CIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme) como población total, de real interés para el estudio. La **Tabla 1**, especifica las actividades económicas elegidas.

**Tabla 1.** Doce (12) grupos CIU Seleccionados

CIU	ACTIVIDAD ECONÓMICA
A	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura
C	Explotación de minas y canteras
D	Industrias manufactureras
E	Suministros de electricidad, gas y agua
F	Construcción
G	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos
H	Hoteles, restaurantes, bares y similares
I	Transporte, almacenamiento y comunicaciones
J	Intermediación financiera
K	Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler
M	Educación
N	Servicios sociales y de salud

### Procedimiento y tamaño de la muestra.

El estudio se realizó enfocado a la población dependiente, donde el total se estratifica por cada código CIU o actividad económica seleccionada. Posteriormente, los 12 estratos se aplican a las empresas de cada uno de los departamentos del nororiente colombiano.

Lo anterior condujo a lo que comúnmente se conoce en estadística como *el método de muestreo aleatorio estratificado*.

Se utiliza un muestreo estratificado con el fin de obtener una mayor precisión en los estimadores de las características de toda población, ya que es posible subdividir una población heterogénea en subpoblaciones, cada una de las cuales es internamente homogénea y que se denominan estratos.

A cada uno de los estratos o código CIU se le asignó un criterio de selección porcentual acorde al tamaño de la población y a la posible aplicación metrológica.

Como el tamaño de la población base o total es infinita, porque excede de 100 ( $N=55\ 735$ ), el tamaño "n" de la muestra se determina de acuerdo a la **Ecuación 1**.

$$n = \frac{Z^2 pq}{E^2}$$

Se asignó una probabilidad de 50% a cada uno de dos posibles eventos de pertinencia (p) o no-pertinencia (q) de la Metrología en cada institución a encuestar. Se fijó en el error del muestreo y en  $Z=1,96$  el parámetro que determina un nivel de confianza del 95% para una distribución normal. Ver **Tabla 2** con los parámetros utilizados y la "n" muestral obtenida.

**Tabla 2.** Parámetros utilizados en el método de estratificación aleatoria.

PARÁMETROS	
N	55 735
P	0,5
Q	0,5
ERROR	0,04
Z	1,96
CONFIANZA	95%
n	600

Finalmente, la n muestral o el número total de encuestas para realizar el estudio fue de **seiscientas (600)** empresas. A continuación en la **Figura 1**, se indica el porcentaje de encuestas que se realizaron en cada uno de los departamentos de la región nororiental y la **Tabla 3**, presenta cada una de las N poblaciones y las "n" muestrales de los estratos.

**Tabla 3.** N. poblacional y «n» muestral por cada estrato

N	CIU	ACTIVIDAD ECONÓMICA	n
777	A	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	16
242	C	Explotación de minas y canteras	2
7731	D	Industrias manufactureras	112
233	E	Suministros de electricidad, gas y agua	100
2384	F	Construcción	56
28874	G	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos	186
4480	H	Hoteles, restaurantes, bares y similares	9
2732	I	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	24
1350	J	Intermediación financiera	3
4940	K	Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	25
547	M	Educación	6
1445	N	Servicios sociales y de salud	61
<b>55735</b>			<b>600</b>

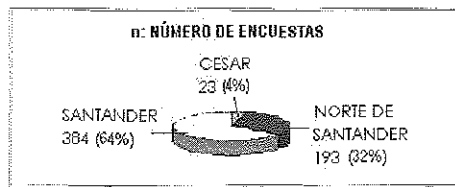


Figura 1. Porcentaje encuestas por departamentos

### ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Para la construcción del cuestionario se analizaron los principales aspectos que debe abarcar la Metrología en el sector productivo, de acuerdo a las diferentes actividades económicas clasificadas.

La información obtenida en este estudio es valiosa, ya que permite tener una visión global del estado de la Metrología en el sector productivo del nororienté colombiano. Asimismo, permite establecer tendencias acerca de la necesidad de servicios metrológicos que pueden ser analizados desde diferentes perspectivas, dependiendo del sector y del tipo de actividad económica.

A continuación se presenta un análisis global de la Metrología en el nororienté colombiano.

#### Actividades de medición

Se identificaron las actividades de medición realizadas en las diversas áreas del sector productivo teniendo en cuenta los tipos de mediciones, las magnitudes a medir, los instrumentos de medición, indagando en este último punto acerca de la cantidad y los rangos de medición de los mismos.

De acuerdo al tipo de mediciones que se realiza en las empresas, se clasificaron las actividades relacionadas con la Metrología. Se obtuvo que predominan las actividades de registro de mediciones con el 25,28%, seguido de control de variables con el 23,12%, medidas para diagnóstico con el 17,31% y calibración de instrumentos con el 14,81%. Ver **Figura 2**, análisis global y **Tabla 4** por sector.

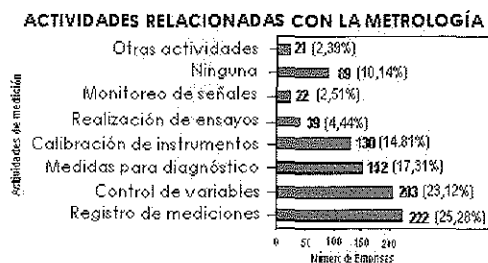


Figura 2. Actividades relacionadas con la Metrología.

Tabla 4. Actividades predominantes

Activ. CIU	Registro de mediciones (%)	Control de variables (%)	Medidas para diagnóstico (%)	Calibración de instrumentos (%)
A	16,13	19,35	29,03	16,13
C	0	0	0	100,00
D	26,09	28,57	13,04	14,91
E	16,86	22,67	17,44	21,61
F	22,89	18,07	18,07	18,07
G	33,9	24,15	13,98	9,32
H	30,77	23,08	15,38	23,08
I	21,47	21,47	17,39	17,39
J	25,00	25,00	0	0
K	25,58	18,6	27,91	9,3
M	14,29	14,29	14,29	14,29
N	24,04	21,15	24,04	13,46

En cuanto a las empresas que realizan actividades de calibración, se obtuvo que el 73,53% de las empresas calibra sus propios instrumentos, el 9,56% realiza calibraciones a otras empresas y el 16,91% restante realiza calibraciones a sus instrumentos como a los de otras empresas. Ver **Figura 3**.

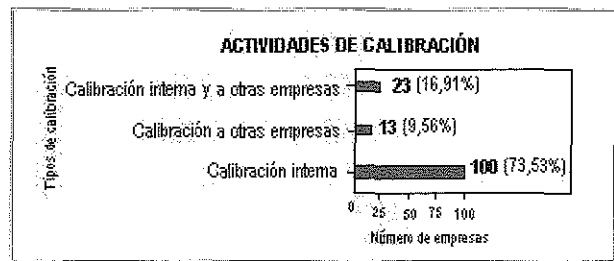


Figura 3. Actividades de calibración

Se encontró que las magnitudes que con más frecuencia se miden son: la corriente eléctrica con 8,77%, la tensión eléctrica con 7,57%, la temperatura con 7,52%, la resistencia eléctrica con 6,10%, la masa con 5,57% y la longitud con 5,48%.

La ilustración completa acerca del porcentaje de magnitudes se muestra en la **Figura 4** y la **Tabla 5** por sector.

Tabla 5. Magnitudes predominantes

Mag. CIU	Corriente (%)	Tensión (%)	Temperatura (%)	Resistencia (%)	Masa (%)	Longitud (%)
A	5,88	5,88	7,06	7,06	8,24	1,18
C	0	0	0	0	0	0
D	10,06	7,76	8,33	6,03	8,33	7,47
E	12,21	10,65	3,12	9,87	1,56	2,35
F	7,23	7,23	5,96	5,96	5,77	8,09
G	6,22	5,35	9,99	2,76	7,38	7,09
H	12,9	19,35	12,9	12,9	3,23	3,23
I	20	15	0	12,5	2,5	7,5
J	0	0	0	0	0	0
K	9,56	7,35	7,35	8,09	5,59	4,9
M	4,57	4,57	4,57	4,57	4,57	4,57
N	8,82	7,35	8,82	6,79	3,4	2,64

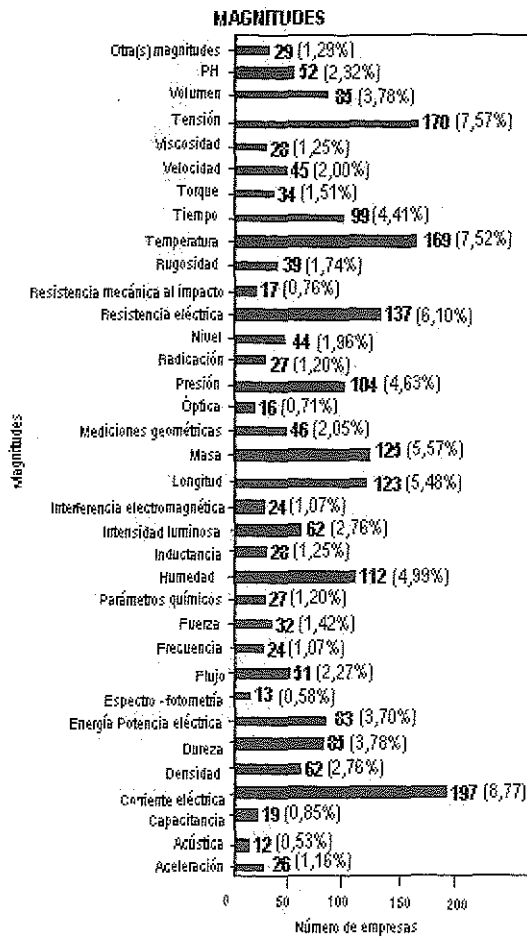


Figura 4. Magnitudes

También se indagó por la cantidad de instrumentos de medición utilizados, **Figura 5**. Se reporta la cantidad total de instrumentos en color oscuro y el número de encuestas en donde aparecen dichos instrumentos en color blanco. Se evidencia la correspondencia entre el tipo de instrumentos predominante en cantidad y las magnitudes más comunes.

Tomando como referencia las empresas que respondieron a este interrogante (barras blancas), se encontró que los instrumentos (de un total de 8 885), que predominan son:

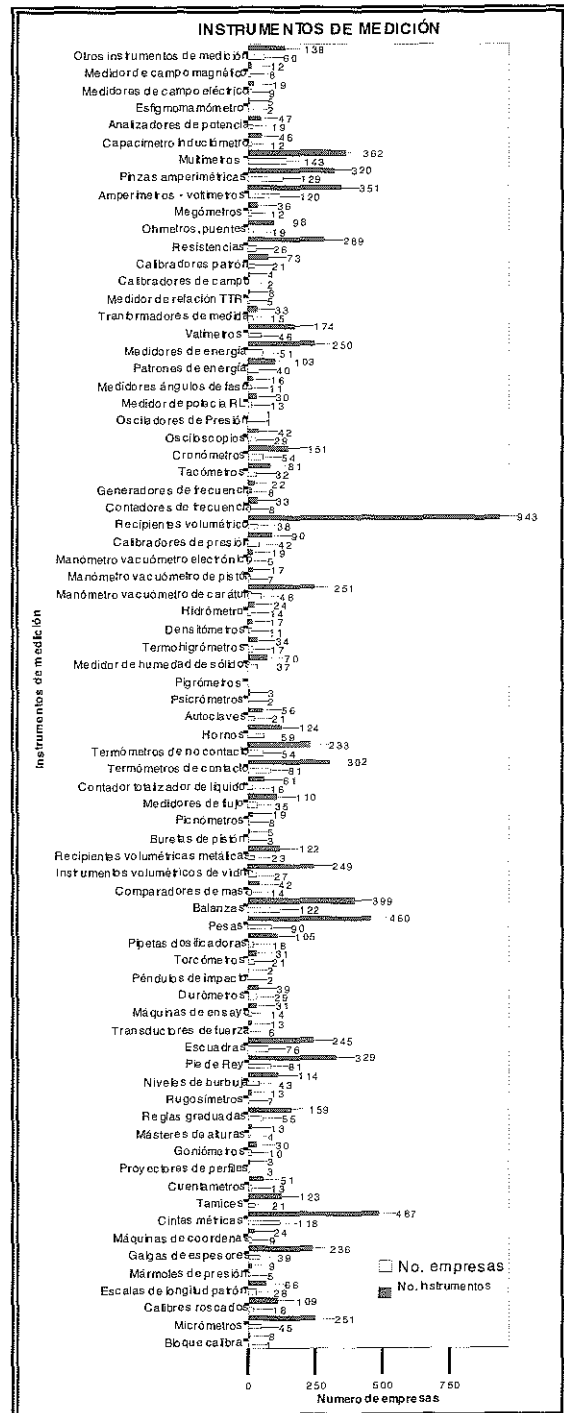


Figura 5. Instrumentos de Medición

En cuanto a la aplicación de los instrumentos de medición, se obtuvo que predomina con un 58,55% el registro y/o control de variables en proceso, seguido del uso en laboratorio como patrón de medición con el 15,68% y de otras aplicaciones con 13,16%. Ilustración completa en la **Figura 6** y **Tabla 6** por sector.

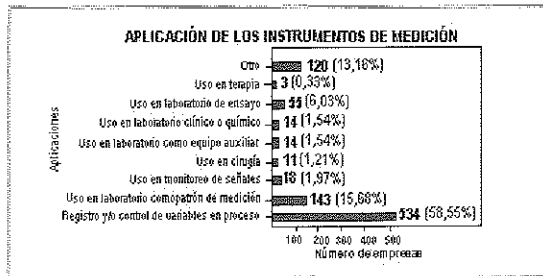


Figura 6. Aplicación de los instrumentos de medición.

Tabla 6. Aplicaciones predominantes

Aplicación CIU	Registro y/o control de variables en proceso (%)	Uso en laboratorio como patrón de medición (%)	Otra aplicación (%)
A	78,59	5,88	0
C	100	0	0
D	70,81	14,29	1,86
E	36,63	24,75	10,89
F	59,34	14,29	7,69
G	71,89	13,61	10,36
H	100	0	0
I	90,91	0	9,09
J	0	0	0
K	37,93	6,9	0
M	100	0	0
N	39,9	27,97	9,32

**Aseguramiento metrológico**

El objetivo del aseguramiento metrológico es identificar la aplicación y el conocimiento que tiene el sector productivo acerca de programas de aseguramiento metrológico. Para tal efecto se tuvieron en cuenta los aspectos que se describen a continuación:

Se indagó acerca de la existencia de algún programa de aseguramiento metrológico; se obtuvo que el 44,83% considera su existencia. Ver **Figura 7** y **Tabla 7** por sector.

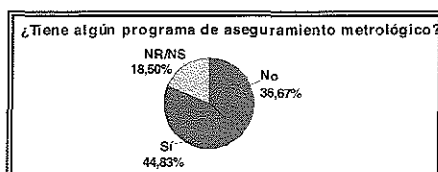


Figura 7. Existencia de programa de aseguramiento

Tabla 7. Existencia de programas

Tiene CIU	Sí (%)	NO (%)	NS/NR (%)
A	49,98	43,77	6,25
C	0	50	50
D	51,79	33,92	14,29
E	48	30	22
F	60,72	21,42	17,86
G	34,94	47,32	17,74
H	44,44	44,44	11,12
I	37,5	37,5	50
J	33,32	33,32	33,35
K	56	28	16
M	16,69	16,69	66,63
N	44,27	45,89	9,84

De las empresas que tienen en cuenta el aseguramiento metrológico, se observaron las siguientes tendencias: el 42,31% cuenta con actividades de calibración, el 32,42% con sistemas de calidad y el 10,16% con actividades relacionadas con ensayos. El 15,11% restante cuenta con otro programa de aseguramiento metrológico no formulado en la **Figura 8** y **Tabla 8** por sector.

Tabla 8. Actividades predominantes

Activ. Aseg. CIU	Calibración (%)	Sistema de Calidad (%)	Ensayo (%)	Otro (%)
A	44,44	22,22	11,11	22,2
C	0	0	0	0
D	47,22	25	6,94	20,83
E	38,81	31,34	5,97	23,88
F	38,64	38,64	11,33	11,33
G	42,86	37,76	15,31	4,08
H	66,67	16,67	0	16,67
I	42,31	32,42	10,16	15,11
J	0	0	0	100
K	52,94	17,65	5,88	23,53
M	50	50	0	0
N	32,43	40,54	16,22	10,81

**PROGRAMAS DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO**



Figura 8. Programas de aseguramiento

Al indagarse acerca de las causas de la no implementación de programas de aseguramiento metrológico se obtuvieron diversas respuestas, las cuales se ilustran en la **Figura 9**



Figura 9. Causas de no aseguramiento metrológico

Con relación a la calibración de equipos, el 57,67% declara tener instrumentos calibrados. Figura 10 y Tabla 9 por sector

Tabla 9. Instrumentos calibrados

Tiene CIU	Sí (%)	NO (%)	NS/NR (%)
A	56,27	37,48	6,25
C	50	0	50
D	62,5	23,21	14,29
E	55	23	22
F	60,72	21,42	17,86
G	54,83	26,89	18,28
H	77,79	11,10	11,11
I	33,31	16,69	50
J	0	66,7	33,3
K	64	20	16
M	33,3	0	66,7
N	68,86	21,3	9,84

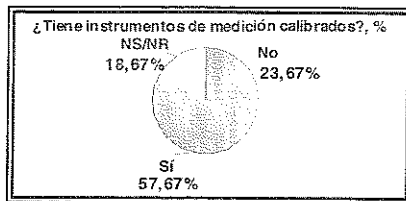


Figura 10. Tiene instrumentos de medición calibrados

Para aquellas empresas que afirman tener instrumentos calibrados, se encontró que el sitio de calibración más común fue la misma empresa. Otros sitios para calibrar instrumentos se pueden ver en la Figura 11.



Figura 11. Sitios de calibración

Porcentualmente un gran número de empresas (47,78%) declaran que realizan sus calibraciones en la misma empresa. El 18,22% las realiza con el fabricante de los equipos, el 17,78% en un laboratorio acreditado, el 9,11% en la Superintendencia de Industria y Comercio y el 7,11% restante declara que otro laboratorio.

En la Figura 12 se especifica la frecuencia de calibración de los instrumentos de medición. Se obtuvo que el 33,15% calibra sus instrumentos con otra frecuencia no estipulada en el Figura 12.

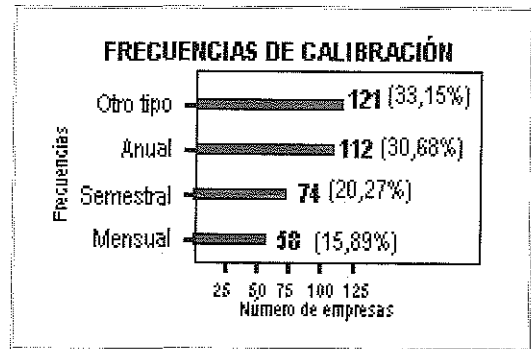


Figura 12. Frecuencia de calibración

La principal causa de no-calibración argumentada de acuerdo a la Figura 13, es el desconocimiento que se tiene al respecto con un 63,04%. El 15,94% por otras causas no estipuladas, el 10,87% por políticas de la empresa, 8,7% costos y el 1,45% restante manifiesta que es un servicio no prestado en el país.

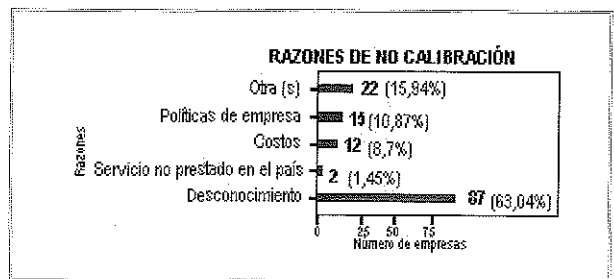


Figura 13. Razones de no calibración

Se indagó acerca de la existencia de personal destinado a labores de Metrología. Como se muestra en la Figura 14, el 43,17% manifestó no disponer de dicho personal. De los que afirmaron tenerlo, el 40,03% son técnicos o tecnólogos, el 26,63% sin título, el 14,86% son ingenieros, el 5,80% son instrumentistas, el 5,25% son médicos o profesionales en áreas relacionadas, el 4,53% son otros



profesionales no estipulados en la encuesta, y el 0,91% restante son profesionales en ciencias básicas. Ver **Figura 15**.

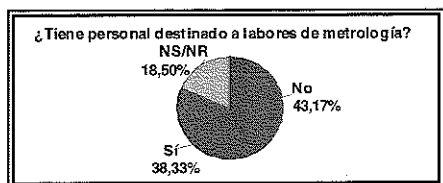


Figura 14. ¿Tiene personal destinado a labores de Metrología?

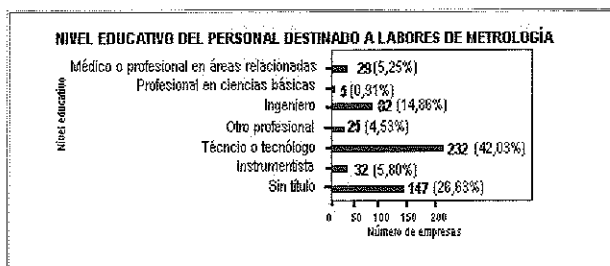


Figura 15. Nivel educativo del personal destinado a labores de Metrología

En cuanto a la implementación de sistemas de calidad, en el 67,94% de los casos se manifestó no tener un sistema de calidad implementado o en proceso, el 22,18% indicó que tiene implementado un sistema de calidad bajo ISO 9000, el 2,42% bajo ISO 17025 y el 7,46% tiene implementado un sistema de calidad bajo otra norma, diferente a las estipuladas en la **Figura 16**. Ver **Tabla 10** por cada sector.

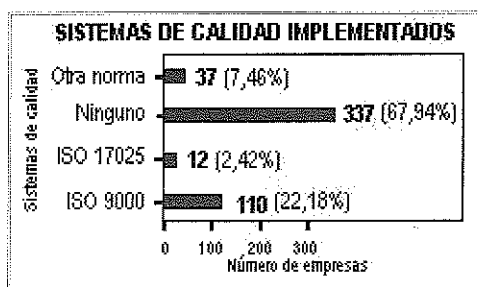


Figura 16. Sistemas de calidad implementados

Tabla 10. Sistemas implementados

S.C.	CIIU	Ninguno (%)	ISO 9000 (%)	ISO 17025 (%)	Otro (%)
A	A	92,86	7,14	0	0
C	C	100	0	0	0
D	D	81,44	10,31	1,03	7,22
E	E	73,75	11,25	8,75	6,25
F	F	57,45	34,04	2,13	6,38
G	G	61,69	29,87	0,65	7,79
H	H	82,5	25	0	12,5
I	I	75	8,33	0	16,67
J	J	100	0	0	0
K	K	45,45	60	0	4,55
M	M	0	50	50	0
N	N	64,91	22,81	1,75	10,53

Varios

Se realizaron otras preguntas asociadas con elementos inherentes a la Metrología.

Acerca de la pregunta sobre el conocimiento que se tiene del Sistema Internacional de Unidades, el 59,5% declara conocerlo, ver **Figura 17**. La **Tabla 11** presenta cada sector.

Tabla 11. Conocimiento del SI

Conoce S.I.	Sí (%)	NO (%)	NS/NR (%)
A	68,76	24,99	6,25
C	0	50	50
D	61,61	24,10	14,29
E	64	14	22
F	71,43	10,71	17,86
G	54,29	27,97	14,74
H	66,69	22,2	11,11
I	33,31	16,69	50
J	33,32	33,32	33,35
K	68	20	12
M	33,3	0	66,7
N	62,28	27,88	9,84



Figura 17. Conocimiento del Sistema Internacional de Unidades

Del grupo que manifestó que conoce el Sistema Internacional de Unidades, el 59,78% afirma que lo aplica en sus procesos y el 12,29% lo aplica parcialmente. Ver **Figura 18**. La **Tabla 12** especifica cada sector.

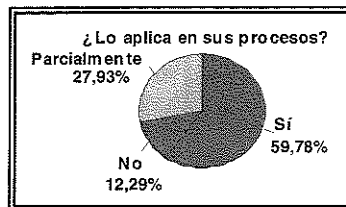


Figura 18. ¿Aplicación del SI?

Tabla 12. Aplicación del SI

Aplica S.I.	SÍ (%)	PARCIALMENTE (%)	NO (%)
CIU			
A	18,18	63,64	18,18
C	0	0	0
D	46,38	43,48	10,14
E	51,56	26,56	21,88
F	72,5	17,5	10
G	78,22	17,28	3,96
H	16,67	66,67	16,67
I	25	37,5	37,5
J	0	100	0
K	72,22	16,67	11,11
M	100	0	0
N	55,26	26,32	18,42

Sobre el conocimiento de laboratorios de Metrología acreditados en Colombia. El 62,67% manifestó que no conoce laboratorios de Metrología. Ver **Figura 19**.

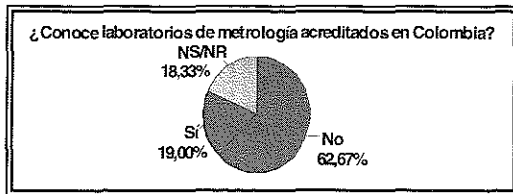


Figura 19. ¿Conoce lab. de Metrología acreditados en Colombia?

Sobre la existencia de la División de Metrología adscrita a la SIC, sólo el 25,33% manifestó saber de su existencia y el 13,67% que sabe de su existencia, no conoce que servicios presta. Ver **Figura 20 y 21**.



Figura 20. ¿Sabe que la SIC cuenta con una División de Metrología?

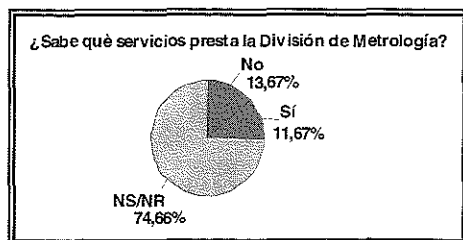


Figura 21. ¿Sabe qué servicios presta la División de Metrología de la SIC?

## CONCLUSIONES

Una vez realizada esta investigación estadística, las principales conclusiones son las siguientes:

- \* El alto porcentaje de calibraciones de sus instrumentos realizadas por las mismas empresas, indica la existencia de un gran potencial metrológico. Sin embargo, del análisis de las respuestas se concluye que el concepto de calibración no ha sido entendido en toda su dimensión y se puede estar confundiendo con actividades de mantenimiento, reparación o ajuste de los instrumentos.
- \* Las magnitudes más relevantes en los procesos de producción de cada uno de los sectores fueron en su orden: corriente eléctrica, tensión, temperatura, resistencia eléctrica, masa y longitud.
- \* *El sector de "Comercio al por mayor y al por menor", es en donde se presenta un mayor número de instrumentos, seguido del sector de "Suministros de electricidad, gas y agua", debido a que se reportan los medidores de energía, flujo y recipientes volumétricos, los cuales definen la medición del consumo para cada servicio.*
- \* *Todos los sectores económicos, a excepción del financiero, utilizan principalmente los instrumentos para medidas de registro y/o control de variables en proceso.*
- En los sectores manufacturero, de servicios públicos, de construcción y de comercio se tienen instrumentos como patrón de medición en los laboratorios.*
- \* Cerca de una tercera parte de los sectores que no tienen implementado un programa de aseguramiento metrológico, no sabe o no responde al respecto.
- \* La mayoría de los sectores encuestados afirma tener instrumentos de medición calibrados en un porcentaje promedio del 51,38%. Sin embargo, esto no implica necesariamente que todos sus instrumentos estén realmente calibrados.
- \* *En todos los sectores, a excepción de los sectores financiero y explotación de minas, predomina la calibración de los instrumentos de medición en la misma empresa.*
- \* *Los sectores comercio, construcción, servicio público y manufacturero son los mayores usuarios de los servicios de la SIC; por el contrario los sectores de agricultura, explotación de minas e inmobiliaria, no los utiliza.*
- \* *Los sectores de transporte y comunicaciones, agricultura, salud, servicios públicos y construcción, son quienes más tienen personal destinado a*

*Metrología. Por el contrario los sectores de explotación de minas y financiero manifestaron no tener personal destinado a estas labores.*

- \* *El 100% de los sectores explotación de minas y financiera manifestaron no tener implementado un sistema de calidad.*
- \* *Los sectores de servicios público, manufacturero, construcción, comercio, educación y salud manifestaron tener implementado o en proceso como sistema de calidad la norma ISO 17025, pero con un porcentaje mínimo.*
- \* *En todos los sectores económicos, a excepción de explotación de minas y financiera, predomina la implementación de sistemas de calidad bajo ISO 9000, demostrando la necesidad de soporte metrológico en todo el sector productivo.*
- \* *Los sectores de construcción, agricultura, inmobiliarias, hotelería y servicios públicos, en su orden, son quienes más conocen el SI; y el sector de educación es quien menos conoce acerca del SI. Pero de aquellos que declaran conocer el SI, se tiene que quien más lo aplica es el sector educativo en el 100%.*
- \* *Los sectores de construcción, educación, servicios públicos y salud son quienes más conocen laboratorios de Metrología acreditados en Colombia y la existencia de la División de Metrología de la SIC.*

### AGRADECIMIENTOS

La Universidad Industrial de Santander a través de los autores agradece la colaboración de las Cámaras de Comercio de Bucaramanga, Barrancabermeja, Cúcuta, Ocaña, Pamplona, Valledupar y Aguachica, que suministraron la información de referencia para seleccionar las instituciones a ser encuestadas. Asimismo, a todas aquellas empresas e instituciones, en cada uno de los sectores seleccionados del nororiente colombiano, que atendieron y mostraron su interés en este estudio.

Fue muy valiosa la colaboración del Ingeniero Adolfo León Arenas Landínez, Decano de la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, quien suministró la ayuda económica y logística.

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] LEÓN O. y MONTERO I. Diseño de investigaciones. Introducción a la lógica de la investigación en Psicología y Educación. Madrid Editorial McGraw-Hill, 1993.
- [2] CÁRDENAZ, H. Metrología Industrial. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 1989.

[3] MARBÁN, R. y PELLECCER, J. Metrología para No-Metrólogos. Segunda edición. Producción y servicios incorporados S. A. México. 2002-

[4] MANCERA, L. y SÁNCHEZ, C. Diagnóstico de la Metrología en Colombia. Superintendencia de Industria y Comercio. División de Metrología. Bogotá D. C. Colombia. 2003

[5] NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. NTC-ISO-IEC 17025. Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración. Editada 2002-08-05.

[6] NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. NTC 1000. Metrología. Sistema Internacional de Unidades. Quinta actualización de 004/04.

[7] NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. NTC 2194. Metrología. Vocabulario. Primera revisión 1994-07-27.

[8] NORMA ISO 9001. Sistema de gestión de la calidad. Segunda actualización 2000-12-15.

[9] RAMOS, I. y VIDAL, F. Situación actual y perspectivas en las relaciones Universidad – Empresa en la Universidad del Valle. Universidad del Valle, abril de 2002.

[10] SCHEAFFER, R., MENDENHALL, W., OTT, L. Elementos de muestreo. Grupo editorial Iberoamericana.

### AUTORES

**María Eugenia Porras Rueda**

Ingeniera Electrónica UPB, seccional Bucaramanga, Colombia. Magíster (C) en Ingeniería, Área Electrónica UIS, Bucaramanga, Colombia. Investigador del grupo de investigación en sistemas de energía eléctrica GISEL-UIS. Áreas de trabajo: Metrología, Inspección Eléctrica, Sistemas de Calidad, Normatividad, Acreditación de Laboratorios. E-mail: maepe21@uis.edu.co.

**Julio César Chacón Velasco**

Ingeniero Electricista, Instituto Politécnico de Bielorusia. Magíster en Potencia Eléctrica UIS, Bucaramanga, Colombia. Especialista en Docencia Universitaria UIS, Bucaramanga. Miembro del grupo de investigación en sistemas de energía eléctrica GISEL-UIS. Áreas de trabajo: Alta Tensión, Teoría Electromagnética, Acreditación de Laboratorios E-mail: cchacon@uis.edu.co.