

# ESTRATEGIA DE CULTURA, FORMACIÓN Y EDUCACIÓN EN METROLOGÍA

Subdirección de Innovación y Servicios Tecnológicos

Bogotá D.C.

2019-11-30

## Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. OBJETIVO.....	4
3. ALCANCE .....	5
4. ABREVIATURAS, SÍMBOLOS Y SIGLAS .....	5
5. DEFINICIONES .....	5
6. ANTECEDENTES.....	7
6.1. Antecedentes normativos e institucionales.....	8
6.1.1. Estrategia Nacional de Metrología[3] .....	8
6.1.2. Plan Estratégico Institucional[15] .....	8
6.1.3. Matriz Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas (DOFA) .....	9
6.1.4. CONPES 3866: Política nacional de desarrollo productivo[4] .....	10
6.1.5. CONPES 3957: Política nacional de laboratorios[1].....	11
6.1.6. Sistema Nacional de Cualificaciones .....	11
6.2. Experiencia nacional e internacional en programas educativos relacionados.....	12
6.2.1. Institutos que tienen oferta educativa.....	12
6.2.2. Publicidad educación informal .....	14
6.2.3. Instituciones que ofertan programas de educación relacionados con metrología .....	14
6.2.4. Programas educativos en metrología de otros países.....	15
7. COMPONENTES DEL LINEAMIENTO ESTRATÉGICO.....	16
7.1. Cultura metrológica .....	16
7.1.1. Actividades de Divulgación de la Red Colombiana de Metrología.....	16
7.1.2. Estrategia de Mercadeo y Divulgación.....	16
7.1.3. Características del componente.....	17
7.2. Formación en metrología .....	18
7.2.1. Normalización de competencias laborales en metrología .....	18
7.2.2. Transferencia de conocimiento a IFTDH.....	19
7.2.3. Certificación de competencias en metrología.....	19
7.2.4. Características del componente.....	19
7.3. Educación en metrología.....	20
7.3.1. Brechas de capital humano en los laboratorios.....	20
7.3.1.1. Metodología de Identificación de las brechas de capital humano en los laboratorios.....	20
7.3.1.2. Características del componente.....	21
7.3.2. Educación informal .....	22
7.3.2.1. Desarrollo de metodología pedagógica.....	22
7.3.2.2. Mejoramiento de la calidad de los cursos .....	23

7.3.2.3. Mejoramiento de la pertinencia de los cursos .....	23
7.3.2.4. Virtualización de cursos .....	23
7.3.2.5. Cursos de formación específica .....	24
7.3.2.6. Talleres de formación en el marco de la RCM .....	24
7.3.2.7. Diplomado en metrología .....	25
7.3.2.8. Características del componente .....	25
7.3.3. Educación formal en metrología .....	26
7.3.3.1. Educación especializada en metrología .....	26
7.3.3.1.1. Tipos de posgrados en metrología .....	27
7.3.3.1.2. Investigación en metrología .....	28
7.3.3.1.3. Características del componente .....	28
7.3.3.2. Enseñanza de la metrología en la educación superior .....	29
7.3.3.2.1. Diseño de la oferta de educación superior .....	29
7.3.3.2.2. Segmentación de los programas educativos .....	29
7.3.3.2.3. Características del componente .....	30
7.3.3.3. Enseñanza de la metrología en la educación formal básica y media .....	31
7.3.3.3.1. Ley General de Educación .....	31
7.3.3.3.2. Proyecto Educativo Institucional .....	32
7.3.3.3.3. Características del componente .....	32
8. BIBLIOGRAFÍA .....	33
9. ANEXOS .....	34

## 1. INTRODUCCIÓN

A pesar de los avances que ha tenido el país en los últimos años en el mejoramiento de la competencia de los laboratorios, aún se presentan limitaciones en las competencias técnicas de su talento humano, aunadas a una precaria infraestructura física y baja demostración de las capacidades técnicas. Lo anterior se evidencia en que el 53 % de laboratorios de calibración acreditados obtiene trazabilidad de institutos de metrología extranjeros (ONAC, 2015), y en la ausencia de programas de educación formal y no formal en áreas indispensables para los laboratorios, como por ejemplo en metrología.[1]

El Instituto Nacional de Metrología (INM) como coordinador nacional de la metrología científica e industrial, tiene la responsabilidad de ejecutar actividades que permitan la innovación y soporten el desarrollo económico, científico y tecnológico del país, entre otros, mediante la prestación de servicios metrológicos como por ejemplo, el de capacitación.[2]

Adicionalmente, el Instituto Nacional de Metrología ha elaborado y publicado la Estrategia Nacional de Metrología[3], con la cual se traza una hoja de ruta para orientar el desarrollo metrológico en virtud de los sectores y productos a atender en el país. En este sentido, el componente 10 de esta estrategia comprende lo relacionado con la educación y la cultura metrológica.

Desde el ámbito de las políticas, el INM tiene compromisos relacionados frente a los Conpes 3866 “Política de Desarrollo Productivo”[4] y el Conpes 3957 “Política Nacional de Laboratorios”[1].

El Gobierno Nacional inició la creación del Marco Nacional de Cualificaciones mediante el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018: Todos por un nuevo país, en el artículo 58, donde contempla su creación como un instrumento para clasificar y estructurar en un esquema de niveles los conocimientos, las destrezas y las actitudes, de acuerdo con un conjunto de criterios sobre los aprendizajes logrados por las personas”.[5]

Teniendo en cuenta lo anterior, el INM ha establecido el presente lineamiento estratégico articulando sus procesos para diseminar la cultura metrológica y fortalecer los procesos de formación y educación en metrología. Esto en el contexto de las funciones del INM y el cumplimiento de la normatividad aplicable a lo relacionado con el Sistema Nacional de Cualificaciones.

## 2. OBJETIVO

Establecer el lineamiento estratégico para los procesos del INM relacionados con cultura metrológica al igual que con la formación y educación en metrología. Lo anterior, teniendo en cuenta los diferentes itinerarios de aprendizaje de la metrología de manera articulada con el marco normativo

actual y considerando la experiencia de otras instituciones que ofrecen programas de aprendizaje en sus áreas de competencia.

### 3. ALCANCE

Este documento establece la hoja de ruta a corto y mediano plazo en materia de cultura, formación y educación en metrología para los usuarios externos en el periodo comprendido entre 2019 y 2022 y para el cumplimiento de la normativa actual aplicable.

### 4. ABREVIATURAS, SÍMBOLOS Y SIGLAS

<b>CONPES</b>	Consejo Nacional de Política Económica y Social
<b>CEM</b>	Centro Español de Metrología
<b>DOFA</b>	Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas
<b>ENM</b>	Estrategia Nacional de Metrología
<b>ETDH</b>	Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano
<b>INTI</b>	Instituto Nacional de Tecnología Industrial de Argentina
<b>INM</b>	Instituto Nacional de Metrología de Colombia
<b>MEN</b>	Ministerio de Educación Nacional
<b>MNC</b>	Marco Nacional de Cualificaciones
<b>SENA</b>	Servicio Nacional de Aprendizaje
<b>SIM</b>	Sistema Interamericano de Metrología
<b>SIST</b>	Subdirección de Innovación y Servicios Tecnológicos
<b>SNC</b>	Sistema Nacional de Cualificaciones

### 5. DEFINICIONES

**CATÁLOGO NACIONAL DE CUALIFICACIONES (CNC):** instrumento en el que se relacionan y ordenan las cualificaciones de acuerdo con los niveles del MNC. Se constituye en un referente para la estructuración de la oferta educativa, así como para la evaluación y el reconocimiento de las competencias adquiridas a través aprendizajes informales.[6]

**COMPETENCIA:** capacidad demostrada para poner en acción conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes en un contexto determinado.[6]

**CUALIFICACIÓN:** resultado formal de un proceso de evaluación que se obtiene cuando un organismo o institución competente reconoce que una persona ha logrado los resultados de aprendizaje correspondientes a un nivel determinado y/o posee competencias necesarias para desempeñar un empleo en un campo de actividad laboral específico.[6]

**CULTURA METROLÓGICA:** para efectos del presente documento la cultura metrológica es el conjunto de conocimientos e ideas no especializados en metrología adquiridos mediante la apropiación de conceptos gracias al desarrollo de las facultades intelectuales, mediante la lectura, el

estudio y el trabajo, que permiten el reconocimiento de la importancia de las mediciones y su impacto en la vida diaria.

**EDUCACIÓN BÁSICA:** la educación básica obligatoria corresponde a la identificada en el artículo 356 de la Constitución Política como educación primaria y secundaria. Comprende nueve (9) grados y se estructura en torno a un currículo común, conformado por las áreas fundamentales del conocimiento y de la actividad humana.[7]

**EDUCACIÓN FORMAL:** es aquella que se imparte en establecimientos educativos aprobados, en una secuencia regular de ciclos lectivos, con sujeción a pautas curriculares progresivas y conducentes a grados y títulos. La educación formal en sus distintos niveles tiene por objeto desarrollar en el educando conocimientos, habilidades, aptitudes y valores mediante los cuales las personas puedan fundamentar su desarrollo en forma permanente (Artículo 10 de la Ley 115 de 1994).[6]

**EDUCACIÓN INFORMAL:** es todo conocimiento libre y espontáneamente adquirido, proveniente de personas, entidades, medios masivos de comunicación, medios impresos, tradiciones, costumbres, comportamientos sociales y otros no estructurados (Ley 115 de 1994, art. 43).[6]

**EDUCACIÓN MEDIA:** la educación media constituye la culminación, consolidación y avance en el logro de los niveles anteriores y comprende dos grados, el décimo (10º) y el undécimo (11º). Tiene como fin la comprensión de las ideas y los valores universales y la preparación para el ingreso del educando a la educación superior y al trabajo.[7]

**EDUCACIÓN PARA EL TRABAJO Y EL DESARROLLO HUMANO:** educación que se ofrece con el objeto de complementar, actualizar, suplir conocimientos y formar en aspectos académicos o laborales, y que conduce a la obtención de certificados de aptitud ocupacional (MEN, Decreto 4904 de 2009).[6]

**EDUCACIÓN SUPERIOR:** en Colombia la educación se define como un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes. La educación superior se imparte en dos niveles: pregrado y posgrado. El nivel de pregrado tiene a su vez, tres niveles de formación: nivel Técnico Profesional (relativo a programas Técnicos Profesionales), Nivel Tecnológico (relativo a programas tecnológicos) y Nivel Profesional (relativo a programas profesionales universitarios). La educación de posgrado comprende los siguientes niveles: Especializaciones (relativas a programas de Especialización Técnica Profesional, Especialización Tecnológica y Especializaciones Profesionales), Maestrías y Doctorados.[8]

**ENSEÑANZA:** es el proceso de transmisión de una serie de conocimientos, técnicas, normas, y/o habilidades. Está basado en diversos métodos, realizado a través de una serie de instituciones, y con el apoyo de una serie de materiales.[9]

**ESTRATEGIA:** es un modelo de actuación que especifica una serie de acciones planificadas que tienen como fin la consecución de un objetivo. [10]

**FORMACIÓN:** para efectos del presente documento, hace referencia a la enseñanza que se ofrece con el objeto de adquirir, complementar, profundizar y actualizar conocimientos en aspectos

laborales relacionados con la metrología, sin sujeción al sistema de niveles y grados establecidos para la educación formal, y está regulada por la Ley 115 de 1994 [1] y los Decretos 114 de 1996 y 3011 de 1997, que alude a la formación para el trabajo y desarrollo humano (antes no formal). Para el INM, las actividades de formación corresponden a: cursos de capacitación, cursos de formación específica y talleres de formación.

**INSTRUCTOR:** persona que participa en el proceso de enseñanza, asume el rol de facilitador del aprendizaje, orientador y apoyo, retroalimenta y evalúa al aprendiz durante su proceso formativo, haciendo uso de distintas técnicas didácticas activas bajo la estrategia de aprendizaje por proyectos.[11]

**ITINERARIOS DE APRENDIZAJE:** descripción de las posibles trayectorias y alternativas de acceso y movilidad en el sistema educativo y de formación con el fin de obtener una cualificación.[6]

**NIVEL DE CUALIFICACIÓN:** son pasos secuenciales y continuos mediante los cuales se jerarquizan los resultados de aprendizaje. Describe el grado de complejidad y el tamaño de la cualificación.[6]

**PROGRAMA TODOS A APRENDER:** programa del Ministerio de Educación dirigido a la mejora de la calidad educativa. Su propósito es mejorar los aprendizajes de los estudiantes de básica primaria (de transición a quinto) en lenguaje y matemáticas del país, de instituciones educativas públicas que se clasificaron en un nivel insuficiente en las pruebas Saber.[12]

**PROYECTO EDUCATIVO INSTITUCIONAL (PEI):** según el artículo 14 del Decreto 1860 de 1994, toda institución educativa debe elaborar y poner en práctica con la participación de la comunidad educativa, un proyecto educativo institucional que exprese la forma como se ha decidido alcanzar los fines de la educación definidos por la ley, teniendo en cuenta las condiciones sociales, económicas y culturales de su medio.[13]

**SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI):** sistema de unidades basado en el Sistema Internacional de Magnitudes, con nombres y símbolos de las unidades, y con una serie de prefijos con sus nombres y símbolos, así como reglas para su utilización, adoptado por la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM).[14]. Anteriormente se denominaba SISTEMA MÉTRICO DECIMAL.

## 6. ANTECEDENTES

El INM ha identificado la necesidad de que se incluya la enseñanza de la metrología en diversos espacios de formación y educación. Además, el vocabulario y los conceptos asociados con la metrología deben ser apropiados tanto por estudiantes desde los niveles básicos, hasta las personas que se desempeñan en el campo laboral.

## 6.1. Antecedentes normativos e institucionales

### 6.1.1. Estrategia Nacional de Metrología[3]

*“Numeral 5.10. Relaciones con la academia (educación y cultura metrológica)*

*Objetivo a largo plazo: Contar con un INM reconocido por todos los actores relevantes, incluida la academia, como pilar importante en materia de calidad, competitividad y desarrollo económico.*

*Objetivo a 4 años: Posicionar a la metrología, entre usuarios de interés, como un factor determinante de la productividad, la competitividad y el bienestar social”.*

*“Numeral 5.10.1. Difusión de la cultura metrológica: Considerando el impacto de la metrología en la calidad de vida de los ciudadanos en general, se considera relevante promover la cultura metrológica en diferentes segmentos de población, incluidos ciudadanos, organizaciones públicas, sector privado y academia, para que haya una mayor apropiación de su importancia y, por ende, se continúe robusteciendo la infraestructura metrológica del país”.*

*“Numeral 5.10.2. Formación e investigación en metrología: Reconociendo que en el país se requiere mejorar la competencia técnica del talento humano que trabaja en los laboratorios de calibración y ensayo, así como en los laboratorios internos de la industria, es indispensable que INM, como máxima autoridad de la metrología científica e industrial, promueva la formación e investigación en temas de metrología”.*

### 6.1.2. Plan Estratégico Institucional[15]

Pilares de la estrategia institucional que se relacionan con la cultura, formación y educación:

#### **Metrología para el fomento de la productividad**

*“Brindar herramientas que faciliten la disseminación de la trazabilidad y del conocimiento en metrología, para contribuir al aseguramiento de la calidad de los bienes y servicios que se desarrollan y comercializan en el país”*

*“Posicionar la cultura, formación y educación en metrología para la competitividad de los sectores productivos con énfasis en la industria y las regiones”*

#### **Metrología como soporte de la infraestructura de la calidad y el bienestar de la población**

*“Articular a los diferentes actores de la Infraestructura de la Calidad (IC), con el propósito de facilitar la adopción de reglamentos técnicos y normas técnicas en materia metrológica”*



*“Fortalecer técnicamente a los actores del Subsistema Nacional de la Calidad (SICAL) en temas de metrología”*

### **Habilitadores de gestión y desempeño institucional**

*“Gestionar de manera eficaz la información a las partes interesadas y al interior de la entidad”*

*“Desarrollar mecanismos de interacción de doble vía con las partes interesadas”*

#### **6.1.3. Matriz Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas (DOFA)**

El análisis DOFA se construyó a partir de los resultados obtenidos de las siguientes actividades realizadas en el año 2018:

- Taller para establecer los lineamientos de planeación estratégica de I+D+i, liderado por la SIST con la participación de representantes de todas las áreas del INM.
- Taller denominado: Formación en metrología, realizado al interior de la SIST, con el fin de definir la estrategia INM para formación en metrología.

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aún no se cuenta con una política INM que defina los esfuerzos en formación (en todos los niveles o especializada, formación de educadores de instituciones de formación y de educación, entre otros).</li> <li>• Es necesario un mayor conocimiento de las necesidades y las expectativas de los clientes, usuarios y partes interesadas con mayor detalle.</li> <li>• Se necesita más personal técnico en el INM para ampliar la oferta de servicios de capacitación.</li> <li>• La infraestructura de apoyo no es lo suficientemente adecuada para la prestación de este tipo de servicio (espacios, conectividad, movilidad, etc.).</li> <li>• El personal que realiza la formación requiere de un mayor conocimiento en las herramientas y modelos en pedagogía para la metrología y su transferencia a los interesados.</li> <li>• Las alianzas estratégicas con Instituciones de formación actuales son insuficientes para realizar acciones o programas conjuntos para impactar a las partes interesadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ser referente en metrología científica e industrial para Colombia.</li> <li>• Interés de instituciones nacionales e internacionales (incluyendo universidades) en elaborar convenios interadministrativos para desarrollar I+D+i y movilidad científica.</li> <li>• Apoyo por parte de entidades como PTB, SIM, ONUDI para capacitación o adquisición de recursos e insumos.</li> <li>• Competencia misional para la generación de políticas en temas de metrología a nivel nacional.</li> <li>• Las competencias en metrología son fundamentales para el comercio internacional del país.</li> <li>• Necesidad de la industria colombiana de formar y capacitar a su personal para mejorar su competitividad en metrología.</li> <li>• Participar en las mesas de decisión para desarrollar políticas que fortalezcan la formación y cultura en metrología en el país.</li> </ul>

AMENAZAS	FORTALEZAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios frecuentes de la administración en las entidades gubernamentales.</li> <li>• Dificultad en los procesos de contratación pública.</li> <li>• Recorte del presupuesto para el INM.</li> <li>• Desconocimiento de la ciudadanía y gobierno sobre la importancia de la metrología.</li> <li>• Mejores ofertas de servicios de formación en metrología en otros países.</li> <li>• La evolución rápida de las tecnologías que no se apropian eficientemente en el país.</li> <li>• Mantener baja interacción con los clientes para ofertar los servicios de formación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posibilidad de transferencia de conocimiento altamente especializado.</li> <li>• Capacidad de crear productos altamente especializados para clientes específicos.</li> <li>• Contar con la información de la RCM sobre necesidades de educación y formación de los diversos sectores.</li> <li>• Comunicación con clientes en metrología con necesidades de educación y formación.</li> <li>• El INM tiene un grupo especializado en la gestión de servicios, entre ellos el de capacitación.</li> </ul>

#### 6.1.4. CONPES 3866: Política nacional de desarrollo productivo[4]

Objetivo específico 1: solucionar las fallas de mercado y de gobierno que limitan el desarrollo de los determinantes de la productividad requeridos para que el país mejore sus niveles de productividad, diversificación y sofisticación.

Línea de acción 8: “Desarrollar la oferta y demanda de servicios de acreditación, certificación acreditada, ensayos acreditados, normalización, metrología, que requiere la agenda de admisibilidad del país, en función de las apuestas productivas priorizadas en el marco de esta política”. Dentro de la exposición de dicha línea, el documento pone a cargo del INM apoyar al SENA para que a 2025 implemente la oferta de programas de formación en metrología que incluya el desarrollo y mantenimiento de competencias para evaluación de la conformidad, en por lo menos 17 centros de formación.

#### 6.1.5. CONPES 3957: Política nacional de laboratorios[1]

*“Objetivo específico: mejorar las capacidades técnicas de los laboratorios para garantizar la protección del consumidor y la innovación y productividad de las empresas”*

*“Línea de acción 1.1. Desarrollar el capital humano pertinente para los laboratorios”*

*“Línea de acción 1.3. Incrementar la demostración de las capacidades técnicas de los laboratorios”*

#### 6.1.6. Sistema Nacional de Cualificaciones

El Gobierno Nacional dio inicio a la creación del Sistema Nacional de Cualificaciones (SNC), como un instrumento para clasificar y estructurar en un esquema de niveles los conocimientos, las destrezas y las aptitudes, de acuerdo con un conjunto de criterios sobre los aprendizajes logrados por las personas. Lo anterior con el fin de fortalecer los estándares de calidad y pertinencia en la educación, destacado en el artículo 58 del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018: “Todos por un nuevo país”.

El Sistema Nacional de Cualificaciones establece 3 itinerarios de aprendizaje mediante los cuales una persona puede obtener la cualificación, estos itinerarios son:

- Cualificación por la educación formal mediante la titulación.
- Cualificación por la educación para el Trabajo y Desarrollo Humano mediante la certificación de aptitud ocupacional.
- Cualificación por la educación informal y la experiencia mediante la certificación de competencias.

Para articular este sistema, se está preparando el catálogo nacional de cualificaciones el cual se constituirá en un referente para la estructuración de la oferta educativa, así como para la evaluación y el reconocimiento de las competencias adquiridas a través aprendizajes informales.

Este sistema permitirá que en los dos primeros casos las instituciones educativas avancen en la mejora de la pertinencia de sus programas educativos y en el tercero, avanzar en la validación de los aprendizajes obtenidos en los espacios informales.

Actualmente, en las entidades estatales se trabaja en la reglamentación e implementación de las acciones necesarias para la creación del Marco Nacional de Cualificaciones, esto bajo el liderazgo articulado de los Ministerios de Trabajo y Educación.

También se adelanta la identificación de las brechas de capital humano en los laboratorios del país (CONPES 3957). Este es el primer paso de la ruta metodológica para crear las cualificaciones relacionadas con los laboratorios que harán parte del catálogo nacional de cualificaciones. Este trabajo se está realizando con el liderazgo del Ministerio de Trabajo y el apoyo del INM.

Esta identificación tiene un componente de prospectiva laboral cualitativa, el cual permite anticipar los problemas de ajuste de oferta y demanda laborales en los laboratorios y generar información sobre tendencias ocupacionales, en el corto, mediano y largo plazo, suministrando información a partir de la cual tanto las entidades públicas como privadas puedan estructurar sus ofertas de educación, capacitación, entrenamiento y reentrenamiento en temas de metrología.

El INM con base en la mencionada identificación deberá diseñar el programa de oferta de capacitación para los laboratorios.

## 6.2. Experiencia nacional e internacional en programas educativos relacionados

Con el fin considerar el panorama actual en educación especializada, incluyendo el de la metrología, se recogió información de instituciones de diferentes ámbitos que ofrecen educación, las cuales se pueden apreciar de manera detallada en el Anexo: Antecedentes en Educación y Formación.

A continuación se realiza un comparativo de las instituciones con los programas y modalidades ofertadas actualmente.

### 6.2.1. Institutos que tienen oferta educativa

A continuación, el comparativo de Institutos públicos y de instituciones que educan en temas relacionados con calidad.

Institución	Educación formal mediante convenios con universidades	Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano	Educación informal		
			Cursos cortos, Diplomados y Seminarios	Cursos diseñados por demanda	Cursos virtuales
IGAC	X		X	X	X
ICONTEC	X	X	X	X	X
IDEAM			X		X
ICA	X		X		X
INVEVAR	X		X		
AGROSAVIA	X		X		
INML	X		X		
SGC	X		X		

SINCHI			X		
INC	X		X		X
CNMH	X		X		X
CIBI	X				
INM			X	X	X

Como se puede apreciar, en todas las instituciones se realiza oferta de cursos cortos, diplomados o seminarios que hacen parte del itinerario de educación informal. En esta misma modalidad de educación, 7 de 13 instituciones tienen programas educativos virtuales.

En el caso del itinerario de Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano solo ICONTEC tiene oferta, lo cual le permite certificar las competencias de las personas.

De las instituciones observadas, las siguientes tienen oferta educativa formal, la cual se realiza en la modalidad de posgrado en convenio con universidades:

- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés (INVEMAR)
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA)
- Instituto Nacional de Cancerología (INC)
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)
- Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (INML)
- Servicio Geológico Colombiano (SGC)
- Centro Nacional de Memoria Histórica (CNMH)
- Centro Integrado de Biotecnología e Innovación (CIBI)

Se evidencia que de 13 institutos analizados solo 3 no tienen oferta de educación formal en convenio con universidades, entre ellos el INM.

Adicionalmente, y con el fin de recoger su experiencia, se visitó el IGAC. A continuación se relacionan algunos puntos que tienen que ver con la operatividad de los convenios entre el IGAC y las universidades:

- Los programas de formación se realizan con las universidades que tienen fortalezas en el área de conocimiento específica. Como se puede apreciar en la tabla, se realizan tanto con universidades públicas como con universidades privadas.
- El IGAC tiene en sus instalaciones infraestructura de salones de clase al igual que biblioteca, sala de cómputo y auditorio, dedicados al servicio de capacitación.
- En todos los casos quien emite los títulos es la Universidad, mientras que en los diplomas va el logo del IGAC.

- En el caso de las universidades públicas se manejan 2 tipos de convenio:
  - Convenio en el que los docentes son contratados o forman parte de la planta de personal del IGAC, en cuyo caso el instituto realiza el cobro de las matrículas, imparte educación en sus instalaciones y emite informe de calificaciones a la Universidad para que esta realice la titulación. En este caso se manejan contrapartidas con prestación de servicios.
  - Convenio en el que los docentes son contratados por la universidad, en cuyo caso es la universidad la que realiza el cobro de las matrículas. El IGAC participa con la prestación de algunos servicios especializados teniendo en cuenta que tiene la infraestructura y también se manejan contrapartidas.
- Con la Universidad Sergio Arboleda que es de carácter privado, está establecido en el convenio un manejo de recursos en términos de porcentajes para las dos partes.

#### 6.2.2. Publicidad educación informal

Se incluye en la presente compilación de antecedentes 3 empresas que realizan actividades de capacitación en la modalidad de educación informal y que realizan publicidad principalmente por medios electrónicos.

Institución	Convenios con universidades	Seminarios o Diplomados	Cursos de corta duración	Cursos diseñados por demanda	Cursos virtuales
Fraso Alliance	X	X	X	X	X
Asociación de Empresas Seguras			X	X	X
Colombia Productiva			X		

El común denominador de estas empresas son los cursos de corta duración (menos de 40 horas). Al finalizar el curso quienes han permanecido un porcentaje mínimo del tiempo que la empresa determina (entre el 70 % y el 100 %), reciben un certificado de asistencia y adicionalmente, quienes superan las evaluaciones reciben un certificado que en algunos casos se denomina de aprobación y en otros de apropiación del conocimiento.

#### 6.2.3. Instituciones que ofertan programas de educación relacionados con metrología

Como se relaciona de manera detallada en el Anexo: Antecedentes en Educación y Formación, existe en el país una oferta de programas de formación relacionados con metrología que va desde cursos virtuales hasta la maestría que ofrece el Instituto Tecnológico Metropolitano.

Institución	Educación formal		Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano	Educación informal				
	Posgrado	Técnico o Tecnólogo		Seminario o Diplomado	Cursos cortos	Cursos por demanda	Cursos virtuales	
Instituto Tecnológico Metropolitano	X			X				
SIC					X	X		
SENA			X					
Universidad de Cartagena		X						
Universidad Nacional de Colombia				X				
Universidad EAFIT					X			
Universidad del Norte				X				
Universidad ECCI					X			
Universidad de la Salle					X			
Institución universitaria EAM		X						
MB Metrología S.A.S.					X			
ECI Equipos y Controles Industriales					X			
Instituto Nacional de Metrología					X	X	X	

Al igual que en otras áreas de conocimiento, la modalidad que tiene mayor oferta es la de educación informal en la que predominan los cursos de corta duración. Es importante resaltar que 3 universidades ofrecen diplomados en metrología con diferentes énfasis pero solo la Universidad Nacional lo hace de manera articulada con el Instituto Nacional de Metrología.

En el itinerario relacionado con la Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano, está el SENA que tiene aproximadamente 10 años ofertando el programa de Tecnólogo en Aseguramiento Metrológico y por un corto tiempo el de Técnico en Metrología. Es de anotar que el SENA tiene el reto de implementar la enseñanza de la metrología en al menos 17 centros a 2025, de acuerdo con lo establecido en el CONPES 3866 de desarrollo productivo.

En educación formal, como se puede apreciar en la tabla, en Cartagena y Armenia hay oferta de programas para técnicos y tecnólogos en metrología y procesos industriales orientada a la metrología. Solo hay en el país un programa de maestría en la institución universitaria Instituto Tecnológico Metropolitano ITM en Medellín. Es de resaltar que ninguno de estos 3 programas se encuentra articulado con el Instituto Nacional de Metrología.

#### 6.2.4. Programas educativos en metrología de otros países

Para dar una mirada al contexto internacional, se citan los 3 programas de formación en la siguiente tabla, todos en la modalidad de posgrado.

Institución	País	Programa	Líneas de investigación relacionadas	Modalidad
Inmetro	Brasil	Maestría en Metrología y Calidad	Mediciones Físicas Metrología Química Innovación, Regulación, Tecnología y Calidad	Lo dicta y titula directamente Inmetro
Universidad de Zaragoza	España	Doctorado en Ingeniería de Diseño y Fabricación	Metrología de fabricación. Metrología portátil, sin contacto y de alto rango. Metrología dimensional	No está articulado con el CEM
Universidad Nacional de San Martín - UNSAM	Argentina	Doctorado en Calidad e Innovación Industrial	El objetivo es fortalecer la capacidad de I+D+i en temas de creciente interés tecnológico	En convenio con el INTI

Se puede apreciar que 2 de los 3 programas están articulados con los institutos de metrología de los países o quien hace sus veces. En el tercer caso, que es el de la Universidad de Zaragoza en España, este doctorado se vincula con la metrología a través de 3 de sus líneas de investigación que se trabajan a su vez en 2 grupos de investigación en la Universidad. El Centro Español de Metrología no es un actor de carácter científico dentro de este doctorado.

La orientación de los posgrados es diferente en cada caso, mientras que el de España está orientado principalmente a la medición en magnitudes dimensionales, el de Inmetro abarca tanto las mediciones en física como en química.

## 7. COMPONENTES DEL LINEAMIENTO ESTRATÉGICO

### 7.1. Cultura metrológica

Con el fin de posicionar la metrología y buscar el reconocimiento del INM, se realizarán las siguientes actividades en el contexto de la diseminación de la cultura metrológica.

#### 7.1.1. Actividades de Divulgación de la Red Colombiana de Metrología

El Instituto Nacional de Metrología tiene dentro de las funciones asignadas por el Decreto 4175 de 2011, la de “Establecer, coordinar y articular, la Red Colombiana de Metrología”. En este ámbito el INM desarrollará actividades de divulgación orientadas a difundir la cultura metrológica para este tipo de usuarios.

#### 7.1.2. Estrategia de Mercadeo y Divulgación

El plan de trabajo asociado con la estrategia de mercadeo y divulgación contempla el desarrollo de diferentes actividades que tienen la finalidad de difundir la cultura metrológica en diferentes



audiencias. El propósito de estas actividades es que la ciudadanía comprenda no solo el concepto mismo de metrología, sino que también pueda asociar de manera sencilla su aplicación en la vida cotidiana.

Adicionalmente a lo anterior, se abordan los aspectos relacionados con la comercialización de los servicios del INM, ya que al trabajar mercadeo con cultura de manera articulada, se generarán sinergias que contribuirán al posicionamiento de la entidad.

El desarrollo de las actividades antes mencionadas se realizará de acuerdo con las políticas y lineamientos establecidos en el Manual y el Plan Estratégico de Comunicaciones de la entidad.

### 7.1.3. Características del componente

<b>Objetivo estratégico</b>	Desarrollar actividades de divulgación de conceptos sobre metrología, con el propósito de crear una conciencia nacional sobre la importancia de la metrología en la vida diaria y visibilizar al INM.
<b>Ámbito</b>	Actividades de divulgación
<b>Partes Interesadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industria</li> <li>• Gremios y asociaciones</li> <li>• Instituciones públicas y privadas relacionadas con las mediciones</li> <li>• Ciudadanía</li> <li>• Medios de comunicación</li> </ul>
<b>Participación INM</b>	100 %
<b>Tipo de intervención</b>	Divulgación de información por medio de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redes Sociales (Facebook, Twitter, LinkedIn, Youtube)</li> <li>• Foros y eventos (Webinar, Facebook Live)</li> <li>• Página Web</li> <li>• Curso virtual introductorio a la metrología (gratis)</li> </ul>
<b>Producto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piezas gráficas, material digital y físico (resultado de la estrategia de mercadeo y comunicaciones)</li> <li>• Videos cortos (1 a 3 min)</li> <li>• Curso virtual gratis introductorio a la metrología</li> </ul>
<b>Procesos del INM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Red Colombiana de Metrología M-06</li> <li>• Comunicaciones E-03</li> <li>• Gestión de servicios metrológicos A-08</li> </ul>
<b>Hito de la Estrategia Nacional de Metrología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5.10.1 H2: El diseño de un programa de publicaciones de metrología dirigido a diferentes segmentos y tipos de usuarios.</li> </ul>

<b>Indicador Plan Estratégico Institucional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E.2.1-1 Implementación de la estrategia de mercadeo para la difusión de los productos y servicios del INM</li> <li>• E.2.1-4 Implementación de la estrategia de comunicaciones</li> </ul>
<b>Impacto esperado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normalización de las competencias laborales en temas de metrología.</li> <li>• Articulación de diferentes entidades.</li> <li>• Visibilización del INM</li> <li>• Contribución a la calidad y pertinencia de la formación en metrología en el país.</li> </ul>

## 7.2. Formación en metrología

La formación para el trabajo y el desarrollo humano es una oferta educativa que en los últimos años ha sido objeto de atención por el papel que puede jugar en el proceso de transformación productiva.

Si bien existe una normativa que ha buscado posicionar esta oferta educativa e incluir criterios de calidad, el aseguramiento en general ha estado presente en la política pública educativa en la última década aun cuando funciona como una serie de sistemas independientes para los distintos niveles de la oferta educativa.[16]

### 7.2.1. Normalización de competencias laborales en metrología

El INM participará tanto en el Consejo Ejecutivo como en el Comité Técnico de la Mesa Sectorial de Metrología. Esta labor se centrará en la construcción y actualización del mapa funcional y las normas de competencia laboral.

Las mesas sectoriales son instancias de concertación, donde se proponen políticas para la formación, mediante la normalización de competencias laborales. Las mesas sectoriales están integradas por representantes de los gremios, los empresarios y los trabajadores.

Entre otros, las mesas sectoriales tienen los siguientes propósitos:

- Contribuir a la identificación de necesidades de formación y cualificación, normalización y certificación de competencias laborales actuales y futuras, teniendo en cuenta las prioridades de las políticas del gobierno nacional, características de las regiones y aporte al cierre de brechas de capital humano existentes.
- Promover el análisis de programas de formación relacionados con el sector que atiende la mesa y que se encuentren vigentes, pendientes por diseñar o ajustar respecto a su denominación, nivel, perfiles de ingreso y egreso del SENA o las entidades interesadas.
- Brindar al SENA y a las instituciones de formación que lo requieran, información que contribuya a la actualización de procesos, infraestructura pedagógica, tecnológica y administrativa para el mejoramiento de la calidad, cobertura y pertinencia de los servicios institucionales atendiendo las necesidades del sector.

### 7.2.2. Transferencia de conocimiento a IFTDH

El Instituto Nacional de Metrología tiene actualmente la responsabilidad de apoyar al SENA en la tarea de ofertar programas de formación profesional en metrología, que incluyan el desarrollo y mantenimiento de competencias para evaluación de la conformidad. Esta labor está contemplada en el Conpes 3866 y para el 2025, el SENA debe tener al menos 17 centros de formación que oferten programas de formación en metrología.

Las acciones de apoyo se documentarán a través de la firma de un convenio donde se contemplarán entre otras, actividades de transferencia del conocimiento metrológico a instructores y apoyo en la actualización de programas de formación en metrología.

### 7.2.3. Certificación de competencias en metrología

El Conpes 3866 Política de Desarrollo productivo, establece que “El SENA, con el apoyo del INM, ofertará programas de formación profesional en metrología, que incluyan el desarrollo y mantenimiento de competencias para evaluación de la conformidad. Para tal fin, se espera que a 2025 existan por lo menos 17 centros de formación que oferten programas de formación en metrología”.

Adicionalmente a la certificación de aptitud ocupacional o profesional realizada por el SENA de las personas que se forman en sus instalaciones, se explorará la posibilidad de que el SENA certifique las competencias de las personas que cumplan con rutas de formación realizadas por el INM.

### 7.2.4. Características del componente

<b>Objetivo estratégico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyar el proceso de identificación de las brechas de capital humano para el sector de laboratorios</li> <li>• Formar Instructores de IFTDH como apoyo al mejoramiento técnico de la oferta de formación para el trabajo</li> </ul>
<b>Ámbito</b>	Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano
<b>Partes Interesadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SENA</li> <li>• Instituciones públicas y privadas que ofrecen ETDH</li> </ul>
<b>Participación INM</b>	20 % Participar en la Mesa Sectorial de Metrología 100 % Formar Instructores de IFTDH
<b>Tipo de intervención</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación en la Mesa Sectorial de Metrología</li> <li>• Convenio con el SENA</li> <li>• Servicios de capacitación a instituciones de ETDH</li> </ul>
<b>Producto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normas de competencia laboral</li> <li>• Convenio marco y convenios derivados entre el INM y el SENA</li> <li>• Plan operativo para el desarrollo de actividades de formación de</li> </ul>

	<p>instructores en metrología</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instructores formados en temas de metrología</li> </ul>
<b>Procesos del INM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subdirección de Innovación y Servicios Tecnológicos</li> <li>• Capacitación, Formación y Cultura Metrológica código M-02</li> </ul>
<b>Hito de la Estrategia Nacional de Metrología</b>	5.10.2 H3: La implementación de un plan de trabajo para el mejoramiento de la competencia en metrología con diferentes entidades educativas (SENA, universidades, entre otras).
<b>Indicador Plan Estratégico Institucional</b>	B.1.3-1 Implementación de la Estrategia de Cultura, Formación y Educación. Meta cuatrienal: 100 %
<b>Impacto esperado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normalización de las competencias laborales en temas de metrología.</li> <li>• Perfeccionamiento de las competencias en metrología de los instructores vinculados con las instituciones formadoras.</li> <li>• Fomento de una cultura de medición en las partes interesadas.</li> <li>• Articulación con diferentes entidades</li> </ul>

### 7.3. Educación en metrología

#### 7.3.1. Brechas de capital humano en los laboratorios

El capital humano, en general, es uno de los insumos más importantes para lograr un mayor desarrollo y aumento de la competitividad, entre otros. Es por esto que en el transcurso del año 2019 el Ministerio de Trabajo con el apoyo del INM desarrollará la identificación y medición de brechas de capital humano para los laboratorios del país tanto de ensayo como de calibración.

##### 7.3.1.1. Metodología de Identificación de las brechas de capital humano en los laboratorios

La aplicación de esta metodología está orientada al hallazgo de los desencuentros entre la demanda y la oferta laboral, al igual que ocurre con la oferta educativa. De manera general comprende el desarrollo de los siguientes pasos:

- I. Fase preoperativa
- II. Identificación de las tendencias tecnológicas, organizacionales y verdes con los expertos en metrología y realización de vigilancia estratégica
- III. Análisis de la demanda laboral (contexto actual y contexto futuro)
- IV. Análisis de la oferta educativa
- V. Identificación de las brechas de capital humano

En general, existen 3 tipos de brechas de capital humano:

- I. Brechas de cantidad
- II. Brechas de pertinencia
- III. Brechas de calidad

Esta actividad suministra el insumo para la elaboración del catálogo de cualificaciones. Debido a lo anterior, en un futuro cercano el país contará con el catálogo nacional de cualificaciones para los laboratorios.

Esta actividad será un insumo para identificar las competencias requeridas necesarias para el diseño de la oferta de educación superior y para que el INM diseñe el programa de oferta de capacitación para los laboratorios.

### 7.3.1.2. Características del componente

<b>Objetivo estratégico</b>	Apoyar los procesos de normalización de competencias y cualificaciones en metrología de acuerdo con la normatividad actual
<b>Ámbito</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema Nacional de Cualificaciones</li> </ul>
<b>Partes Interesadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ministerio de Trabajo</li> </ul>
<b>Participación INM</b>	30 %
<b>Tipo de intervención</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyo al Ministerio de Trabajo en la IMBCH</li> </ul>
<b>Producto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultados identificación y medición de brechas de capital humano</li> </ul>
<b>Procesos del INM</b>	Subdirección de Innovación y Servicios Tecnológicos
<b>Hito de la Estrategia Nacional de Metrología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5.10.2 H1 La actualización del servicio de capacitaciones de metrología del INM según necesidades y grupos de usuarios.</li> <li>• 5.10.2 H3. La implementación de un plan de trabajo para el mejoramiento de la competencia en metrología con diferentes entidades educativas (SENA, universidades, entre otras).</li> </ul>
<b>Indicador Plan Estratégico Institucional</b>	C.1.1-1 Apoyo en la expedición de normas técnicas, reglamentos técnicos y otros documentos que vinculen temas de metrología.
<b>Impacto esperado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normalización de las competencias laborales en temas de metrología.</li> <li>• Articulación de diferentes entidades.</li> <li>• Visibilización del INM</li> <li>• Contribución a la calidad y pertinencia de la formación en metrología en el país.</li> </ul>

### 7.3.2. Educación informal

El INM tiene actualmente una oferta de formación en metrología fundamentada en cursos de corta duración. Estos cursos serán sometidos a un proceso de mejoramiento que consiste en el rediseño metodológico y pedagógico. Este mejoramiento se soportará en actividades de diagnóstico y tomando como referente la Norma NTC-ISO/IEC 17024.

En este mismo sentido y como parte de este proceso, se buscará la formación permanente de los especialistas del INM en temas de pedagogía, didáctica, recursos, nuevas tendencias de educación, entre otros temas que contribuyan en este proceso.

Los cursos presenciales se someterán a un proceso de reestructuración, buscando que todos tengan como base los siguientes componentes:

- Diseño metodológico
- Secuencia didáctica
- Guías de aprendizaje
- Materiales audiovisuales

De igual forma, de acuerdo al análisis realizado y los estudios relacionados con el uso de TIC en el ámbito de la educación, se iniciará la creación de la plataforma e-learning propia del INM.

Entre otras cosas, se buscará lograr una mayor cobertura y alcance a nivel nacional e internacional de los cursos y fortalecer las habilidades propias del siglo XXI para las regiones.

En forma paralela, el INM en convenio con la Universidad Nacional de Colombia seguirá ofertando el Diplomado en Metrología.

#### 7.3.2.1. Desarrollo de metodología pedagógica

El INM se ha propuesto desarrollar una metodología pedagógica validada y aplicada para formación presencial a través de la plataforma e-learning, que permita mejorar los procesos educativos en los cursos impartidos por el INM a todos los sectores productivos del país.

Con esta metodología se buscarán los siguientes fines:

- Fortalecer los procesos formativos en pedagogía y didáctica de los especialistas del INM
- Aplicar la metodología a los cursos presenciales actuales del INM
- Desarrollar nuevos cursos de acuerdo con las necesidades de los sectores productivos
- Validar el material pedagógico y didáctico desarrollado para los cursos

#### 7.3.2.2. Mejoramiento de la calidad de los cursos

Teniendo en cuenta que el INM es la institución rectora de la metrología a nivel nacional, en su permanente preocupación por la calidad de los cursos ofertados, ha establecido los siguientes elementos de entrada para identificar los aspectos a mejorar:

- Análisis de fichas técnicas
- Análisis cualitativo y cuantitativo
- Análisis de las evaluaciones de percepción del servicio de capacitación
- Análisis de la metodología de los capacitadores

Se establece que este proceso se realizará como una actividad de mejoramiento continuo.

#### 7.3.2.3. Mejoramiento de la pertinencia de los cursos

Como se menciona en el apartado de antecedentes, los procesos educativos en el país están en proceso de adaptación al Sistema Nacional de Cualificaciones, es por esto que el INM proyecta enfocar el proceso mencionado en los apartados anteriores de rediseño metodológico y pedagógico, a la cualificación de las personas de acuerdo al resultado que arroje el catálogo nacional de cualificaciones para el sector de laboratorios.

En este sentido, el CONPES 3957 Política Nacional de Laboratorios, ha establecido para el INM la responsabilidad de diseñar una oferta de capacitación para laboratorios a partir del año 2020, tomando como insumo la identificación de brechas de capital humano en los laboratorios del país.

#### 7.3.2.4. Virtualización de cursos

Hoy en día, el INM cuenta con una diversidad de recursos y estrategias que permiten un aprendizaje más efectivo, y esto hace que la enseñanza presencial tradicional tienda a quedar obsoleta. Lo anterior, unido a que las personas se encuentran inmersas en un entorno virtual como páginas web, redes sociales, blogs, YouTube, comunidades virtuales y realidad virtual entre otras modalidades, plantea la necesidad de virtualizar la enseñanza de la metrología en las temáticas que no requieren prácticas de laboratorio.

El proceso de virtualización de la educación en metrología, se iniciará con creación de la plataforma e-learning y la metodología pedagógica para los cursos virtuales del INM.

Esta plataforma se creará en WordPress, un sistema de gestión de contenidos en donde se instalará el plugin de learndash para el desarrollo de los cursos, así mismo, se diseñará la arquitectura de la

plataforma y se desarrollará la construcción técnica del primer curso virtual del INM, el cual se lanzará como piloto.

Para esto se desarrollarán las siguientes actividades:

- Generación de test y sistemas de preguntas respuesta
- Desarrollo del componente de Gestión de usuarios en la plataforma de cursos virtuales
- Realización de pruebas de plataforma con equipos del INM

Se virtualizará un curso piloto denominado “Apropiación de conceptos y fundamentos en metrología” que buscará que los ciudadanos conozcan aspectos generales de la metrología en el ámbito de la infraestructura de la calidad en la sociedad contemporánea e irá dirigido a todos los ciudadanos colombianos y residentes extranjeros que deseen conocer, ya sea por interés académico o profesional, sobre la metrología y sus aplicaciones.

Una vez superado este proceso se planea continuar con la virtualización de los cursos que actualmente forman parte de la oferta de formación del INM y que no incluyen prácticas en laboratorio.

Adicionalmente, se evaluará en forma individual la posibilidad de virtualizar aquellos contenidos que son teóricos pero que forman parte de un curso que requiere prácticas en laboratorio.

#### 7.3.2.5. Cursos de formación específica

El Instituto Nacional de Metrología realizará estudios de identificación de necesidades y brechas metrológicas en diferentes sectores, lo cual permitirá conocer las debilidades, fortalezas y oportunidades de mejora en sectores o productos de regiones o poblaciones específicas.

Como producto de algunos de estos estudios se realizarán cursos de formación específica con el fin de brindar herramientas que faciliten la diseminación de la trazabilidad y del conocimiento en metrología, para contribuir al aseguramiento de la calidad de los bienes y servicios que se producen y comercializan en el país.

#### 7.3.2.6. Talleres de formación en el marco de la RCM

El INM con el fin de brindar herramientas a los usuarios que faciliten la diseminación de la trazabilidad y del conocimiento en metrología, realizará talleres de formación en las regiones con el fin de contribuir al aseguramiento de la calidad de los bienes y servicios que se producen y comercializan en el país.



### 7.3.2.7. Diplomado en metrología

El INM continuará apoyando la realización del diplomado en metrología que realiza la Universidad Nacional de Colombia, el cual está dirigido a profesionales de la industria relacionados con procesos de aseguramiento de calidad, aseguramiento metrológico, pruebas, servicio posventa, personal de laboratorios universitarios, industriales y de investigación.

Este diplomado tiene una duración de 120 horas y tiene el objetivo de presentar a los asistentes los fundamentos de la metrología, la normatividad que involucra los sistemas de medición, la implementación del programa de aseguramiento metrológico, la estimación de la incertidumbre y la metodología de evaluación y auditoría. Tiene un énfasis en las magnitudes de longitud, temperatura, masa, volumen, presión y eléctricas. También presenta los fundamentos, definiciones, campos de aplicación, instrumentos de medición y recomendaciones para su cuidado, errores en la medición, normatividad y procedimientos de calibración de los sistemas de medición.

### 7.3.2.8. Características del componente

<b>Objetivo estratégico</b>	Mejorar la calidad, la pertinencia y el acceso en los cursos de metrología ofertados por el INM
<b>Ámbito</b>	Cursos de capacitación ofertados por el INM Cursos de Formación Específica (CFE) Talleres de Formación en el marco de la RCM Diplomado en metrología Sistema Nacional de Cualificaciones
<b>Partes Interesadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciudadanía</li> <li>• Laboratorios</li> <li>• Industria</li> <li>• Ministerio de Trabajo</li> </ul>
<b>Participación INM</b>	100 %
<b>Tipo de intervención</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyo al Ministerio de Trabajo en la IMBCH</li> <li>• Mejoramiento de la pertinencia y calidad de la formación de manera articulada con el MNC</li> <li>• Virtualización de los cursos del INM</li> </ul>
<b>Producto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultados en identificación y medición de brechas de capital humano</li> <li>• Cursos de metrología virtuales</li> <li>• Cursos presenciales actualizados</li> <li>• Talleres de formación</li> <li>• Cursos de formación específica</li> </ul>

<b>Procesos del INM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación, Formación y Cultura metrológica código M-02</li> <li>• Asistencia Técnica M-04</li> <li>• Red Colombiana de Metrología M-06</li> </ul>
<b>Hito de la Estrategia Nacional de Metrología</b>	5.10.2 H1: La actualización del servicio de capacitaciones de metrología del INM según necesidades y grupos de usuarios.
<b>Indicador Plan Estratégico Institucional</b>	<p>B.1.5-5 Nuevos cursos de capacitación en metrología desarrollados</p> <p>C.1.1-2 Implementación del programa de capacitación de personal de laboratorios públicos.</p> <p>B.1.1-1 Estudios de identificación de necesidades y brechas metrológicas elaborados.</p> <p>B.1.3-2 Talleres o eventos dirigidos a los sectores productivos (incluida la industria y laboratorios acreditados) realizados en las regiones para la transferencia de conocimiento en metrología</p> <p>C.1.1-1 Apoyo en la expedición de normas técnicas, reglamentos técnicos y otros documentos que vinculen temas de metrología.</p>
<b>Impacto esperado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoramiento del servicio de capacitación del INM en calidad y pertinencia.</li> <li>• Ampliación de la cobertura del servicio de capacitación mediante la virtualización de cursos.</li> <li>• Mejoramiento de la imagen del INM ante el país.</li> <li>• Visibilización del INM.</li> <li>• Contribución a la calidad y pertinencia de la formación en metrología en el país.</li> </ul>

### 7.3.3. Educación formal en metrología

Se considera que en el ámbito de la educación formal hay 2 modalidades a tener en cuenta:

- Educación especializada en metrología
- Enseñanza de la metrología en la educación formal

#### 7.3.3.1. Educación especializada en metrología

La formación de metrológicos competentes que puedan satisfacer las necesidades de capital humano en los laboratorios del país en los cargos de alto nivel técnico, requiere de profesionales con posgrado en áreas específicas de la metrología.

Con el fin de organizar el servicio público de la educación superior, el Congreso de Colombia emitió en el año 1992 la Ley 30 con la cual define explícitamente que los programas de maestría, doctorado y posdoctorado debían tener a la investigación como fundamento de su actividad. Esto, entre otros

aspectos, con el objetivo de “Ser factor de desarrollo científico, cultural, económico, político y ético a nivel nacional y regional”.

### 7.3.3.1.1. Tipos de posgrados en metrología

Teniendo en cuenta que la metrología es la ciencia de las mediciones y sus aplicaciones y que el Instituto Nacional de Metrología es un actor reconocido del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, se hace pertinente que los tipos de posgrado para la enseñanza de la metrología sean los contemplados en la Ley 30 de 1992 como los vinculados con la investigación (maestrías, doctorados y posdoctorados).

Por otra parte, la característica de transversalidad que tiene la metrología, hace que la formación esté relacionada con diferentes núcleos y áreas de conocimiento, por lo que para formar metrólogos con profundidad, se hace necesario realizar una segmentación por afinidad de magnitudes, núcleos de conocimiento y por lo tanto, profesiones. La siguiente segmentación propone la creación de 5 programas educativos de posgrado en metrología con énfasis diferentes:

Posgrado	Magnitudes	Núcleos de conocimiento	Áreas de conocimiento
Posgrado en metrología con énfasis en masa y magnitudes relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masa</li> <li>• Volumen</li> <li>• Densidad</li> <li>• Flujo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Física</li> <li>• Ingeniería Mecánica y Afines</li> <li>• Ingeniería Eléctrica y Afines</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y afines</li> <li>• Matemáticas y ciencias naturales</li> </ul>
Posgrado en metrología con énfasis en magnitudes mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerza</li> <li>• Par Torsional</li> <li>• Presión</li> <li>• Longitud</li> <li>• Dureza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniería Eléctrica Telecomunicaciones y Afines</li> <li>• Matemáticas, Estadística y Afines</li> </ul>	
Posgrado en metrología con énfasis en magnitudes eléctricas y termodinámica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corriente y Tensión</li> <li>• Temperatura</li> <li>• Potencia</li> <li>• Energía</li> <li>• Tiempo y Frecuencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniería Biomédica y Afines</li> </ul>	
Posgrado en metrología con énfasis en óptica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óptica láser</li> <li>• Óptica de luz</li> <li>• Propiedades de los sistemas ópticos</li> <li>• Óptica de</li> </ul>		

	topografía		
Posgrado en metrología química	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Química orgánica</li> <li>• Química inorgánica</li> <li>• Bioquímica</li> <li>• Producción de MRC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Química y Afines</li> <li>• Ingeniería Química y Afines</li> <li>• Biología, Microbiología y Afines</li> <li>• Bacteriología</li> <li>• Matemáticas, Estadística y Afines</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciencias de la salud</li> <li>• Matemáticas y Ciencias naturales</li> <li>• Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y afines</li> </ul>

#### 7.3.3.1.2. Investigación en metrología

Como se describió en los apartados anteriores, la investigación es el fundamento de la actividad educativa en los niveles de maestría a posdoctorado, es por esto que las líneas de investigación del INM se vincularán a la estructura de posgrados.

Esta estructura unificada de líneas de investigación, proyectos de I+D+i y posgrados, permite un trabajo integrado y dirigido al fortalecimiento de la metrología científica cubriendo todas las áreas y se puede desarrollar en forma conjunta y articulada con Instituciones de Educación Superior.

#### 7.3.3.1.3. Características del componente

<b>Objetivo estratégico</b>	Gestionar ante el MEN y ante las instituciones que sean pertinentes, la inclusión de la enseñanza de la metrología en la educación formal.
<b>Ámbito</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Educación superior en niveles de posgrado</li> </ul>
<b>Partes Interesadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instituciones de Educación Superior</li> </ul>
<b>Participación INM</b>	20 %
<b>Tipo de intervención</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propuestas de alianzas o proyectos con universidades para la estructuración y oferta de programas de maestría, doctorado y posdoctorado en metrología para las diferentes áreas o segmentos.</li> </ul>
<b>Producto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentación del SIG para el proceso de gestión I+D+i actualizada</li> <li>• Nuevos proyectos de I+D+i en conjunto con institucionales a nivel nacional.</li> <li>• Proponer alianzas o proyectos con universidades para la estructuración y oferta de programas de maestría, doctorado y posdoctorado en metrología para las diferentes áreas o segmentos.</li> </ul>
<b>Procesos del INM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación, Desarrollo e Innovación código M-07</li> <li>• Capacitación, Formación y Cultura metrológica código M-02</li> </ul>

<b>Hito de la Estrategia Nacional de Metrología</b>	5.10.2 H3: La implementación de un plan de trabajo para el mejoramiento de la competencia en metrología con diferentes entidades educativas (SENA, universidades, entre otras). 5.10.2 H4: La ejecución de proyectos de investigación por parte del INM en asocio con centros académicos para la implementación de nuevos métodos de medición y transferencia de tecnología.
<b>Indicador Plan Estratégico Institucional</b>	D.1.2-2 Nuevos proyectos de I+D+i en desarrollo entre dos o más instituciones a nivel nacional.
<b>Impacto esperado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superación de las brechas de capital humano del personal vinculado con los laboratorios de calibración y ensayo en el país.</li> <li>• Mejora de la competencia técnica de los laboratorios del país.</li> </ul>

### 7.3.3.2. Enseñanza de la metrología en la educación superior

En Colombia las Instituciones de Educación Superior tienen autonomía. De acuerdo con lo establecido en el artículo 28 de la Ley 30 de 1992, las universidades tienen el derecho a darse y modificar sus estatutos, designar sus autoridades académicas y administrativas, crear, organizar y desarrollar sus programas académicos, definir y organizar sus labores formativas, académicas, docentes, científicas y culturales, otorgar los títulos correspondientes, seleccionar a sus profesores, admitir a sus alumnos y adoptar sus correspondientes regímenes y establecer, arbitrar y aplicar sus recursos para el cumplimiento de su misión social y de su función institucional.[17]

#### 7.3.3.2.1. Diseño de la oferta de educación superior

Uno de los objetivos de la educación superior consignado en la ley antes mencionada, es el de profundizar en la formación integral de los colombianos, capacitándolos para cumplir las funciones profesionales, investigativas y de servicio social que requiere el país. En este sentido, para desarrollar la oferta académica y programas de capacitación relacionados con las necesidades de los laboratorios, la identificación y medición de las brechas de capital humano en los laboratorios del país será un insumo para identificar las competencias requeridas necesarias para el diseño de la oferta de educación superior.

#### 7.3.3.2.2. Segmentación de los programas educativos

Con el fin de determinar la profundidad de la formación en metrología que deben tener los diferentes programas de educación superior, se realizará una clasificación de los núcleos y áreas de conocimiento establecidos en el Decreto 2484 de 2014 de la Presidencia de la República de Colombia, en función de su relación con la metrología.

Una vez realizada esta clasificación, se pueden asociar los programas educativos según los núcleos de conocimiento. Los niveles son 4, como se describe a continuación:

- Nivel 1: a este nivel corresponden aquellos núcleos de conocimiento íntimamente relacionados con la metrología. Hace referencia a las profesiones requeridas para el desempeño en los laboratorios de ensayo o calibración.
- Nivel 2: a este nivel corresponden los núcleos de conocimiento que tienen relación alta con la metrología. Está relacionado con las profesiones que aunque no son requeridas para el desempeño en los laboratorios, requieren tener conocimientos en metrología.
- Nivel 3: núcleos de conocimiento que requieren conceptos básicos en metrología. Tiene relación con las profesiones que tienen una relación baja con el ejercicio de la metrología pero que requieren manejar los conceptos básicos.
- Nivel 4: núcleos de conocimiento que tienen relación indirecta con la metrología. A este pertenecen las profesiones potencialmente receptoras para la disseminación de la cultura metrológica.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, existen 4 segmentos que sugieren una intervención diferencial. Es de anotar que el nivel 1 corresponde a los programas que son objeto de la identificación y medición de brechas de capital humano que está en desarrollo.

#### 7.3.3.2.3. Características del componente

<b>Objetivo estratégico</b>	Gestionar ante el MEN y ante las instituciones que sean pertinentes, la inclusión de la enseñanza de la metrología en la educación formal.
<b>Ámbito</b>	• Educación superior en el nivel de pregrado
<b>Partes Interesadas</b>	• Ministerio de Trabajo • Establecimientos de educación superior
<b>Participación INM</b>	20 %
<b>Tipo de intervención</b>	• Apoyo al Ministerio de Trabajo en la IMBCH • Gestión con gremios de IES
<b>Producto</b>	• Clasificación de núcleos y áreas de conocimiento de acuerdo con su relación con la metrología. • Gestión con gremios de IES para el mejoramiento de la competencia en metrología de diferentes entidades educativas. • Guías o cartillas para la enseñanza de la metrología para cada segmento identificado.
<b>Procesos del INM</b>	Capacitación, Formación y Cultura metrológica código M-02

<b>Hito de la Estrategia Nacional de Metrología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5.10.2 H2: El diseño de un programa de publicaciones de metrología dirigido a diferentes segmentos y tipos de usuarios.</li> <li>• 5.10.2 H3: La implementación de un plan de trabajo para el mejoramiento de la competencia en metrología con diferentes entidades educativas (SENA, universidades, entre otras).</li> </ul>
<b>Impacto esperado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensibilización en temas de metrología a establecimientos educativos</li> <li>• Articulación de diferentes entidades.</li> <li>• Visibilización del INM</li> <li>• Transferencia de herramientas para facilitar la comprensión y alcance de los conceptos metroológicos.</li> </ul>

### 7.3.3.3. Enseñanza de la metrología en la educación formal básica y media

#### 7.3.3.3.1. Ley General de Educación

En Colombia las normas generales que regulan el servicio público de la educación están establecidas en la Ley 115 de 1994. Esta ley fue expedida por el Congreso de Colombia y se denomina LEY GENERAL DE EDUCACIÓN.

Para lograr el cumplimiento de los objetivos generales y específicos de la educación básica y media establecidos en la mencionada ley, es necesario proporcionar al educando las nociones sobre la ciencia de la medición y sus aplicaciones, es decir, la metrología. A continuación se relacionan los objetivos a tener en cuenta.

Artículo 20. Objetivos generales de la educación básica:

- c) Ampliar y profundizar en el razonamiento lógico y analítico para la interpretación y solución de los problemas de la ciencia, la tecnología y de la vida cotidiana.

Artículo 22. Objetivos específicos de la educación básica en el ciclo de secundaria:

- c) El desarrollo de las capacidades para el razonamiento lógico, mediante el dominio de los sistemas numéricos, geométricos, métricos, lógicos, analíticos, de conjuntos de operaciones y relaciones, así como para su utilización en la interpretación y solución de los problemas de la ciencia, de la tecnología y los de la vida cotidiana. Ver Artículo 30 presente Ley.

Artículo 30. Objetivos específicos de la educación media académica:

- h) El cumplimiento de los objetivos de la educación básica contenidos en los literales b) del artículo 20, c) del artículo 21 y c), e), h), i), k), ñ) del artículo 22 de la presente Ley.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, se puede concluir que la enseñanza de la metrología está contemplada dentro de los objetivos de la educación básica y media en la Ley General de Educación colombiana, especialmente cuando menciona como objetivo el desarrollo de las capacidades para el razonamiento lógico mediante el dominio entre otros del sistema métrico (Ahora Sistema Internacional de Unidades -SI). Significa que las actividades que deben desarrollarse para que la enseñanza de la metrología en la educación formal básica y media sea una realidad, deben estar orientadas a la implementación del mencionado objetivo en los establecimientos educativos.

#### 7.3.3.3.2. Proyecto Educativo Institucional

El Ministerio de Educación Nacional con el fin de reglamentar parcialmente la Ley General de Educación, estableció que cada establecimiento educativo debe elaborar y poner en práctica un Proyecto Educativo Institucional que exprese la forma como se ha decidido alcanzar los fines de la educación definidos por la Ley. (Artículo 14 Decreto 1860 de 1994).[18]

Adicionalmente, en este mismo Decreto se establece que la presentación del Proyecto Educativo Institucional es un requisito para obtener la licencia de funcionamiento, una vez presentado y calificado como aceptable por la secretaría de educación departamental o distrital, de acuerdo con los requisitos definidos por el Ministerio de Educación Nacional. (Artículo 16), y aplica al servicio público de educación formal que presten los establecimientos educativos del Estado, los privados, los de carácter comunitario, solidario, cooperativo o sin ánimo de lucro (Artículo 1).

Dentro del contenido que debe tener dicho proyecto, está la organización de los planes de estudio y la definición de los criterios para la evaluación del rendimiento del educando. (Artículo 14 numeral 5).

Teniendo en cuenta lo planteado, se puede apreciar que el medio mediante el cual el Ministerio de Educación Nacional garantiza la implementación de los objetivos de la educación básica y media en los establecimientos educativos, es a través de la presentación y aprobación del Proyecto Educativo Institucional – PEI por parte de estos y su respectiva aprobación por parte de las secretarías de educación departamentales o municipales. Es importante anotar que dentro del contenido del proyecto debe existir un apartado donde se definan los planes de estudio.

#### 7.3.3.3.3. Características del componente

<b>Objetivo estratégico</b>	Gestionar ante el MEN y ante las instituciones que sean pertinentes la inclusión de la enseñanza de la metrología en la educación formal.
<b>Ámbito</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Educación formal básica y media.</li> </ul>
<b>Partes Interesadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ministerio de Educación</li> <li>• Establecimientos educativos de educación formal básica y media</li> <li>• Secretarías de educación departamentales y distritales</li> </ul>



<b>Participación INM</b>	20 %
<b>Tipo de intervención</b>	Gestión ante el MEN
<b>Producto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión ante el MEN para lograr la inclusión de la enseñanza en metrología a los establecimientos educativos por parte de las secretarías de educación, mediante su inclusión en el PEI.</li> <li>• Guías o cartillas para la enseñanza de la metrología para este segmento.</li> <li>• Contribuir con el programa Todos a aprender y con la mesa de trabajo de las Pruebas Saber Pro del Ministerio de Educación Nacional.</li> </ul>
<b>Procesos del INM</b>	Capacitación, Formación y Cultura metrológica código M-02
<b>Hito de la Estrategia Nacional de Metrología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5.10.2 H2: El diseño de un programa de publicaciones de metrología dirigido a diferentes segmentos y tipos de usuarios.</li> <li>• 5.10.2 H3: La implementación de un plan de trabajo para el mejoramiento de la competencia en metrología con diferentes entidades educativas (SENA, universidades, entre otras).</li> </ul>
<b>Impacto esperado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensibilización en temas de metrología a establecimientos educativos.</li> <li>• Articulación de diferentes entidades.</li> <li>• Visibilización del INM.</li> <li>• Transferencia de herramientas para facilitar la comprensión y alcance de los conceptos metrológicos.</li> </ul>

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Departamento Nacional de Planeación, “CONPES 3957 Política Nacional de Laboratorios,” 2019.
- [2] Presidencia de la República, “Decreto 4175 del 3 de noviembre de 2011,” 2011. [Online]. Available: <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Decretos/2011/Documents/Noviembre/03/dec417503112011.pdf>. [Accessed: 01-Oct-2019].
- [3] Instituto Nacional de Metrología, “Estrategia Nacional de Metrología.” 2018.
- [4] Departamento Nacional de Planeación, “CONPES 3866 Política de Desarrollo Productivo,” 2016.
- [5] Presidencia de la República, “Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018.” 2014.
- [6] Ministerio de Educación Nacional MEN, “Introducción al MNC,” 2017.
- [7] Ministerio de Educación Nacional MEN, “Ley 115 de Febrero 8 de 1994,” 1994.
- [8]. ..:“Ministerio de Educación Nacional:... - ¿Qué es la educación superior?” [Online]. Available: <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-196477.html>. [Accessed: 21-Oct-2019].
- [9] “Enseñanza - Wikipedia, la enciclopedia libre.” [Online]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Enseñanza>. [Accessed: 31-Oct-2019].

- [10] la enciclopedia libre Wikipedia, “Estrategia,” 2018. [Online]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Estrategia>. [Accessed: 10-Jan-2019].
- [11] Servicio Nacional de Aprendizaje, “Glosario,” Bogotá.
- [12] Ministerio de Educación Nacional, “PROGRAMA TODOS A APRENDER,” 2013. [Online]. Available: <http://docentetutor.blogspot.com/>. [Accessed: 21-Oct-2019].
- [13] “PROYECTO EDUCATIVO INSTITUCIONAL - PEI: - ...:Ministerio de Educación Nacional de Colombia:...” [Online]. Available: <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-79361.html>. [Accessed: 18-Oct-2019].
- [14] “VIM Vocabulario Internacional de Metrología 2012,” 2012.
- [15] Instituto Nacional de Metrología, “Plan Estratégico Institucional,” 2019. [Online]. Available: <http://www.inm.gov.co/index.php/el-inm/planes-y-programas/plan-estrategico-institucional>. [Accessed: 01-Oct-2019].
- [16] “Contexto - Ministerio de Educación Nacional de Colombia.” [Online]. Available: <https://www.mineducacion.gov.co/portal/micrositios-superior/Educacion-para-el-Trabajo/Educacion-para-el-Trabajo-y-el-Desarrollo-Humano/236469:Contexto>. [Accessed: 23-Oct-2019].
- [17] Ministerio de Educación Nacional MEN, “Ley 30 de Diciembre 28 de 1992,” 1992. [Online]. Available: <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-86437.html>. [Accessed: 10-Jan-2019].
- [18] Ministerio de Educación Nacional MEN, “Decreto 1860 de Agosto 3 de 1994.”

## 9. ANEXOS

Anexo: Antecedentes en Educación y Formación

---

**ANDREA DEL PILAR MOJICA CORTÉS**  
**Subdirección de Innovación y Servicios Tecnológicos**

Elaboró: Mtr. Ing. César Augusto Parra Greco

Fecha: 2019-11-30