



INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA de Colombia



EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE DEMANDA METROLÓGICA EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA 2011

I. INTRODUCCION

Son innumerables los aspectos de la vida que dependen de las medidas, la complejidad creciente de las técnicas modernas va acompañada de continuas demandas de más exactitud, mayor rango y diversidad de patrones de medición en los dominios más variados. El desarrollo y mejora de esos patrones es de vital importancia tanto a nivel internacional como nacional para todos los aspectos productivos de un país. Es en este campo en el que la metrología, la ciencia de las mediciones, desempeña sus funciones. De forma general se puede decir que la actividad metrológica se divide en tres áreas de actuación: científica, industrial y legal.

La metrología científica, es responsable de la realización, desarrollo, conservación de los patrones y la diseminación de las unidades de medida del Sistema Internacional de Unidades (SI), sistema adoptado a nivel mundial y también en nuestro país. También tiene que ver con el establecimiento de sistemas equivalentes para las unidades de medida utilizadas en el comercio, la industria, la investigación, la salud y demás actividades relacionadas, sirve de apoyo técnico y científico a todos los centros de investigación, universidades y escuelas técnicas y es el medio de estudio y aprobación de modelo de los instrumentos de medida. La metrología científica coordina permanentemente sus actividades con el Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), así como con los grandes laboratorios e institutos nacionales de metrología del mundo.

La metrología industrial es una herramienta de primordial importancia para asegurar que los resultados de medición sean adecuados para los fines requeridos y satisfagan los requerimientos y especificaciones técnicas de los procesos productivos en los que están involucrados. Ésta aplica los conceptos metrológicos en el sector productivo de la economía del país integrándose a sus procesos en los temas de control de la calidad y el mejoramiento continuo que conducen hacia la innovación e impactan fuertemente en la productividad de las empresas.

La metrología legal comprende todas las actividades sobre las mediciones, unidades, instrumentos y métodos de medición para los cuales existen requerimientos de tipo legal desarrollados por/o en representación de las autoridades gubernamentales con el propósito de asegurar un nivel apropiado de credibilidad en los resultados de medición en el medio regulado nacional.



INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA de Colombia



Los laboratorios de medición han recibido la función por Ley (Constitución Política, Decreto 3466 de 1984; Decreto 2153 de 1992 y Decreto 2269 de 1993) de custodiar y mantener los patrones nacionales de medida para diseminar las unidades a la industria, al sector académico y al gobierno. En una etapa inicial los laboratorios de metrología se dedicaron casi que exclusivamente a la realización de calibraciones y capacitaciones. Mediante el Decreto 4175 de 2011 estas funciones fueron asignadas al Instituto Nacional de Metrología (INM), entidad que tiene por objetivo la coordinación nacional de la metrología científica e industrial, y la ejecución de las actividades que permitan la innovación y soporten el desarrollo económico, científico y tecnológico del país, mediante la investigación, la prestación de servicios metroológicos, el apoyo a las actividades de control metroológico y la diseminación de mediciones trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI).

Además, el INM debe cumplir entre otras las siguientes funciones:

- Verificar y hacer seguimiento a los laboratorios de referencia metroológica designados y coordinar con tales laboratorios sus actividades para el desarrollo de tareas específicas en materia metroológica.
- Organizar y coordinar ensayos de aptitud, comparaciones inter-laboratorios y mantener una base de datos actualizada sobre estas actividades.
- Coordinar las actividades de la Red Colombiana de Metrología que se establezca.
- Analizar matemática y estadísticamente las capacidades de medición y calibración de los laboratorios y reportar sus resultados a la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM).

En desarrollo de esta última función el INM suscribió con el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MCIT) el contrato No. 121 de 2012, en el cual se compromete a desarrollar actividades de naturaleza técnica y administrativa para la realización del estudio de los resultados de la Encuesta de Demanda Metroológica en la Industria Colombiana 2011 (EDMIC) dirigida a las empresas del sector industrial que cuentan con laboratorios de medición de parámetros físicos y/o químicos y a los laboratorios privados prestadores de servicios de medición en dichos parámetros. Específicamente el INM llevó a cabo la caracterización y evaluación de la EDMIC con el fin de determinar el conocimiento y los servicios metroológicos que demanda la industria colombiana y proponer un programa de investigación en metrología así como los mejores mecanismos de transferencia del conocimiento metroológico hacia la industria colombiana.

El presente documento recoge los resultados de estas actividades. El documento consta de cinco capítulos. El primero es la presente introducción. El segundo explica en qué consiste el método estadístico para luego revisar bajo esta perspectiva el procedimiento realizado para la recolección de datos en la EDMIC y así poder determinar las limitaciones y los alcances de

**EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE DEMANDA METROLÓGICA EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA 2011
DOCUMENTO PREPARADO POR: VICTOR MANUEL NIETO Y CAROLINA SUAREZ
DICIEMBRE DE 2012, BOGOTÁ D.C.**



INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA de Colombia



los análisis posibles para dichos datos. Adicionalmente, en este capítulo se presenta una propuesta para el desarrollo del método estadístico para estudios futuros en cuanto demanda metrológica, con el propósito de maximizar los beneficios obtenidos de tales procedimientos. El tercer capítulo presenta, a través de gráficos sencillos, el análisis descriptivo de los datos obtenidos a partir de la información de la EDMIC. El cuarto capítulo tiene como objetivo proponer un programa que le permita al INM convertirse en el canal de comunicación entre los diferentes actores del Sistema Nacional de la Competitividad y la Innovación. Para ello este capítulo se divide en dos secciones, en la primera, se realiza una revisión de los resultados obtenidos en la EDMIC en términos de las actividades de capacitación e investigación y desarrollo que realizan los laboratorios privados y los laboratorios que se encuentran al interior de las empresas. En la segunda, se presentan las características que debe poseer un programa de política pública orientado al fortalecimiento de las capacidades metrológicas, así como la propuesta del Programa nacional de investigación y desarrollo en metrología. La última parte presenta las principales conclusiones del presente trabajo.

II. METODOLOGÍA ESTADÍSTICA PARA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

La estadística tiene dentro de sus más valiosas utilidades la de contribuir a la correcta recolección y análisis de la información, además de propiciar, por métodos con fundamentos teóricos importantes, el avance en el descubrimiento y el uso efectivo del conocimiento derivado de los datos. El método estadístico consiste en una secuencia de procedimientos que, llevados a cabo de una manera completa y estructurada, permiten contrastar hipótesis, analizar patrones de comportamientos de interés, estimar parámetros poblacionales importantes y realizar análisis de inferencia.

La metodología estadística a seguir en cualquier investigación debe contar con una programación y estudio anterior de todas y cada una de las etapas, teniendo especial cuidado con las primeras, ya que éstas abren o cierran puertas en cuanto al análisis estadístico posible en las etapas posteriores y con esto al alcance o no de los objetivos propuestos. En esta sección se pretende explicar entonces, en qué consiste el método estadístico y cada una de sus etapas, para luego revisar bajo esta perspectiva el procedimiento realizado para la recolección de datos en la EDMIC y así poder determinar los alcances del análisis que puede ser efectuado para dichos datos. Finalmente, se presenta una propuesta para el desarrollo del método estadístico para estudios futuros en cuanto demanda metrológica, con el propósito de maximizar los beneficios obtenidos de tales procedimientos.



A. Metodología Estadística

A continuación se presentan las fases de la metodología estadística:

Planteamiento y delimitación del problema de investigación y objetivos.

Al emprender un estudio investigativo es de gran importancia tener claridad sobre la pregunta o las preguntas que se pretenden responder al finalizar todas las etapas del trabajo, así como delimitar muy bien los objetivos de acuerdo con los recursos disponibles, como por ejemplo: tiempo, recursos financieros, tecnología y recursos humanos. Esta primera parte de la metodología es la que delinea, a grandes rasgos, el camino a seguir en el proceso investigativo, por lo que un planteamiento bien argumentado sobre los requerimientos y acotaciones del problema presenta un gran impacto en el desarrollo de las etapas posteriores del procedimiento.

Definición de la población objetivo y la unidad de muestreo

Habiendo detallado el problema y los objetivos, se abre la puerta a la definición de la población o universo objetivo del estudio. En esta parte se debe tener en cuenta también detalles referentes a recursos, accesibilidad, seguridad, entre otros; con lo que puede suceder que la población sea más pequeña o más grande de lo que inicialmente se hubiera pensado y puede ser necesaria una revisión de detalles en los objetivos ya que esto se debe contrastar directamente con las situaciones reales de dicha población.

A modo de definición, la población objetivo consiste en un conjunto de individuos u objetos que poseen una o varias características comunes de interés para la investigación. Cada uno de estos elementos o individuos constituyentes de la población estudiada se denominan unidad de observación o unidad estadística que en la etapa de muestreo se denomina también como unidad de muestreo, y son las unidades a las que se les hará la medición o que se someterán a observación en etapas posteriores.

Diseño Muestral

Esta fase consiste en definir el esquema de muestreo a utilizar, determinar el tamaño y el procedimiento de selección de la muestra y, en los casos de muestreo probabilístico, calcular los factores de expansión para generar los resultados. Existen diversas maneras para definir el procedimiento en el que se llevará a cabo la selección de la muestra que dependen de los objetivos que se tengan y los recursos y facilidades de que se disponga. Los conceptos básicos relacionados con esta fase son los siguientes:

- **Muestra:** Es un subconjunto de la población a la cual se le efectúan las mediciones u observaciones necesarias para estudiar las propiedades del universo de donde es obtenida. En la práctica, estudiar todos y cada uno de los elementos que conforman la población no es aconsejable, ya sea por la poca disponibilidad de recursos o por la homogeneidad de sus elementos, por lo que se recurre a la extracción de una muestra y al análisis sobre ella con el fin de hacer inferencias respecto al total de la población.

Existen diversos métodos para calcular el tamaño de la muestra, es decir el número de unidades de observación que deben estar incluidas en la muestra, así como para el procedimiento de selección. Hay que tener en cuenta que la muestra debe ser representativa y que debe asegurarse un proceso de selección que permita alcanzar las metas propuestas.

- **Selección de la Muestra:** Es el procedimiento explícito en el que se seleccionan los elementos que conformarán la muestra. Existen dos maneras de realizar dicha selección: con reemplazo o sin reemplazo. En la primera se permite que un elemento se observe más de una vez, mientras que en la segunda, los elementos sólo pueden seleccionarse una única vez.
- **Muestreo Determinístico o No Probabilístico:** Se trata de un modelo de muestreo en el que se determinan, bajo aspectos subjetivos (criterio personal, conveniencia, falta de marco muestral, entre otros) el tamaño y la selección de la muestra; quiere decir que no se cuenta con probabilidades de selección y por lo tanto tampoco con factores de expansión. En resumen en este tipo de muestreo los resultados no pueden generalizarse a la población entera sino que son válidos exclusivamente para el conjunto de elementos de la muestra.
- **Muestreo Probabilístico:** Se trata de un modelo de muestreo en el que se asigna a cada individuo o elemento de la población que es objeto de estudio una probabilidad conocida diferente de cero de ser seleccionado en la muestra. Este tipo de muestreo requiere sin excepción de la existencia de un marco de muestreo.
- **Marco de Muestreo:** Es el conjunto de materiales (listas, archivos, mapas, etc.) que permite identificar a todos los elementos de la población, seleccionar la muestra y localizar las unidades seleccionadas. De la disponibilidad o estructura de este marco depende las especificaciones del esquema de muestreo.

- Factor de Expansión: Se interpreta como la cantidad de elementos de la población que quedan representados por una unidad de la muestra, este factor se relaciona directamente con la probabilidad de selección (esquema de muestreo probabilístico).
- Error Total: Siempre, en cualquier estudio de índole estadística, existe un margen de error, lo deseable es, claramente, que éste sea lo más pequeño posible. En los casos de recolección de información y de selección de una muestra se habla de un error total que se compone de dos errores, así:

$$\text{Error Total} = \text{Error Muestral} + \text{Error No Muestral (1)}$$

El Error Muestral mide la diferencia entre los resultados de la muestra y los verdaderos valores poblacionales. El Error No Muestral contempla todos aquellos errores que se producen a lo largo del proceso investigativo como por ejemplo: el encuestado responde sobre algo que no sabe, el encuestado intencionalmente proporciona información incorrecta, mal registro de las respuestas por parte de los encuestadores, errores generados durante la codificación, tabulación, edición de los datos, entre muchos otros.

Recolección de información

La recolección de información es quizá la etapa más engorrosa de la metodología estadística ya que depende de muchos factores externos al equipo de investigación y, en la gran mayoría de los casos, actores desconocidos tienen una participación importante y controlar la calidad de dicha participación se vuelve en ocasiones un problema de grandes dimensiones. La recolección de información se puede hacer utilizando diferentes herramientas dependiendo el campo de trabajo y estudio en el que se desenvuelve la investigación. Aquí se abarcará el tema de la utilización de encuestas o cuestionarios como instrumento de recolección.

- Diseño y desarrollo de la encuesta: Una encuesta es un estudio observacional con el que se busca recaudar datos por medio de un cuestionario. En esta etapa se definen de manera explícita las variables a considerar en el estudio. La información se obtiene a partir de un conjunto de preguntas normalizadas dirigidas a una muestra representativa o al conjunto total de la población en estudio, formada a menudo por personas, empresas o entes institucionales, con el fin de conocer estados de opinión, características o hechos específicos.

- El Cuestionario: Este es el medio por el cual se estructura la entrevista de forma ordenada, para asegurar que se van a plantear las mismas preguntas y con el mismo orden a las personas encuestadas. Se pueden resumir en dos los objetivos que persigue el cuestionario: por una parte intenta colocar a todos los encuestados en la misma situación psicológica; por otra, facilita tanto el examen como la comparabilidad de las respuestas.

En esta etapa es muy importante determinar también la manera en que se codificará y tabulará la información, esto claramente influye en el tipo de cuestionario que se utilizará. Además, se debe encontrar la manera más adecuada para aplicar la encuesta, esto también debe poner en consideración las características de la población objetivo y procurar un método cómodo y económico en todo sentido tanto para el encuestador como para el encuestado; se puede hacer telefónicamente, personalmente, vía internet, por correo, etc.

El medio por el cual se decida hacer la recolección de información debe tener en cuenta la caracterización propia de la población objetivo, ya que, por ejemplo, si se decide realizar telefónicamente entonces sólo se tendrá acceso a aquellas personas que tengan teléfono; esto quiere decir que el medio elegido para acercarse a los objetivos no puede ser arbitrario, debe ser consecuente con los objetivos y metas establecidas, así como tener en cuenta los recursos disponibles y, como se recalcó antes, las características de la población objetivo.

- Las Preguntas: Las preguntas deben ser cortas, entendibles, concisas y deben perseguir algún objetivo determinado dentro del cuestionario, por lo cual es preciso evitar ambigüedades buscando el menor número de ítems posibles. Las preguntas pueden ser abiertas o cerradas, y éstas últimas pueden ser dicotómicas o de opción múltiple. Las preguntas abiertas dejan total libertad al encuestado de responder lo que estime pertinente; el entrevistador se limita a reproducir con la mayor precisión la respuesta dada por el entrevistado. Son especialmente útiles en los primeros pasos de un proceso investigativo, cuando aún no se tienen muy claras las posibles opciones de respuesta. Otro caso en donde resulta conveniente es el caso en que resulta inadecuado listar todas las posibilidades existentes, como por ejemplo la profesión o la edad. Aunque las preguntas abiertas permiten por ejemplo descubrir nuevas opiniones que no habían sido tenidas en cuenta y obtener respuestas más variadas y ricas en detalle, presentan varios inconvenientes como la dificultad de codificación y lo complejo y tedioso de su registro.

La pregunta cerrada, de otra parte, exige al encuestado a optar por una o varias opciones entre un conjunto de alternativas dadas en el cuestionario. Tienen facilidad tanto en el registro como en la tabulación y comparación. No obstante, se pueden señalar también algunas debilidades como la de forzar la respuesta no reflejando verdaderamente

la forma de pensar del encuestado; son más difíciles de formular ya que se debe asegurar que la mayor cantidad de alternativas queden incluidas; y no están libres de ambigüedades, ya que cada encuestado puede dar una interpretación distinta a las posibles respuestas.

- Prueba Piloto: Esta consiste en implementar el cuestionario sobre un grupo muy pequeño de la población objetivo que puede ser seleccionado sin ningún procedimiento riguroso. Esta prueba tiene varios objetivos, entre los cuales se puede enumerar por ejemplo el detectar debilidades o ambigüedades en el cuestionario, poder tener una idea de las complicaciones que se puedan presentar por parte de la persona entrevistada, entrenar a los encuestadores, evaluar la codificación de la información, evaluar si cada pregunta cumple su objetivo; así como poder definir métodos que faciliten y agilicen el diligenciamiento del formulario.

La prueba piloto es, básicamente, un experimento pequeño que permite observar varios detalles y detectar falencias en cuanto a todo el proceso que se requiere para la ejecución de la encuesta. Es de suma importancia realizar este paso ya que luego, cuando se proceda sobre toda la muestra, cualquier error puede resultar en grandes pérdidas de tiempo, dinero o hasta pertinencia de la información recolectada. Teniendo ya los resultados de esta prueba piloto se procede a generar el cuestionario definitivo y a recolectar ya la información sobre toda la muestra que ha sido seleccionada.

Organización, tabulación y consolidación de la información recolectada

Se debe planear un esquema ordenado para el manejo apropiado de la información, que permita reducir al máximo los errores desde el momento en que los datos son recolectados sobre la encuesta y el momento en que se procesa la base de datos. Esta fase depende de la manera como se decidió implementar la encuesta y la manera como se planeó la codificación de la información, por lo tanto todas estas decisiones deben estar entrelazadas y ser coherentes.

Análisis de información

En esta etapa del estudio se pretende tratar la información con métodos estadísticos que permitan dar solución y respuesta a los problemas planteados al inicio de la investigación. Claramente estos métodos dependen de la naturaleza de la información recolectada. El análisis de los datos consta de dos partes, la primera se trata de una exploración sencilla de los datos que dé luces de su comportamiento general y de temas como la no respuesta y los datos atípicos. La segunda parte consiste en un trabajo más profundo en donde se utilizan métodos estadísticos más complejos y se busca la obtención de conclusiones.

Análisis descriptivo y exploratorio inicial

El análisis descriptivo y exploratorio busca básicamente describir los datos de una manera general y se basa en la observación de gráficos sencillos, por ejemplo de barras, para observar el comportamiento distribucional de los datos. Se calculan medidas de tendencia central como la media, la mediana y la moda. Se puede realizar un proceso de detección de datos atípicos utilizando un diagrama de caja.

Análisis inferencial

En general, los estudios por encuesta buscan realizar inferencias de parámetros desde la muestra hacia la población, quiere decir, que se trata de estimar medidas poblacionales tomando como base los datos recolectados en la muestra. Este proceso de estimación sólo puede ser adecuado y prudente cuando se ha realizado un Diseño de Muestreo Probabilístico, de otro modo la parte inferencial del análisis de datos queda descartada. Los parámetros poblacionales que generalmente se quiere estimar son el total, la media y la proporción. Dependiendo de las probabilidades de selección y del esquema de muestreo se determina el mecanismo de estimación. Existen varios estimadores, algunos sesgados, otros insesgados, que cuentan con su respectivo estimador para su varianza.

Informes, conclusiones y desarrollo de políticas

Esta última fase de la metodología estadística trata de exponer todo el proceso de investigación que se siguió desde la primera etapa hasta la obtención de resultados analíticos. Luego de obtener las estimaciones y resultados inferenciales el paso a seguir es interpretar y concluir dichos resultados y poder dar un diagnóstico del tema de interés. Estas conclusiones pueden dar pie al desarrollo de política para abordar la situación que fue objeto de estudio. Puede entonces notarse que el alcance de un estudio estadístico puede ser de grandes dimensiones y tener impacto de gran cobertura e importancia; por lo cual, es necesario llevar una metodología científica rigurosa en este tipo de investigaciones, si lo que se desea es la obtención de resultados concluyentes sobre la población entera, ya que cualquier omisión o desvío en la metodología puede llevar a inferencias erradas y con ello a decisiones perjudiciales para personas, empresas o instituciones.

B. Procedimiento Realizado para la Recolección de Datos en la EDMIC

A continuación se presentará la manera como se desarrollaron cada una de las etapas de la Metodología Estadística descrita en la sección anterior para llevar a cabo el estudio de Demanda Metrológica en Laboratorios del Sector Industrial.



INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA de Colombia



Planteamiento y delimitación del problema de investigación y objetivos

En esta parte el DANE determina como Objetivo General el siguiente: “Establecer las necesidades en materia metrológica tanto de los laboratorios privados prestadores de servicios de medición de parámetros físicos y químicos y, calibraciones como de las empresas privadas que cuenten con laboratorios que realicen este tipo de mediciones o que las subcontratan.”

Nótese que el objeto del estudio no se delimita a una determinada actividad económica sino simplemente se hace la salvedad de que se trata de laboratorios y empresas de carácter privado.

Definición de la población objetivo y la unidad de muestreo

Se identificó la población que sería el objeto de estudio, definiéndolo como sigue: “Los laboratorios privados prestadores de servicios de medición de parámetros físicos y/o químicos y las empresas privadas que cuenten con laboratorios que realicen este tipo de mediciones y que se identifican como industriales según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de las actividades económicas - CIIU Revisión 3 adaptada para Colombia, solicitadas de manera específica por el MCIT y que tengan diez o más personas ocupadas y/o que el valor de la producción sea superior a \$131,6 millones de pesos anuales para 2010”

Además, se especificó que se deseaba que la cobertura de los resultados fuera nacional y, de nuevo, no se hace ninguna delimitación a actividades económicas específicas, se detalla únicamente que las empresas deben ser de naturaleza industrial según su clasificación en la CIIU.

De la unidad de muestreo se definió lo siguiente: “La unidad de observación y análisis para la realización de la Encuesta de Demanda Metrológica es el laboratorio privado prestador de servicios de medición de parámetros físicos y/o químicos y la Empresa Industrial que cuenta con laboratorios que realicen este tipo de mediciones o que las subcontrata.”

Es importante notar aquí que la encuesta fue dirigida a dos grupos poblacionales diferentes en cuanto a la naturaleza de su actividad económica. En primer lugar, los laboratorios privados cuya actividad principal es la prestación de servicios metrológicos y no la producción de bienes. En segundo lugar, las empresas industriales que cuentan con laboratorios cuya actividad económica principal es la producción de bienes. Esta distinción lleva a preguntarse sobre cuál grupo poblacional es el que efectivamente realiza la demanda de servicios metrológicos y si efectivamente se llegó a este grupo poblacional con la EDMIC.



INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA de Colombia



Diseño Muestral

No se define nada en cuanto a diseño muestral, se habla de un marco estadístico que describe lo siguiente: El directorio base de fuentes a investigar se constituye a partir del directorio actualizado de la Encuesta Anual Manufacturera EAM-2010, para las actividades industriales objeto del convenio interadministrativo y del directorio de laboratorios privados suministrado por la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC).

Lo anterior significa que la muestra se ha demarcado por conveniencia, dada la disponibilidad de recursos y los intereses específicos del MCIT. Con esto, queda claro que no se realizó un diseño de muestreo probabilístico que permita hacer inferencias poblacionales, sino que se debe limitar a arrojar conclusiones sobre el directorio inicial de unidades de observación.

Recolección de información

De acuerdo con el DANE: La información es recolectada por el método de auto diligenciamiento asistido, a través del formulario electrónico dispuesto en línea, al que se accede por medio de la página Web del DANE: WWW.dane.gov.co, Link: Económicas - Industria – Encuesta de Metrología – Formulario Electrónico, utilizando el USUARIO y CLAVE creado para cada laboratorio y/o empresa industrial, al igual que para el personal que participa en el operativo de acuerdo con su rol.

En cuanto a la recolección de información, cada una de las empresas y laboratorios que se encuentran en el directorio y que manifestaron desarrollar algún tipo de actividad metrológica se encuentra en la obligación de responder a la encuesta a través de la web y, de hecho, todas las unidades definidas como objetivo accedieron al formulario y suministraron la información requerida.

Análisis de información

En cuanto a esta fase de la metodología estadística se encuentra que: i) El análisis descriptivo consta, en primera instancia, del cálculo de todos los indicadores medidos a través de las variables investigadas, las cuales determinan la estructura económica sectorial y describen las características de la población observada. ii) Se realiza un segundo análisis de las estadísticas producidas a nivel agregado en el cual se observa la consistencia de los resultados de la empresa en la clase industrial, la escala de producción y de personal al que pertenece.

Alcances de la EDMIC

**EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE DEMANDA METROLÓGICA EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA 2011
DOCUMENTO PREPARADO POR: VICTOR MANUEL NIETO Y CAROLINA SUAREZ
DICIEMBRE DE 2012, BOGOTÁ D.C.**

Con base en la información reportada en las dos secciones anteriores podemos establecer los siguientes alcances en cuanto al uso de la información proveniente de la EDMIC:

- El análisis que se puede hacer a partir de la información solamente puede ser descriptivo y exploratorio. Realizar inferencia sobre los datos recolectados no es posible dado que se utilizó un muestreo denominado técnicamente por conveniencia y no existen probabilidades de selección ni de factores de expansión.
- Las conclusiones, que de las cifras e indicadores resulten, serán válidas solamente para el grupo de empresas y laboratorios de la industria privada colombiana que accedieron y respondieron al cuestionario. Como se mencionó antes, no existe un grupo poblacional claramente definido de acuerdo con el objetivo de la EDMIC. Por lo anterior, no es posible determinar de forma cuantitativa ni cualitativa cuál es la demanda por servicios metrológicos del sector manufacturero colombiano.
- Se entiende, de esta manera, que la limitación del procedimiento consiste principalmente en que no es posible hablar del estado de la demanda metrológica del sector industrial en Colombia sino del estado de demanda metrológica en los laboratorios privados y empresas del sector industrial colombiano que participaron en la EDMIC.

C. Propuesta para estudios futuros

Esta última sección presenta una propuesta metodológica para poder realizar un análisis estadístico completo y tener la capacidad de adquirir conocimientos de la población de interés, es decir, desarrollar el proceso investigativo de manera tal que resulte plausible realizar análisis inferenciales.

Planteamiento y delimitación del problema de investigación y objetivos

Objetivo General:

Establecer las necesidades de servicios de medición de parámetros físicos y químicos y calibraciones de las empresas del sector manufacturero de Colombia.

Para cumplir este objetivo se pueden realizar dos tipos de procedimientos, en primer lugar, realizar un censo, quiere decir, hacer la observación sobre todos los elementos de la población. Esto recorta el proceder metodológico ya que no se



INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA de Colombia



requiere un diseño muestral ni la estimación de valores poblacionales, pues no se trabaja con muestra. El inconveniente de este mecanismo está asociado con los costos que puede implicar. En segundo lugar, llevar a cabo cada uno de los pasos de la metodología estadística descrita en la parte A, lo que implica tomar muestra y realizar análisis inferencial.

Definición de la población objetivo y la unidad de muestreo

Población Objetivo

Las empresas que se identifican como industriales según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de las actividades económicas - CIIU Revisión 3, Adaptada para Colombia, cuyo valor de la producción sea superior a un mínimo determinado a partir de la información de la Encuesta Anual Manufacturera y la Encuesta de Microestablecimientos del año anterior.

La población objetivo definida así permitirá obtener información de la totalidad de empresas que conforman el sector manufacturero del país y le permitirá a su vez al Instituto Nacional de Metrología, como máxima autoridad y conecedor en este campo, trazar proyectos con miras a suplir las necesidades identificadas.

Unidad de Muestreo

La unidad de observación y análisis para la realización del Estudio de Demanda Metrológica en el Sector Manufacturero en Colombia es la Empresa Industrial Privada cuyo valor de la producción sea superior a un mínimo determinado a partir de la información de la Encuesta Anual Manufacturera y la Encuesta de Microestablecimientos del año anterior

Marco de Muestreo

Los directorios de la Encuesta Anual Manufacturera y de la Encuesta de Microestablecimientos son la fuente adecuada y apropiada para la definición de un buen marco muestral.

Esquema de Muestreo

A continuación se presenta un esquema de muestreo que metodológicamente resulta en grandes utilidades, sin embargo, es importante que la autoridad competente revise la viabilidad de este proyecto en cuanto a disponibilidad de recursos.

La propuesta se basa en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de las actividades económicas - CIIU Revisión 3, adaptada para Colombia, pues en ésta se conforman grupos que podrían llamarse, en el contexto del muestreo, "estratos", ya que un estrato es un subconjunto de la población que agrupa los elementos o individuos más parecidos o con características más afines. Así pues, teniendo la facilidad de tomar las agrupaciones a partir de que la CIIU como estratos



INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA de Colombia



propicios y adecuados para el manejo de la población, se puede pensar en un esquema de Muestreo Estratificado Aleatorio (M.E.A.).

Como se explicó antes el Muestreo Estratificado divide la población objetivo en estratos y luego toma una muestra probabilística en cada estrato. Para el *“Estudio de Demanda Metrológica en el Sector Manufacturero en Colombia”* específicamente, los estratos se conformarán de acuerdo a las Divisiones de la CIUU, esto es, la clasificación a “dos dígitos” que se ha estipulado para la industria colombiana.

Teniendo ya la población estratificada, se procede a tomar una muestra probabilística dentro de cada uno de los estratos, quiere decir que si por ejemplo se conforman 20 estratos, se deberán seleccionar 20 muestras, una para cada estrato. Los métodos de selección de las muestras son independientes entre estratos. Se debe tener en cuenta que puede haber unidades que deben entrar obligatoriamente en cada muestra ya que tienen un gran peso o importancia para el estudio. Esto, en muestreo, se denomina “Inclusión Forzosa”. En cada estrato, entonces, se definen los elementos que entrarán por inclusión forzosa.

Ahora bien, por facilidad y conveniencia, se propone utilizar el mismo esquema de muestreo en todos los estratos, sin embargo, cuando se tenga a mano el Marco Muestral se tendrá que hacer una revisión de dicho esquema ya que si, por ejemplo, un estrato cuenta con muy pocas unidades puede resultar inútil realizar un muestreo y sea más viable un censo para dicho estrato.

Recolección de Información

Para esta fase de la metodología estadística se recomienda realizar una revisión cuidadosa del cuestionario utilizado en la EDMIC con el fin de determinar si con las preguntas actuales es posible en realidad determinar cuáles son las necesidades de las empresas manufactureras en términos de servicios de medición de parámetros físicos y químicos, y calibraciones. Así mismo, se recomienda que una vez se tenga un nuevo cuestionario, éste sea probado mediante una prueba piloto en un grupo pequeño de empresas Bogotá. Para ello, se puede seleccionar una muestra aleatoria simple por medio de números aleatorios y determinar el tamaño de dicha muestra de acuerdo a la cantidad de recursos de que se disponga para esta prueba.

Análisis Inferencial

Para el análisis inferencial nos debemos remitir al diseño muestral utilizado, ya que de éste depende la manera de estimar los parámetros poblacionales. Como se utilizó un muestreo aleatorio estratificado, es posible hacer estimaciones para medidas como el total y la media tanto para cada uno de los estratos, es decir, se podrá estimar el total de la variable de interés X para cada una de las divisiones a “dos dígitos” que fueron tomadas como estratos en el muestreo. Esto quiere decir que las inferencias se pueden hacer para cada uno de las divisiones por CIU. Además, se puede hacer inferencia poblacional, esto es, se pueden estimar parámetros como la media para la misma variable de interés X, por ejemplo, permitiendo conocer las cifras promedio para toda la industria colombiana.

Informes, conclusiones y desarrollo de políticas.

La propuesta presentada en los anteriores párrafos permitirá llegar a conclusiones que impliquen a toda las empresas manufactureras y, además, tener amplio conocimiento de la situación en cuanto demanda metrológica respecta, en cada una de las divisiones “a dos dígitos” por CIU (que se han propuesto como los estratos en el proceso de muestreo), y con esto, si es el caso o el interés futuro del estudio, será factible la toma de decisiones y el desarrollo de políticas por parte del Instituto Nacional de Metrología que le den un adecuado manejo a las carencias y deficiencias que se encuentren sobre la situación de la metrología en el país.

III. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA ENCUESTA DE DEMANDA METROLÓGICA EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA

Como se mencionó en el anterior capítulo el análisis descriptivo busca básicamente describir los datos de una manera general y se basa en la observación de gráficos sencillos. Por ello en los siguientes párrafos se presentan los principales resultados en cuanto a resultados generales, servicios prestados por los laboratorios, servicios contratados por los laboratorios, sistemas de gestión de los laboratorios, actividades de capacitación e investigación y desarrollo de los laboratorios.

A. Resultados generales

La EDMIC se dirigió a 3.776 laboratorios, los cuales se pueden clasificar en dos tipos de unidad de muestreo:

LABORATORIOS EMPRESA: Se trata de laboratorios que no trabajan de manera independiente ni prestan servicios a particulares sino que hacen parte de una empresa privada.

LABORATORIOS PRIVADOS: En este grupo se encuentran todos aquellos laboratorios que existen como entes independientes, que no hacen parte de una empresa determinada. Estos laboratorios prestan servicios metrológicos a particulares que lo requieran.

Según las anteriores definiciones solamente el 8% (312 laboratorios) del total de laboratorios observados son privados y el resto (3.464) se trata de laboratorios que hacen parte de una empresa privada (gráfica 1). Del total de laboratorios privados el 75% de ellos se catalogan como microempresa, el 21% como pequeña empresa, el 4% como mediana empresa y menos del 1% como gran empresa¹. De los laboratorios empresa el 85% se encuentran en microempresas, el 14% en pequeñas empresas, el 1% en medianas empresas y un porcentaje muy pequeño en grandes empresas (cuadro 1).

Gráfica 1



Cuadro 1

¹ Como criterio de clasificación se utilizó el número de empleados de acuerdo con los siguientes rangos:

De uno (1) a diez (10) empleados = Microempresa

De once (11) a cincuenta (50) empleados = Pequeña Empresa

De cincuenta y uno (51) a doscientos (200) empleados = Mediana Empresa:

Mayor a 200 empleados Gran Empresa.

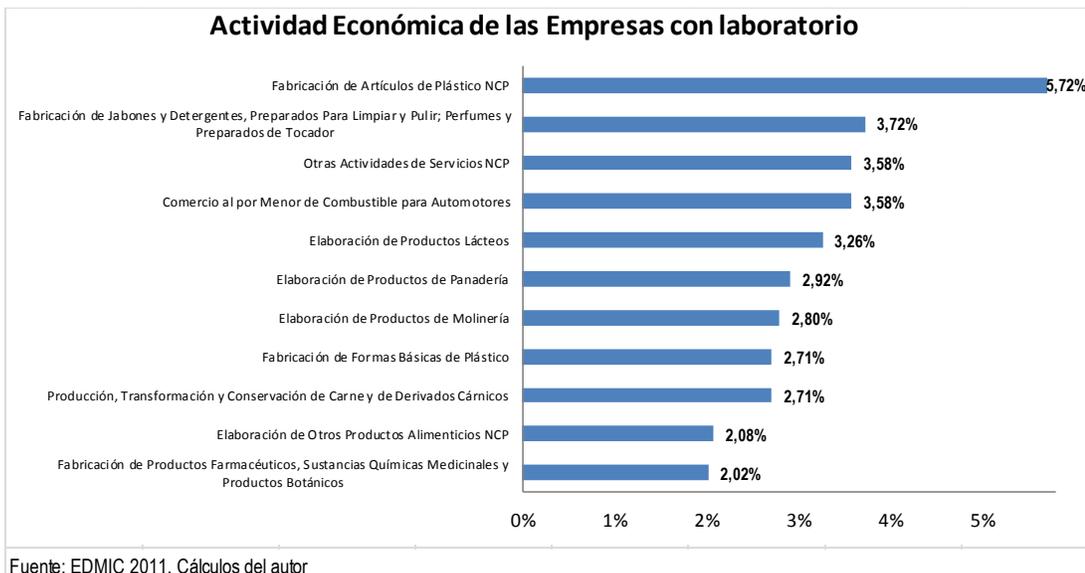
Distribución de los Laboratorios Encuestados por Tamaño Empresarial

Tamaño Empresarial	Laboratorios Privados		Laboratorios Empresa	
	Número	%	Número	%
Micro	234	75,0%	2942	84,9%
Pequeña	64	20,5%	478	13,8%
Mediana	12	3,8%	41	1,2%
Grande	2	0,6%	3	0,1%
Total	312	100,0%	3464	100,0%

Fuente: EDMIC 2011. Cálculos del autor

Las actividades productivas que realizan las empresas que poseen laboratorios son muy variadas y se destacan: Fabricación de Artículos de Plástico NCP (CIU 2529) (5,7%); Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir; perfumes y preparados de tocador (CIU 2424) (3,7%); Otras actividades de servicios NCP (3,6%); Comercio al por menor de combustible para automotores (3,6%); y Elaboración de productos lácteos (3,3%) (gráfica 2).

Gráfica 2



B. Servicios prestados por los laboratorios

De otra parte se indagó por el tipo de servicios que prestaban los laboratorios y se encontró que en el caso de los laboratorios privados, el 74% de éstos prestan el servicio de *Mediciones realizadas en el laboratorio* y el 55% el servicio de *Inspección y control de calidad de los productos finales*. En el caso de los laboratorios que se encuentran en una empresa se encontró que el 77% de éstos prestan el servicio de *Mediciones realizadas en el laboratorio* y el 61% el servicio de *Inspección y control de calidad de los productos finales*. No obstante, no es posible determinar si estos servicios son prestados a otras unidades dentro de la empresa o a terceros por fuera de la empresa.

Cuadro 2
Servicios prestados por los Laboratorios Encuestados

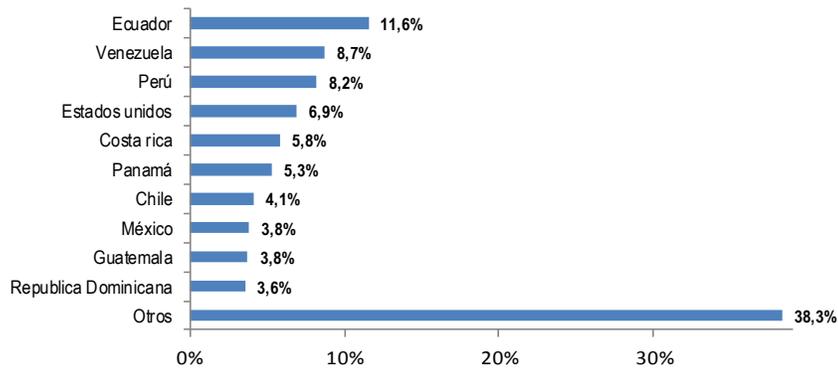
		Mediciones realizadas en el laboratorio	Calibraciones realizadas en el laboratorio	Inspección y control de calidad de materias primas	Inspección y control de de calidad de productos finales	Estudios e investigaciones
Laboratorios Privados	Número	231	141	161	171	77
	% sobre 312	74%	45%	52%	55%	25%
Laboratorios Empresa	Número	2663	1357	1810	2121	600
	% sobre 3464	77%	39%	52%	61%	17%

Fuente: EDMIC 2011. Cálculos del autor

En relación con los servicios prestados por los laboratorios también se preguntó si realizaban análisis de productos de exportación. De los 312 laboratorios privados el 16,4% prestaron este tipo de servicio en tanto que de los 3.464 laboratorios empresa el 14,1% también lo suministró. De los productos analizados por los laboratorios empresa éstos se dirigieron principalmente a los siguientes países: Ecuador (11,6%), Venezuela (8,2%) y Perú (8,2%) (Gráfica 3). En tanto que de los productos analizados por los laboratorios privados se dirigieron a los siguientes países: Ecuador (14,5%), Perú (9,5%) y Panamá (8,2%) (Gráfica 4).

Gráfica 3

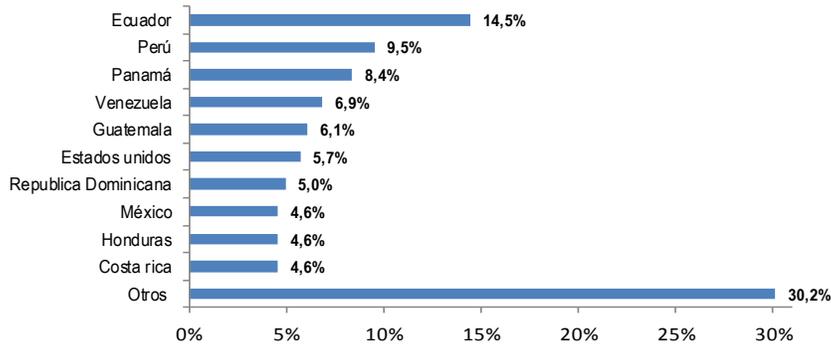
**Mercados de Destino de los Productos Analizados por los Laboratorios
Empresa**



Fuente: EDMIC 2011. Cálculos del autor

Gráfica 4

**Mercados de Destino de los Productos Analizados por los Laboratorios
Privado**



Fuente: EDMIC 2011. Cálculos del autor

La encuesta preguntaba a los laboratorios de ensayo el nombre técnico de los ensayos que realizaban. Como resultado se obtuvo que el ensayo que más se realiza es el de "Balanzas, básculas y masas" (código 17 en la nomenclatura internacional), seguido de los ensayos microbiológicos (código 35 en la nomenclatura internacional) y longitud (código 18 en la nomenclatura internacional) (Gráfica 5). De igual manera, era importante conocer qué métodos se utilizan para realizar

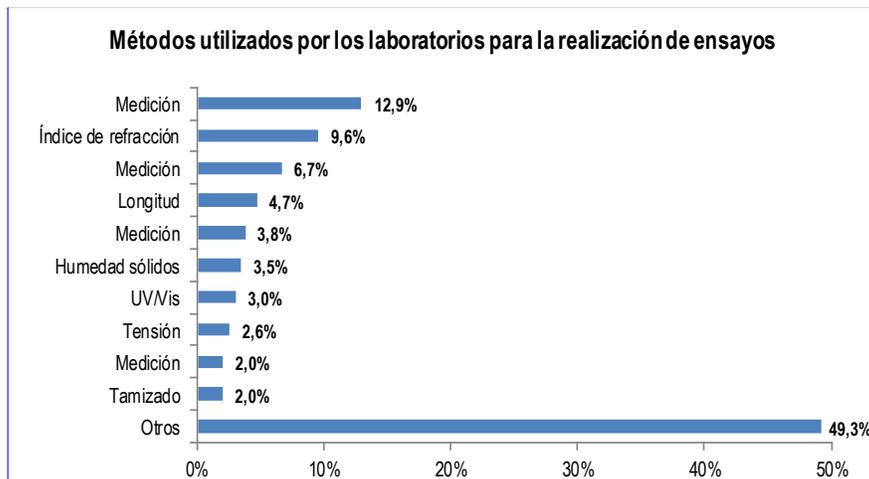
los ensayos en los laboratorios. En la gráfica 6 se observa que el método más utilizado entre los principales ensayos es el de Medición, el cual es utilizado en los siguientes ensayos: Balanza, báscula y masa; longitud, fuerza; y viscosidad.

Gráfica 5



Fuente: EDMIC 2011. Cálculos del autor

Gráfica 6



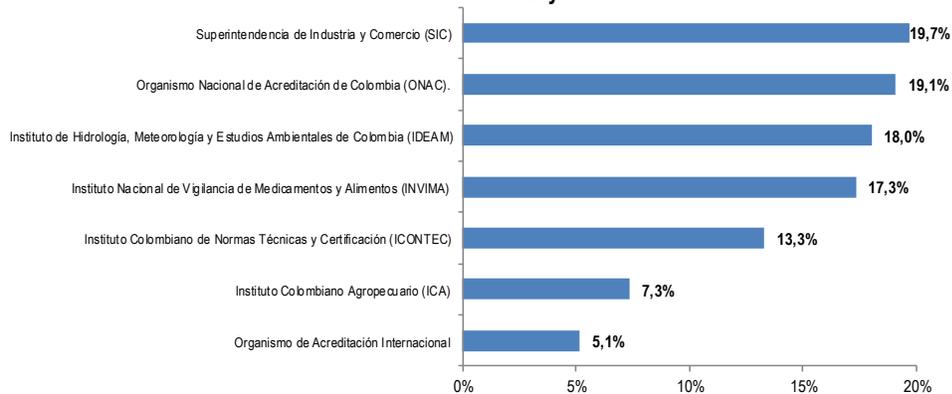
Fuente: EDMIC 2011. Cálculos del autor

Comentario [CEPP1]: Qué diferencia hay entre medición del 12,9%, del 6,7% y del 3,8%?

Los 3.508 laboratorios utilizan 7 métodos en promedio para la realización de ensayos. Además, se encontró que los laboratorios no cuentan con la debida acreditación para el 75% de los métodos referenciados por los laboratorios como los de mayor relevancia en su quehacer. Solamente el 20% de los métodos se encuentran acreditados y el 5% se encuentran en proceso de acreditación. Las instituciones que mayor participación tienen en la acreditación de los métodos utilizados por los laboratorios para la realización de ensayos son la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) (19,7%), el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC) (19,1%), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM) (18%) y el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) (17,3%).

Gráfica 7

Instituciones acreditadoras de los métodos utilizados por los laboratorios para la realización de ensayos

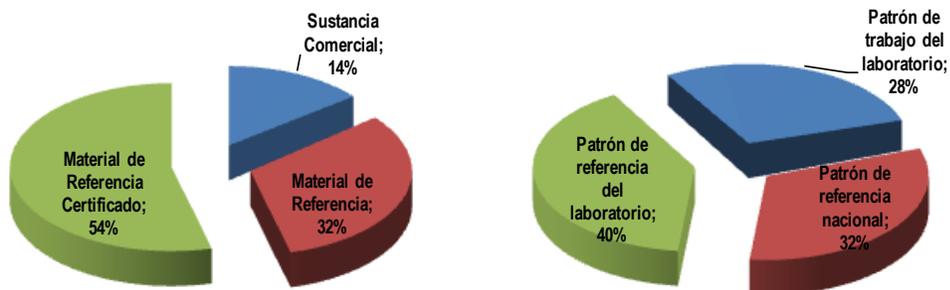


Fuente: EDMIC 2011. Cálculos del autor

De los 25.286 equipos utilizados para realizar ensayos el 71% requiere calibración, de los cuales 69% es calibrado por un tercero. Además, de los equipos que se calibran, el 82% se hace con patrón. Se encontró, además, que el 54% de las calibraciones de los equipos que se realizan con Materiales de Referencia Certificados y el 40% de las calibraciones se realizan con un patrón de referencia del laboratorio (Gráfica 8).

Los datos recogidos indican que 1.498 laboratorios realizaron 3.872 calibraciones. De éstas el 82% se llevan a cabo con patrón de referencia. En cuanto al material de referencia utilizado para realizar las calibraciones, se encontró que el 59% es certificado y el 41% restante no lo es. Además, el 71% de los patrones de referencia son calibrados por terceros, el 16% de los de los patrones de referencia son calibrados por el laboratorio y el 13% no realiza la calibración del patrón de referencia. Finalmente, el 83% de dichos patrones tienen trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades. De otra parte, la información recolectada permitió determinar que, en promedio, cada laboratorio utiliza 2 métodos para la realización de las calibraciones y que para el 74% de los métodos los laboratorios no cuentan con acreditación, el 19% si cuentan con acreditación y el 7% se encuentran en proceso de acreditación.

Gráfica 8
Tipos de material usados para la calibración de los equipos utilizados en ensayos



Fuente: EDMIC 2011. Cálculos del autor

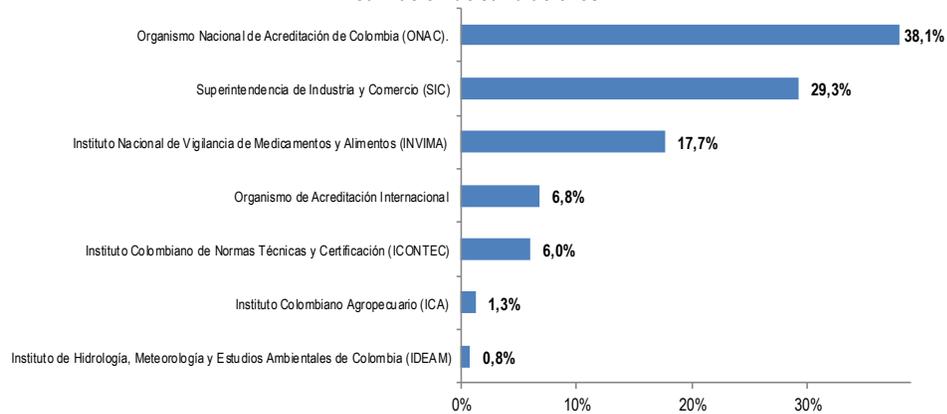
En cuanto al proceso de acreditación que involucra la evaluación de los métodos para calibración, se preguntó acerca de la institución acreditadora, los resultados arrojan que la institución que más participación tiene en la acreditación de los métodos para calibrar son el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC) (38,1%), la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) (29,3%) y el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) (17,7%) (Gráfica 9).

Se le preguntó a los laboratorios acerca de la procedencia de los Materiales de Referencia Certificados y/o Patrones de Referencia más utilizados y se encontró que el 58% son importados y el 42% son nacionales. Adicionalmente, el 70% de los laboratorios encuestados no utiliza material de referencia certificado en el área química y el 43% del total de laboratorios no utilizan patrón de referencia en el área física.

Los laboratorios manifestaron las razones por las que no utilizan materiales de referencia en el área química. Las dos razones más comunes para esta limitación son el difícil acceso a dichos materiales (40%) y la no disponibilidad de éstos en el país (36%) (Gráfica 10). de igual manera los laboratorios manifestaron por medio de la encuesta las razones por las que no utilizan patrones de referencia en el área física. Las dos razones más comunes que se dieron para esta limitación fueron exactamente las mismas que las dificultades encontradas para acceder a materiales de referencia (Gráfica 11).

Gráfica 9

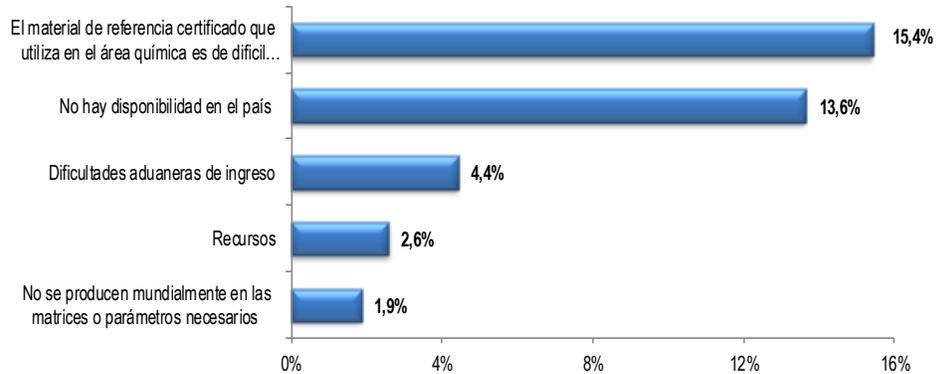
Instituciones acreditadoras de los métodos utilizados por los laboratorios para la realización de calibraciones



Fuente: EDMIC 2011. Cálculos del autor

Gráfica 10

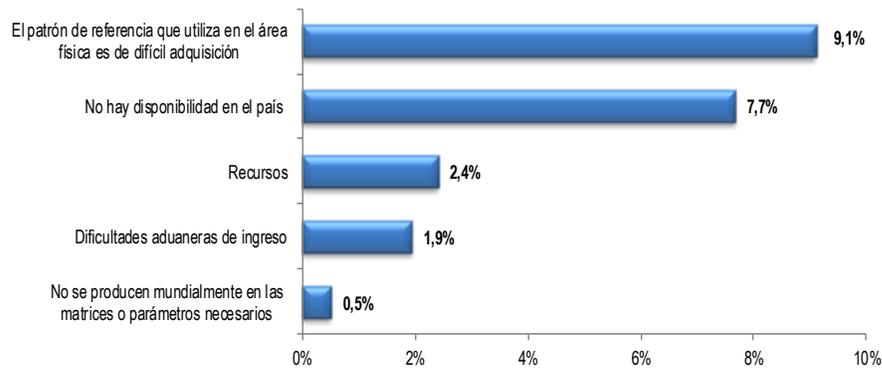
Razones por la cuales no se tiene acceso en el área química a materiales de referencia certificados



Fuente: EDMIC 2011. Cálculos del autor

Gráfica 11

Razones por la cuales no se tiene acceso en el área física a patrones de referencia



Fuente: EDMIC 2011. Cálculos del autor

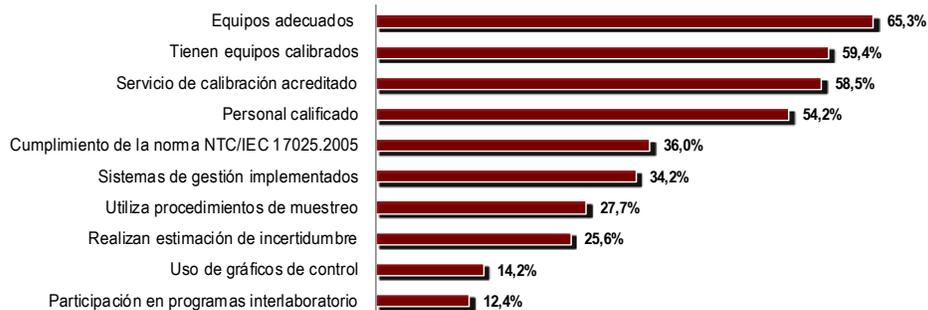
C. Servicios contratados por los laboratorios

De los 3.776 laboratorios que participaron en el estudio se obtuvo que el 31,6% (1.193 laboratorios) contratan la realización de ensayos y el 78,2% (2.954 laboratorios) contrata la realización de calibraciones. Las razones más fuertes que se encontraron entre los laboratorios para contratar la realización de calibraciones por terceros son el servicio de calibración

acreditado, ofrecer resultados confiables y tener equipos calibrados y/o adecuados (Gráfica 12). Las razones más comunes por las que los laboratorios contratan la realización de ensayos son la disposición de equipos adecuados, ofrecer resultados confiables, tener equipos calibrados y ofrecer un servicio de calibración acreditado (Gráfica 13). En cuanto a las necesidades que manifestaron los laboratorios encuestados, se encontró que el 4% de ellos requiere de ensayos que no están implementados en el país. Sin embargo, la gran mayoría de los laboratorios satisfacen sus necesidades con los ensayos que se encuentran implementados dentro del país.

Gráfica 12

**Motivos para la contratación de ensayos por parte de los laboratorios
(Porcentaje de Laboratorios)**

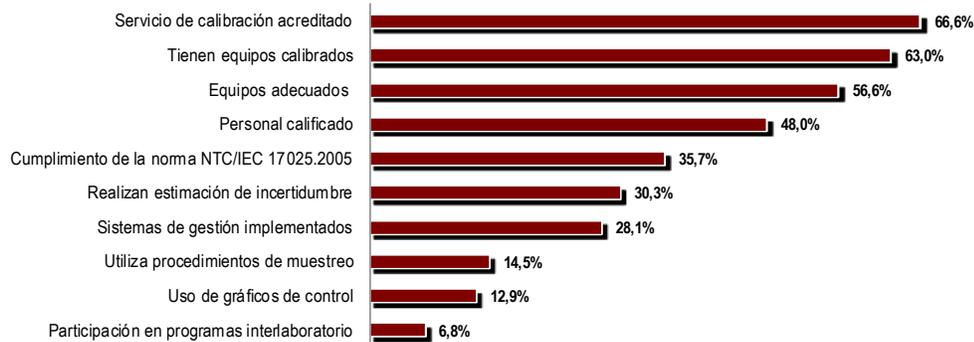


Fuente: EDMIC 2011. Cálculos del autor

Comentario [CEPP2]: Porcentaje es con “j”

Gráfica 13

Motivos para la contratación de calibraciones por parte de los laboratorios
(Porcentaje de Laboratorios)



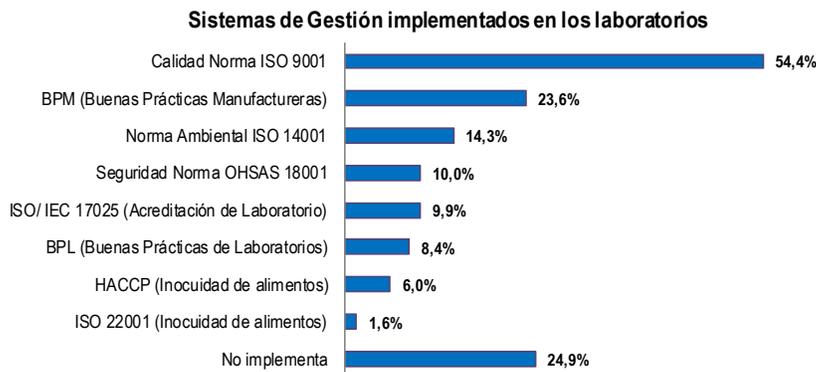
Fuente: EDMIC 2011. Cálculos del autor

Comentario [CEPP3]: Porcentaje es con "j"

D. Sistemas de gestión de los laboratorios

En materia de sistemas de gestión dentro de los laboratorios se encontró que el 24,9% de los 3.776 laboratorios encuestados no implementan ningún tipo de sistema de gestión. De los laboratorios que si efectúan sistemas de gestión el 54,4% manifestó que implementa la Norma de Calidad ISO 9001 y el 23,6% han implementado Buenas Prácticas Manufactureras (BPM). Se observa, además, que solamente 9,9% han implementado la norma de acreditación de laboratorios (ISO/ IEC 17025) (Gráfica 14).

Gráfica 14



Fuente: EDMIC 2011. Cálculos del autor

Se le preguntó a los laboratorios si tenían conocimiento de la norma de Evaluación de la conformidad-Requisitos generales para los ensayos de aptitud (ISO 17043:2010) y el 80% de los laboratorios dijo que no conocía esta norma. También era de interés preguntarle a los laboratorios si utilizaban gráficos de control: el 63% del total de laboratorios encuestados manifestó que no utilizaba este tipo de gráficos.

La utilización de muestreo juega un papel importante en la actividad de un laboratorio que realiza ensayos. Se les preguntó a los laboratorios de ensayo si utilizaban este tipo de procedimiento y se encontró que el 67% de ellos sí lo hacen, el 28% no lo realiza y el 5% lo contrata a terceros.

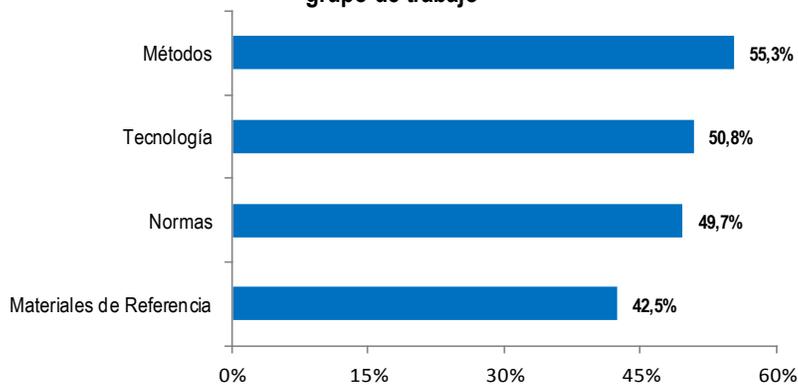
E. Actividades de capacitación e investigación y desarrollo de los laboratorios

El 4,7% (179 laboratorios) participa en algún grupo de trabajo de investigación. Lo que indica una carencia significativa de la actividad investigativa por parte de los laboratorios que participaron en la encuesta. De estos 179 laboratorios el 9% (16 laboratorios) pertenecen a un grupo de investigación internacional y el 91% a grupos de investigación nacionales. Se preguntó también los temas desarrollados en la última investigación realizada con el grupo de trabajo al cual pertenecen. La mayoría de laboratorios (55,3%) se ocuparon de métodos, pero en general, las cuatro opciones dispuestas en el cuestionario resultaron de importancia comparable (Gráfica 15). Del total de laboratorios encuestados solamente el 1,1%

(44 laboratorios) pertenece a alguna red tecnológica, De éstos 20 participan en la red del Instituto Colombiano de Petróleos, 19 en la de Colciencias y un laboratorio en la Red Colombiana de Metrología.

Gráfica 15

Temas desarrollados en la última investigación realizada con el grupo de trabajo



Fuente: EDMIC 2011. Cálculos del autor

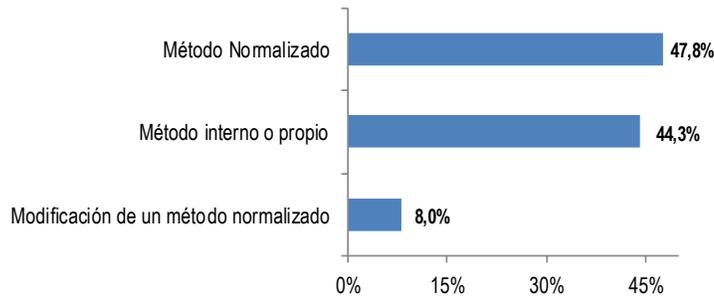
De igual manera, la encuesta permitió tener un conocimiento acerca de la participación de los laboratorios que participaron en el estudio en programas interlaboratorios. Se encontró que el 9,6% (361 laboratorios) participan en este tipo de programas y que el 71% de éstos lo hacen en un programa de índole nacional, 20% en un programa nacional e internacional y 9% en un programa internacional.

Comentario [CEPP4]: Qué diferencia hay entre estas dos clases de programas?

El 21,2% (802 laboratorios) valida sus métodos de ensayo y el 32,2% (1.215 laboratorios) realiza estimaciones de incertidumbre para sus mediciones. El rango de métodos de ensayo que son validados más utilizado es el de 1 a 10 (599 de los 802 laboratorios lo utiliza), seguido por el rango más de 20 (111 de los 802 laboratorios lo utiliza) y por el rango de 11 a 20 (92 de los 802 laboratorios lo utiliza). Por otra parte, el grado o alcance de las validaciones realizadas por los laboratorios son en gran parte Método Normalizado o Método Interno o Propio (Gráfica 16).

Gráfica 16

Grado o alcance de las validaciones de los laboratorios que validan sus métodos de ensayo

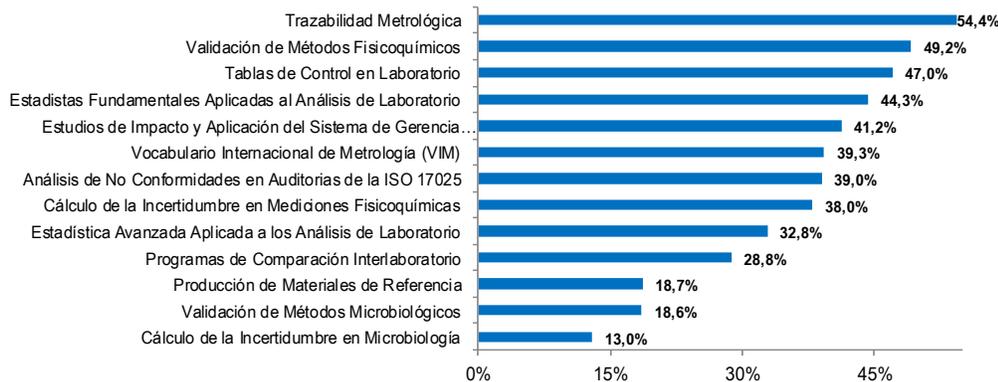


Fuente: EDMIC 2011. Cálculos del autor

En el módulo quinto de la encuesta se preguntaba a los laboratorios cuáles eran las áreas en las que sus equipos de trabajo requerían capacitación y/o entrenamiento. El área que más requiere fortalecimiento es el de Trazabilidad Metrológica, seguido del área de Validación de Métodos Físico-Químicos y las Tablas de Control en el Laboratorio. Se encontró además que el área con menor índice de capacitación es Cálculo de la Incertidumbre en Microbiología (Gráfica 17), valiendo anotar que a pesar de tratarse de un área relativamente nueva en el mundo de la metrología química ya presenta un índice no despreciable para surtir procesos de capacitación.

Gráfica 17

Áreas de capacitación y/o entrenamiento que los laboratorios requieren para sus equipos de trabajo



Fuente: EDMIC 2011. Cálculos del autor

En cuanto a la conformación de equipos de trabajo se encontró que en promedio están conformados por ocho personas con la siguiente distribución: en promedio una persona en el área directiva, una persona en el área administrativa, dos personas en el área analítica y cuatro personas en el área operativa. En cuanto al nivel educativo de las personas que participan en el grupo de trabajo se encontró que los niveles de doctorado, maestría y especialización tienen un promedio de menos de 0,5 personas, es decir, los laboratorios en promedio tienen menos de una persona con estos tres niveles de formación superior; en el nivel universitario el promedio de personas es de 2; y en los niveles de formación tecnológica en promedio se encuentran un tecnólogo, un tecnológico y dos empíricos.

En el cuadro 3 se muestra el nivel educativo de las personas que hacen parte de los equipos de trabajo de los laboratorios y su rango dentro del mismo. Se nota que, tanto para los laboratorios privados como para los laboratorios empresa, el nivel universitario tiene gran participación en las áreas de análisis, administración y dirección, mientras que para el área operativa el nivel educativo que más sobresale es el empírico.

Cuadro 3

Nivel de educación y jerárquización en los equipos de trabajo de los laboratorios

		Doctorado	Maestría	Especialización	Universitario	Tecnólogo	Técnico	Empírico
Laboratorios Privados	Directivo	2,38%	7,13%	30,53%	41,68%	9,14%	6,76%	2,38%
	Administrativo	0,32%	1,48%	6,03%	47,04%	15,12%	17,76%	12,26%
	Analista	0,00%	0,36%	2,98%	46,70%	27,28%	14,45%	8,22%
	Operativo	0,56%	0,14%	0,28%	6,73%	10,49%	18,86%	62,94%
Laboratorios Empresa	Directivo	3,49%	9,42%	22,22%	48,63%	6,68%	4,93%	4,64%
	Administrativo	0,46%	2,41%	10,95%	53,27%	14,31%	11,54%	7,05%
	Analista	0,56%	0,95%	4,36%	33,24%	32,66%	16,94%	11,07%
	Operativo	0,09%	0,17%	1,67%	7,72%	14,03%	24,61%	51,71%

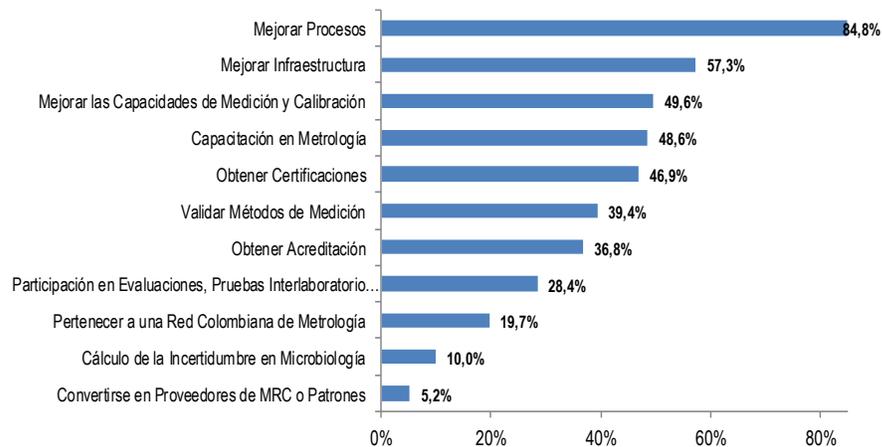
Fuente: EDMIC 2011. Cálculos del autor

Comentario [CEPP5]: Aunque los datos en su mayoría me parecen consistentes, no se entiende qué hace un Doctor adelantando actividades operativas tanto en los laboratorios privados como en los de empresa. No sabríamos cómo sustentarlo.

La encuesta también preguntó a los laboratorios acerca de los planes y proyecciones a futuro que se tenían ya trazados al momento de participar en el estudio. La gran mayoría de los laboratorios manifestaron que dentro de sus objetivos estaba el Mejoramiento de Procesos y el Mejoramiento de la Infraestructura principalmente. Se encontró además que el 19,7% tenían como objetivo Pertenecer a una Red Colombiana de Metrología y que tan solo el 5,2% de los laboratorios están interesados en convertirse en proveedores de Materiales de Referencia Certificados (MRC) y/o Patrones de Referencia.

Gráfica 18

Planes futuros de los laboratorios



Fuente: EDMIC 2011. Cálculos del autor

IV. PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN METROLOGIA

De acuerdo con Göthner y Rovira (2011) la Infraestructura de la Calidad (IC) es la suma de los agentes públicos o privados y del marco legal responsable por formular, editar e implementar las normas y dar evidencia de su cumplimiento mediante las actividades de inspección, ensayos, certificación, metrología y acreditación. Según estos mismos autores el objetivo de la IC es asegurar la calidad de los productos y servicios y en este sentido facilitar las transacciones comerciales. Este tipo de planteamiento, aunado a la exposición que han tenido muchos países a nuevos mercados y a procesos de apertura económica en los cuales tanto los empresarios como los gobiernos han constatado que el aseguramiento de la calidad de los productos es un elemento clave en el comercio, ha llevado a ampliar la relevancia de contar con una IC en las discusiones de política pública de desarrollo productivo, competitividad y productividad. Adicionalmente, muchos países también han constatado que una IC es un elemento transversal que puede contribuir a la ejecución de las políticas públicas relacionadas con la salud, el medio ambiente y la protección del consumidor.

En Colombia el documento CONPES 3446 "Lineamientos para una Política Nacional de Calidad" estableció las bases para



INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA de Colombia



que las actividades básicas de una IC² (expedición de reglamentos técnicos, normalización, acreditación, designación, evaluación de la conformidad y metrología) fueran vistas como un mecanismo de apoyo para la competitividad de las empresas colombianas y de las actividades de regulación, control y vigilancia de las entidades del sector público. Este documento también estableció los lineamientos para reorganizar el marco institucional asociado con la IC. Esta reorganización implicó la creación del Organismo Nacional de Acreditación (ONAC) en 2007 como una corporación sin ánimo de lucro, de naturaleza y participación mixta, regida por el derecho privado y cuya función principal es llevar a cabo las funciones de acreditación que anteriormente ejercía la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) y otras entidades del orden nacional.

Así mismo, implicó en noviembre de 2011 la creación del Instituto Nacional de Metrología (INM) (Decreto 4175) como una Unidad Administrativa Especial de carácter técnico, científico y de investigación adscrito al MCIT con personería jurídica, patrimonio propio y autonomía administrativa y presupuestal. El INM tiene por objetivo la coordinación nacional de la metrología científica e industrial y la ejecución de las actividades que permitan la innovación y soporten el desarrollo económico, científico y tecnológico del país, mediante la investigación, la prestación de servicios metrológicos, el apoyo a las actividades de control metrológico y la diseminación de mediciones trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI). Las funciones asignadas al INM le permitirán convertirse en el canal de comunicación entre diferentes actores de la IC de Colombia. De este modo, deberá establecer las necesidades metrológicas que posee el sector privado a fin de que el sector académico y los laboratorios privados puedan cubrir dicha demanda. Además, deberá proveer a las entidades reguladoras del gobierno una red de laboratorios que cuenten con el conocimiento y los equipos para llevar a cabo la actividad de certificación sobre el cumplimiento de las normas y reglamentos técnicos.

Dadas las labores señaladas en el párrafo anterior, este capítulo tiene como objetivo proponer un programa que le permita al INM convertirse en el canal de comunicación entre los diferentes actores del Sistema Nacional de la Competitividad y la Innovación. Para ello, este capítulo se divide en dos secciones. En la primera, se realiza una revisión de los resultados obtenidos en la EDMIC en términos de las actividades de capacitación e investigación y desarrollo que realizan los laboratorios privados y los laboratorios que se encuentran al interior de las empresas. En la segunda, se presentan las características que debe poseer un programa de política pública orientado al fortalecimiento de las capacidades metrológicas, así como la propuesta del Programa nacional de investigación y desarrollo en metrología.

² A partir del documento Conpes 3446 la Infraestructura de la Calidad fue nombrada como *Subsistema Nacional de la Calidad (SNCA)* en lugar de *Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología (SNNCM)*. Y mediante el Decreto de 3257 de 2008 el (SNCA) se constituye como un subsistema del Sistema Administrativo Nacional de Competitividad (SNC) (Decreto 2828 de 2006).

A. Identificación de capacidades de los laboratorios

Es importante iniciar esta sección recordando las limitaciones que posee la información recogida en la EDMIC y la posibilidad de realizar solamente un análisis descriptivo a partir de ella. También es importante mencionar que debido a que la EDMIC fue dirigida a dos grupos poblacionales diferentes en cuanto a la naturaleza de su actividad económica no es posible identificar cuál es la demanda de servicios metrológicos por parte del sector privado. En este sentido, el INM no cuenta hoy con la suficiente información que le permita convertirse en el canal de comunicación entre las empresas productoras de bienes y servicios y la academia y los laboratorios privados.

Por lo anterior, la EDMIC solamente le brinda al INM información de las capacidades metrológicas de los 3.776 laboratorios que rindieron información. Estas capacidades pueden ser entendidas bajo tres características: Sistemas de gestión de la calidad, formación del capital humano y actividades de investigación y desarrollo.

Con respecto a la primera característica se debe señalar, en primer lugar, que el 20% de los métodos para la realización de ensayos se encuentran acreditados y el 5% se encuentran en proceso de acreditación. En segundo lugar, que el 71% de los equipos utilizados para realizar ensayos requiere calibración. En tercer lugar, que el 24,9% de los 3.776 laboratorios encuestados no implementan ningún tipo de sistema de gestión de calidad y que solamente 9,9% han implementado la norma de acreditación de laboratorios (ISO/ IEC 17025). Estos resultados muestran que la competencia técnica por parte de los laboratorios encuestados, en cuanto a la actividad de evaluación de la conformidad que adelantan, es muy baja.

En cuanto a la segunda característica, los resultados obtenidos en la EDMIC señalan, por un lado, que el nivel educativo predominante en los grupos de trabajo es el técnico y tecnológico. Además, que tanto para los laboratorios privados como para los laboratorios empresa el nivel universitario tiene gran participación en las áreas de análisis, administración y dirección, mientras que para el área operativa el nivel educativo que más sobresale es el empírico. Este resultado muestra que las capacidades en términos de formación del capital humano existentes en los laboratorios es baja y plantea la necesidad de establecer mecanismos que provean capacitación continua a los grupos de trabajo de los laboratorios y mecanismos que permitan la vinculación temporal de capital humano con educación superior a éstos.

Respecto de la tercera característica, los resultados de la encuesta muestran un bajo porcentaje de laboratorios (4,7%) vinculados a un grupo de investigación y también un bajo porcentaje (1,1%) vinculados a una red tecnológica. Estos resultados indican una baja capacidad de investigación y desarrollo por parte de los laboratorios encuestados y plantean la



INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA de Colombia



necesidad de diseñar e implementar instrumentos para que los laboratorios hagan parte de proyectos de investigación y desarrollo en el área metrológica.

En conclusión es posible afirmar que los laboratorios encuestados no cuentan con las capacidades técnicas suficientes para llevar a cabo la actividad de evaluación de la conformidad de los productos y servicios producidos en el país. Esta situación implica una pérdida de competitividad por parte de las empresas del país debido a que no es posible para ellas garantizar a sus clientes el aseguramiento de la calidad.

B. Características de un programa de política pública para el fortalecimiento de las capacidades metrológicas

Como se explicó al inicio de este capítulo, la necesidad de contar con una IC ha llegado a ser en los últimos años un tema de creciente interés en la política pública relacionada con el desarrollo productivo, la competitividad y la productividad. A su vez, la necesidad de contar con una Infraestructura Metrológica (IM) también ha sido propuesta por diferentes organismos internacionales (Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM), Organización Internacional de Metrología Legal (OIML) y European Association of National Metrology Institutes (EURAMET), entre otras). La razón fundamental que sustenta la necesidad de contar con una IM está asociada con dos aspectos: i) La creciente demanda por medidas trazables y comparables por parte de diferentes sectores productivos y por la regulación establecida por los Gobiernos y ii) El ámbito de acción que tiene la metrología en la mayoría de las áreas de la ciencia.

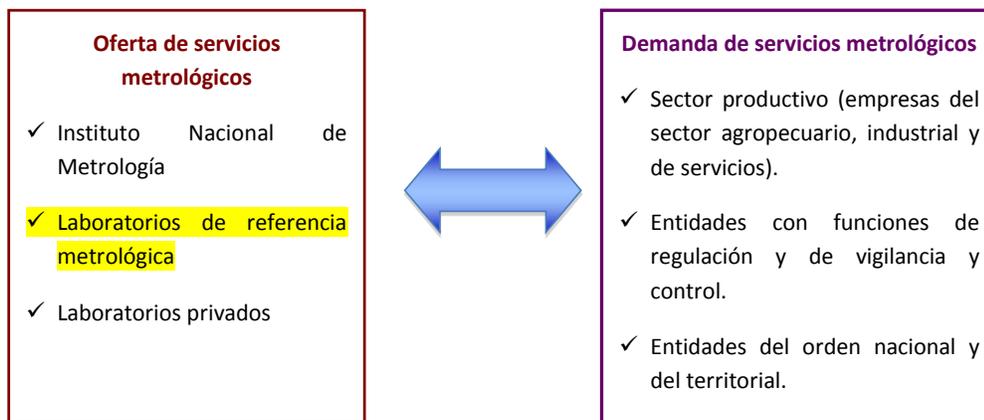
De acuerdo con EURAMET (2008) la IM es la infraestructura técnica que permite obtener mediciones precisas y fiables que sean aptas para los propósitos de cada país y aceptadas en todo el mundo. La IM en general se encarga de las siguientes actividades:

- El mantenimiento de los estándares de medición de las unidades de medida
- La prestación de servicios de calibración y pruebas
- Desarrollo continuo de los estándares de medición para satisfacer las necesidades futuras
- La acreditación de laboratorios
- Capacitación en metrología
- La metrología legal

Un programa de política pública para el fortalecimiento de las capacidades metrológicas tiene como objetivo el desarrollo de estas actividades de acuerdo con las necesidades productivas y sociales de cada país. Estos programas deben partir de la definición de cuatro aspectos: i) Identificar los actores o partes interesadas; ii) Definir el rol que juega el instituto de metrología del país; iii) Definir las áreas sobre las cuales se desarrollará el programa; y iv) Definir el cómo hacerlo. En los siguientes párrafos ampliaremos cada uno de estos aspectos.

En primer lugar, debemos partir señalando que los actores que intervienen en la IM son: el Instituto Nacional de Metrología, las universidades, los laboratorios, las empresas que producen bienes y servicios, los organismos encargados de la regulación y los gobiernos nacionales. Para el caso de Colombia estos actores pueden ser divididos en dos grupos de acuerdo a si ofrecen o demandan servicios metrológicos (Gráfica 19). Esta clasificación permitirá identificar qué tipo de requerimientos tendrán los actores del programa y trazar estrategias de trabajo diferenciadas dentro del programa.

Gráfica 19



Fuente: Elaboración propia de los autores

En segundo lugar, en la IM los institutos nacionales de metrología tienen un papel central al ser los responsables de la provisión de un sistema de medidas confiable para todos los actores que conforman la IM y la IC. En este sentido, son los garantes de la provisión de un bien público³: el sistema de medidas de cada país, el cual crea externalidades positivas para

³ Los bienes públicos tienen dos características: la no rivalidad y la no generación de exclusión. La no rivalidad se refiere al hecho de que aumento en el consumo del bien por una persona no reduce la cantidad disponible para el consumo de otros. Y la no exclusión se refiere al hecho de que el consumo de un bien por parte de un individuo no excluye a otros individuos del consumo.



INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA de Colombia



el sector productivo, para la sociedad y el Gobierno. Adicionalmente, de acuerdo con el BIPM (2003) el instituto de metrología debe proveer los servicios de calibración y comparación que requiera el país y desarrollar y mantener los estándares nacionales de medición y dispositivos de medición con el nivel de precisión necesario para la economía y la sociedad del país en cuestión.

En el caso de Colombia, dadas las funciones asignadas al INM en metrología científica e industrial, éste es por definición un ente de coordinación de los actores que conforman la IM del país. Por esta razón es importante que adicional a las funciones que adelanta se le sume la de ser el encargado de generar la información sobre demanda y oferta de servicios metrológicos en el país.

En tercer lugar, en los últimos cinco años en Colombia se ha planteado como estrategia para la transformación productiva y para el desarrollo de la ciencia, tecnología y la innovación la selección de sectores con potencial exportador⁴. Si bien esta visión se encuentra soportada en los planteamientos realizados por autores como Justin Yifu Lin (2012) y Dani Rodrik (2004)⁵ no necesariamente es la mejor para el desarrollo de la IM del país. La anterior afirmación se basa en la idea de que en términos de investigación y desarrollo la función de la metrología es el mejoramiento de métodos y tecnologías a través de tres actividades específicas: i) mejorar los estándares de medición, ii) desarrollar nuevos estándares y iii) mejorar las capacidades de calibración y comparación. Dado que esta función es transversal y aplica a todos los sectores productivos del país no es recomendable que el programa para el fortalecimiento de capacidades metrológicas adopte una visión de apoyo a sectores específicos.

En contraposición se recomienda adoptar una visión enfocada en tres áreas: Física, Química y Biotecnología. Este planteamiento se basa en la estructura productiva del país donde sectores tradicionales (por ejemplo el automotriz, el farmacéutico, el de alimentos y bebidas y el de salud) y nuevos sectores (por ejemplo información y tecnología de las comunicaciones) requieren cada vez más de medidas en estas tres áreas que sean comparables y trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI).

⁴ Ver documento CONPES 3678 "Política de transformación productiva: un modelo de desarrollo sectorial para Colombia" y CONPES 3582 "Política nacional de ciencia, tecnología e innovación".

⁵ Estos autores plantean, por un lado, que los gobiernos creen mecanismos de colaboración estratégica con el sector privado con el objetivo principal de determinar las industrias/sectores en las que un país tiene una ventaja comparativa y, por otro lado, ante competencia imperfecta y fallos de mercado que el gobierno sea facilitador, proveedor de mejoras en infraestructura y de información y coordinador de los asuntos externos.

En cuarto lugar, sobre el cómo llevar a cabo un programa que permita ampliar las capacidades metrológicas del país a continuación se presenta el planteamiento de un proyecto que pueda ser presentado al Gobierno nacional o la cooperación internacional.

1. Estrategia de intervención

Colombia requiere realizar un importante esfuerzo para desarrollar nuevas capacidades de medición y mejorar la disseminación y aplicación del conocimiento en metrología. Por lo anterior se propone la creación del Programa Nacional de Investigación y Desarrollo en Metrología el cual implementará un conjunto de acciones orientadas a: i) Identificar tanto la oferta como la demanda de servicios metrológicos en las áreas de física, química y biotecnología; ii) Incrementar el número de investigaciones en nuevos métodos y tecnologías de medición y comparación en las áreas de física, química y biotecnología; iii) Proveer asistencia técnica a las empresas; y iv) Promover la transferencia de conocimiento a través de la Red Colombiana de Metrología y de la realización de programas de comparación interlaboratorios.

2. Objetivos, Componentes y Financiamiento

a) Objetivo general

Acelerar el desarrollo de nuevas capacidades de medición y mejorar la disseminación y aplicación del conocimiento en las áreas de física, química y biotecnología.

b) Objetivos específicos

- Mejorar las capacidades de medición de la IM del país en las áreas de física, química y biotecnología.
- Generar nuevas capacidades de medición de la IM del país en las áreas de física, química y biotecnología.
- Mejorar las capacidades de medición y calibración del INM en las áreas de física, química y biotecnología.
- Crear programas de intercomparación, divulgación y capacitación para los laboratorios que conforman la Red Colombiana de Metrología.

c) Componentes

Componente I: Identificación de oferta y demanda de servicios metrológicos

Con base a las recomendaciones realizadas en el capítulo II de este informe en cuanto metodología estadística en este componente se realizará una encuesta a los 1.366 establecimientos industriales de la Encuesta Mensual Manufacturera (EMM), la cual ofrecerá información a nivel nacional para 48 clases industriales según CIUU Revisión 3. El objetivo de la

encuesta será identificar la demanda que tiene el sector manufacturero por servicios metrológicos en las áreas de física, química y biotecnología.

Componente II: Desarrollo de la capacidad de investigación en el área metrológica.

A través de este componente se buscará promover la investigación por medio de alianzas entre el INM y las universidades públicas y privadas. El objetivo de este componente es atraer estudiantes de maestría o doctorado que estén interesados en desarrollar nuevos métodos y tecnologías de medición y comparación en las áreas de física, química y biotecnología. Este mecanismo será implementado por medio de pasantías y la consecución de asistencia técnica por parte de cooperación internacional para los estudiantes.

Componente III: Asistencia técnica a las empresas

En este componente, el programa brindará servicios de desarrollo empresarial (SDE) a las empresas que demanden asistencia técnica en el desarrollo de nuevas capacidades de medición (servicios metrológicos). Las empresas interesadas en acceder a los SDE presentarán proyectos empresariales al INM, las propuestas seleccionadas recibirán a costo cero la asistencia técnica con el compromiso por parte de la empresa de financiar la implementación del proyecto.

Componente IV: Transferencia de conocimiento

En este componente se promoverá la transferencia de conocimiento y la realización de comparaciones a nivel nacional, así como la realización de talleres y capacitaciones a los laboratorios que conforman la Red Colombiana de Metrología. Adicionalmente, se llevará a cabo una encuesta entre los laboratorios de la Red para identificar la oferta de servicios metrológicos en las áreas de física, química y biotecnología.

d) Financiamiento

A continuación se presenta una estimación de los recursos que requerirán cada uno de los componentes del Programa el cual se estima que se desarrolle en el periodo 2014-2017. Se propone que la fuente de recursos sea el presupuesto general de inversión con la posibilidad de contar con recursos de la banca internacional a través de crédito o cooperación técnica o recursos de cooperación internacional.

- En el caso del componente I el valor se estimó teniendo un costo promedio por encuesta de \$140.360 que resulta de dividir el valor del convenio firmado entre el MCIT y el DANE (\$530.000.000) y el número de encuestas realizadas en la EDMIC (3.776).

- En el caso del componente II se espera atraer a diez (10) estudiantes por año. Para cada estudiante se asignaran recursos por \$24.000.000 millones para que adelanten las respectivas investigaciones. Los recursos serán ejecutados por medio de convenios de asociación con las universidades y éstas serán las encargadas de realizar los pagos a los estudiantes contra entrega de los productos que muestren el avance de la investigación. Es importante que los estudios o investigaciones queden bajo la propiedad del INM.
- En el caso del componente III se espera atender veinticinco (25) empresas por año en proyectos orientados a mejorar sus capacidades metroológicas. Se espera que el valor promedio de los proyectos sea de \$150.000.000, este dato fue obtenido con base en los desembolsos realizados por el *Fondo de modernización y desarrollo tecnológico de las micros, pequeñas y medianas empresas (FOMIPYME)*, y que las empresas cofinancien como mínimo el 25% del valor del proyecto. De esta manera el Programa financiará en promedio por proyecto \$112.500.00. El mecanismo de asignación de los recursos se hará mediante convocatoria abierta y puede realizarse mediante convenio con el *Fondo de modernización e innovación para las micro, pequeñas y medianas empresas*, denominado *INNPULSA MIPYMES* el cual es administrado por BANCOLDEX.
- Finalmente, en el Componente III se espera realizar una inversión de \$500.000.000 de pesos mensuales para el mantenimiento de las actividades en torno a la Red Colombiana de Metrología. En el primer año del proyecto se asignarán recursos por \$549.126.059 para llevar a cabo la encuesta de oferta de servicios metroológicos. Se ha estimado realizar esta encuesta a 350 laboratorios. Los datos para los años 2015 a 2017 fueron proyectados utilizando la tasa de inflación mensual promedio de los últimos tres años (2.93%).

Cuadro 4

COMPONENTE	2014	2015	2016	2017
Componente I: Identificación de oferta y demanda de servicios metroológicos	191.731.992			
Componente II: Desarrollo de la capacidad de investigación en el área metroológica	240.000.000	247.032.000	254.270.038	261.720.150
Componente III: Asistencia técnica a las empresas	2.812.500.000	2.894.906.250	2.979.727.003	3.067.033.004
Componente IV: Transferencia de conocimiento	549.126.059	514.650.000	529.729.245	545.250.312
Total	3.793.358.051	3.656.588.250	3.763.726.286	3.874.003.466

Fuente: Elaboración propia de los autores

V. CONCLUSIONES

En este capítulo se presentan las principales conclusiones.

En primer lugar, queremos destacar los alcances en cuanto al uso de la información proveniente de la EDMIC derivado del análisis realizado en el capítulo II:

- El análisis que se puede hacer a partir de la información solamente puede ser descriptivo y exploratorio. Realizar inferencia sobre los datos recolectados no es posible dado que se utilizó un muestreo por conveniencia y no existen probabilidades de selección ni de factores de expansión.
- Las conclusiones, que de las cifras e indicadores resulten, serán válidas solamente para el grupo de empresas y laboratorios de la industria privada colombiana que accedieron y respondieron al cuestionario. Como se mencionó antes no existe un grupo poblacional claramente definido de acuerdo con el objetivo de la EDMIC. Por lo anterior, no es posible determinar de forma cuantitativa ni cualitativa cuál es la demanda por servicios metrológicos del sector manufacturero colombiano.
- Se entiende, de esta manera, que la limitación del procedimiento consiste principalmente en que no es posible hablar del estado de la demanda metrológica del sector industrial en Colombia sino del estado de demanda metrológica en los laboratorios privados y empresas del sector industrial colombiano que participaron en la EDMIC.

En cuanto a los resultados derivados del análisis descriptivo realizado en el capítulo III queremos destacar las siguientes conclusiones:

- De los laboratorios empresa el 85% se encuentran en microempresas, el 14% en pequeñas empresas, el 1% en medianas empresas y un porcentaje muy pequeño en grandes empresas. **Este resultado debe ser revisado con mayor detenimiento pues no resulta congruente con la descripción que se tiene de las microempresas en el país las cuales generalmente tienen bajas capacidades en cuanto a capital físico y humano.**
- Las actividades productivas que realizan las empresas que poseen laboratorios son muy variadas y se destacan: Fabricación de Artículos de Plástico NCP; Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir; perfumes y preparados de tocador; Otras actividades de servicios NCP; Comercio al por menor de combustible para automotores; y Elaboración de productos lácteos.

- El tipo de servicios que prestaban principalmente los laboratorios privados y los laboratorios que se encuentran en una empresa son: Mediciones realizadas en el laboratorio e Inspección y control de calidad de los productos finales. No obstante, en el caso de los laboratorios que se encuentran en una empresa no es posible determinar si estos servicios son prestados a otras unidades dentro de la empresa o a terceros por fuera de la empresa.
- Los resultados de la EDMIC muestran que un alto porcentaje de los servicios prestados por los laboratorios no se encuentran acreditados o se realizan con equipos que no se encuentran calibrados. Este resultado señala una muy baja capacidad metrológica por parte de los laboratorios encuestados y plantea la necesidad de verificar con mayor detalle este diagnóstico.
- En relación con el punto anterior, se encontró que el 78,2% (2.954 laboratorios) contrata la realización de calibraciones con terceros porque éstos tienen un servicio de calibración acreditado, ofrecen resultados confiables y tiene equipos calibrados y/o adecuados. Sobre este aspecto es necesario indagar cuáles y cuántos son los laboratorios que ofrecen el servicio de calibración y en qué magnitudes.
- En cuanto a los sistemas de gestión de la calidad se encontró que el 24,9% de los laboratorios encuestados no implementan ningún tipo de sistema de gestión de calidad y que solamente 9,9% han implementado la norma de acreditación de laboratorios (ISO/ IEC 17025). Estos resultados muestran que la competencia técnica por parte de los laboratorios encuestados, en cuanto a la actividad de evaluación de la conformidad que adelantan, es muy baja.
- Las capacidades en términos de formación del capital humano existentes en los laboratorios es baja y plantea la necesidad de establecer mecanismos que provean capacitación continua a los grupos de trabajo de los laboratorios y mecanismos que permitan la vinculación temporal de capital humano con educación superior a éstos.
- De acuerdo con las anteriores conclusiones podemos afirmar que los laboratorios encuestados no cuentan con las suficientes capacidades técnicas suficientes para llevar a cabo la actividad de evaluación de la conformidad de los productos y servicios producidos en el país.

El análisis realizado en el cuarto capítulo nos permitió:

- Identificar los beneficios derivados de la Infraestructura de la Calidad y de la Infraestructura Metrológica. Así mismo, se señaló que la razón fundamental que sustenta la necesidad de contar con una IM está asociada con dos aspectos: i) La creciente demanda por medidas trazables y comparables por parte de diferentes sectores productivos y por la regulación establecida por los Gobiernos y ii) El ámbito de acción que tiene la metrología en la mayoría de las áreas de la ciencia.
- Determinar que la mejor opción para mejorar las capacidades metrológicas es que el Instituto Nacional de Metrología adelante su trabajo de investigación y desarrollo por áreas (física, química y biotecnología) y no por sectores.



INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA de Colombia



BIBLIOGRAFÍA

Babatava, G., Diseños de Muestreo Estadístico, Especialización en Estadística, Departamento de Ciencias Básicas, Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá D.C. (2012)

BIPM (2003) *Evolving Needs for Metrology in Trade, Industry and Society and the Role of the BIPM*. BIPM, April 2003.

BIPM (2007) *Evolving Needs for Metrology in Trade, Industry and Society and the Role of the BIPM*. BIPM, October 2007.

BIPM (2003) *National and international needs relating to metrology*, BIPM, March 1998.

Borges, A., *Diseño y Análisis de Encuestas*. Universidad Nacional Autónoma de México, México. (2007)

Departamento Nacional de Planeación CONPES 3678 *Política de transformación productiva: un modelo de desarrollo sectorial para Colombia*.

Departamento Nacional de Planeación CONPES 3582 *Política nacional de ciencia, tecnología e innovación*.

Departamento Nacional de Planeación CONPES 3446 *Lineamientos para una Política Nacional de Calidad*.

EURAMET (2008) *EURAMET and the operation of NMIs*. EURAMET Guide no. 10. www.euramet.org/

EURAMET (2008) *European Metrology Research Programme Outline 2008*. www.euramet.org/

Göthner, Karl-Christian; Rovira, Sebastián (2011) *Impacto de la infraestructura de la calidad en América Latina: instituciones, prácticas y desafíos para las políticas públicas*. CEPAL

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2011) *Diseño de Muestra en Proyectos de Encuesta*, México. atencion.usuarios@inegi.org.mx

Lin, Justin Yifu (2012) *New Structural Economics: A Framework for Rethinking Development and Policy*. World Bank 2012

**EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE DEMANDA METROLÓGICA EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA 2011
DOCUMENTO PREPARADO POR: VICTOR MANUEL NIETO Y CAROLINA SUAREZ
DICIEMBRE DE 2012, BOGOTÁ D.C.**



INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA de Colombia



Reynaga, J. (2004) *El Método Estadístico*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Rodrik, Dani (2004) *Industrial Policy for the Twenty-First Century*. John F. Kennedy School of Government Harvard University September 2004

Sanetra, Clemens; Marbán, Rocio M. (2007) *Enfrentando el desafío global de la calidad: una infraestructura nacional de la calidad*. OEA.

Särndal, C.-E., Swensson, B. y Wretman, J. (1992) *Model Assisted Survey Sampling*. New York: Springer-Verlag.

Servicio Nacional de Aprendizaje (2010) *Etapas del Método Estadístico*. Bogotá D.C.

Stein, Ernesto; Tommasi, Mariano; Echebarría, Koldo; Lora, Eduardo; Payne, Mark (2006) *La política de las políticas públicas Progreso económico y social en América Latina, Informe 2006*. Banco Interamericano de Desarrollo.

Tamayo, G. (2010) *Diseños Muestrales en la Investigación*. Facultad de Economía Industrial, Universidad de Medellín. Medellín, Colombia.