



Informe de Rendición de Cuentas de la Administración Pública Federal 2000-2006

Libro Blanco:

**Proyecto del Edificio de Laboratorios
Especiales**

2006

Índice

	Página
1. Presentación	4
1.1. Nombre del proyecto	4
1.2. Objetivos generales del proyecto	4
1.3. Período de vigencia que se documenta	4
1.4. Ubicación geográfica	5
1.5. Principales características técnicas	5
1.6. Unidades administrativas participantes	6
1.7. Nombre y firma del titular de la entidad y del responsable de la elaboración y resguardo del libro blanco	7
2. Fundamento Legal y Objetivo del Libro Blanco	8
2.1 Fundamento legal	8
2.2. Objetivo	8
3. Antecedentes	9
3.1 La naturaleza de la actividad del CENAM	10
3.1.1 En el ámbito nacional	10
3.1.2 En el ámbito internacional	10
3.2 Los beneficios de la actividad del CENAM	11
3.2.1. Beneficios sociales	11
3.2.2. Beneficios en los sectores productivos	12
3.3. Motivación estratégica del proyecto	12
3.3.1 Tendencias que impactan la actividad del CENAM	12
3.3.2. Fortalecimiento de actividades internas	13
3.4. Problemática y necesidades a satisfacer	14
3.4.1. Reubicar y equipar patrones existentes para mejorar la incertidumbre de medición	14
3.4.2. Atender tecnologías emergentes en el área eléctrica	15
3.4.2.1. Efecto Josephson Programable	15
3.4.2.2. Efecto Hall Cuántico	15
3.4.2.3. Instrumentos de Medición Tipo Multifunciones	16
3.4.3. Desarrollar capacidades en áreas críticas para apoyar el crecimiento de la industria manufacturera nacional	16
3.4.3.1 Metrología de Rayos Láser	16
3.4.3.2. Materiales de Referencia para Métodos Ópticos	17
3.4.3.3. Metrología en Vibraciones Mecánicas	18
3.4.3.4. Máquinas de Medición de Coordenadas y Láser Tracker	19
3.4.3.5. Patrón Primario de Dureza	19
3.4.4. Incrementar la cobertura de materiales de referencia para satisfacer las necesidades del país	19
3.4.5. Posicionarse en nuevas áreas de desarrollo de la metrología de alto impacto económico	24

3.4.6. Proporcionar trazabilidad a mediciones en salud, seguridad de alimentos y protección ambiental	27
3.5. Análisis de demanda y oferta (sin proyecto)	29
4. Marco Normativo del Proyecto	33
4.1. Leyes	33
4.2. Reglamentos	33
4.3. Manuales y Lineamientos	34
4.4. Relacionados con el CENAM	34
5. Vinculación del Proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 y programas sectoriales e institucionales	35
6. Síntesis Ejecutiva del Proyecto	37
7. Acciones Realizadas	40
7.1. Programa de Trabajo	40
7.1.1. Original 2004	40
7.1.2. Actividades Realizadas 2003-2006	42
7.1.3. Modificado 2006	43
7.2. Presupuesto y Calendario de Gasto Ejercido	45
7.3. Integración de Expedientes y/o Proyectos Ejecutivos	45
7.4. Documentación Soporte de la Aplicación de los Recursos	46
8. Acciones por Realizar	47
9. Seguimiento y Control	50
10. Resultados y Beneficios Alcanzados y Esperados	51
10.1. Reubicar y equipar patrones existentes para mejorar incertidumbre .	52
10.2. Atender tecnologías emergentes en el área eléctrica	53
10.3. Desarrollar capacidades en áreas críticas para apoyar el crecimiento de la industria manufacturera nacional	54
10.4 Incrementar la cobertura de materiales de referencia para satisfacer las necesidades del país	56
10.5. Posicionarse en nuevas áreas de desarrollo de la metrología de alto impacto económico	58
10.6. Proporcionar trazabilidad a mediciones en salud, seguridad de alimentos y protección ambiental	60
11. Informe Final del Responsable de la Ejecución del Proyecto	62

1. Presentación

1.1. Nombre del proyecto

Edificio de Laboratorios Especiales.

1.2. Objetivos generales del proyecto

Los objetivos de este proyecto son los siguientes:

- a) Maximizar la sinergia en su operación mediante el trabajo multidisciplinario en metrología primaria y materiales de referencia; y
- b) Mantener una alta calidad en las condiciones de operación (temperatura, humedad, presión, calidad del suministro eléctrico y espacios de reducida cantidad de partículas suspendidas en el aire), lo que permitirá el desarrollo de sistemas de medición del más alto requerimiento metrológico.

1.3. Período de vigencia que se documenta

Conforme al registro original del proyecto y los alcances actuales registrados en la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), realizado en el ejercicio 2004, la ejecución del proyecto estaba prevista para el período de 2003 a 2007. El proyecto quedó registrado en cartera con el número 0310K2H0001.

Ante la insuficiencia en la asignación de recursos para la ejecución de proyecto, conforme estaba previsto en el programa original, en el 2006 se tuvo que realizar una reprogramación de los trabajos, con su respectiva actualización de datos en la Unidad de Inversiones de la SHCP, quedando registrado el proyecto con un periodo de vigencia del 2003 al 2010.

Por lo anterior, en el presente libro blanco se documentan las acciones realizadas durante los ejercicios de 2003, 2004 y 2005, así como los trabajos contratados para el 2006, considerando una revisión del avance general que se tendrá en la ejecución del proyecto al finalizar dicho período.

También, se dejará evidencia de las acciones por realizar, con el fin de que se les pueda dar seguimiento en la siguiente administración, además de señalarse los resultados esperados al finalizar el proyecto.

1.4. Ubicación geográfica

El proyecto se encuentra en desarrollo dentro de las instalaciones del Centro Nacional de Metrología, ubicadas en el km 4,5 de la Carretera a Los Cués, en el Municipio de El Marqués, en el Estado de Querétaro, México.

1.5. Principales características técnicas

El proyecto comprende la construcción y equipamiento de 37 laboratorios de la más alta exactitud en los campos de la metrología mecánica, física, eléctrica y de materiales, en congruencia con la responsabilidad del CENAM de ofrecer sistemas de referencia y capacidades de medición que sean confiables y comparables internacionalmente, y que apoyen el desarrollo sostenible y sustentable del país.

Si bien el proyecto representa una unidad en cuanto a complementación de características técnicas, también se alinea a varios objetivos estratégicos del CENAM.

Objetivo Estratégico	Laboratorios
Reubicar y equipar patrones existentes para mejorar incertidumbre e impacto económico.	Laboratorios de los patrones de masa, densidad, presión.
Atender tecnologías emergentes en el área eléctrica.	Laboratorios del Efecto Hall Cuántico, Efecto Josephson Programable, Comparador de Corrientes Criogénico y Laboratorio de Multifunciones.
Desarrollar capacidades en áreas críticas para apoyar el crecimiento de la industria manufacturera nacional.	Laboratorios de Mediana Potencia Óptica, Caracterización Óptica de Materiales, Interferometría Láser, Máquinas de Medición de Coordenadas y Láser Tracker, Dureza.
Incrementar la cobertura de materiales de referencia para evaluación de conformidad con normas.	Laboratorios de metrología de materiales.
Posicionarse en nuevas áreas de desarrollo de la metrología de alto impacto económico.	Laboratorios de Nanometrología, Biometrología, Gravimetría.
Reforzar trazabilidad de mediciones en sectores de salud, seguridad de alimentos y ambiental.	Laboratorios de Tecnología Médica, Ultrasonido Clínico y laboratorios de metrología de materiales.

Los objetivos estratégicos y la inversión asociada a ellos, responden a la necesidad de adecuar y modernizar una infraestructura básica para el país, construida entre 1994 y 1996, que debe responder al avance tecnológico en los sistemas e instrumentos de medición, así como a los requerimientos actuales y previsibles de los sectores agrícola, manufacturero, salud y protección ambiental.

Conforme a los datos modificados en el 2006, registrados en la Unidad de Inversiones de la SHCP, el proyecto en su conjunto involucra una inversión total de 271,230.2 miles de pesos (mp). De dicha inversión 211,230.2.0 mp corresponden al rubro de Obra Pública y 60,000.0 mp a Equipamiento.

1.6. Unidades administrativas participantes

La planeación y ejecución del proyecto involucra a todas las áreas técnicas y la administrativa del CENAM:

- Dirección de Metrología Eléctrica;
- Dirección de Metrología Física;
- Dirección de Metrología de Materiales;
- Dirección de Metrología Física; y
- Dirección de Administración y Finanzas.

Las áreas técnicas, como usuarias finales de los espacios a construir y equipar, participaron directamente en la delimitación de los alcances del proyecto, vigilando en todo momento la correcta ejecución de los trabajos conforme a lo previsto y su recepción final para su propia utilización.

El área de Administración y Finanzas es la responsable de:

- La planeación de los alcances del proyecto, en coordinación con las áreas técnicas;
- Su registro ante la Unidad de Inversiones de la SHCP y la negociación de recursos presupuestarios necesarios para su realización;
- La contratación y supervisión de los trabajos de obra necesarios para su realización;
- De su entrega a las áreas técnicas, como los usuarios finales.

1.7. Nombre y firma del titular de la entidad y del responsable de la elaboración y resguardo del libro blanco



Dr. Héctor Nava Jaimes
Director General del
Centro Nacional de Metrología



Lic. Miguel A. Rincón Monteleone
Director de Administración y Finanzas del
Centro Nacional de Metrología

2. Fundamento Legal y Objetivo del Libro Blanco

2.1 Fundamento legal

Decreto para realizar la entrega-recepción del Informe de los asuntos a cargo de los servidores públicos y de los recursos que tengan asignados al momento de separarse de su empleo, cargo o comisión, expedido por el Titular del Ejecutivo Federal y publicado en el Diario Oficial de la Federación del 14 de septiembre de 2005.

Acuerdo para la Rendición de Cuentas de la Administración Pública Federal 2000-2006, expedido por el Titular del Ejecutivo Federal, y publicado en el Diario Oficial de la Federación del 14 de septiembre de 2005.

Acuerdo que establece las disposiciones que deberán observar los servidores públicos al separarse de su empleo, cargo, o comisión, para la Rendición del Informe de los Asuntos a su cargo y realizar la entrega-recepción de los recursos asignados, expedido por el Titular de la Secretaría de la Función Pública, y publicado en el Diario Oficial de la Federación del 13 de octubre de 2005.

Lineamientos para la formulación del Informe de Rendición de Cuentas de la Administración Pública Federal 2000-2006, así como para la elaboración e integración de Libros Blancos, emitido por el Titular de la Secretaría de la Función Pública, y publicado en el Diario Oficial de la Federación del 13 de octubre de 2005.

2.2. Objetivo

Informar el avance y lo que resta por hacer en la construcción del Edificio de Laboratorios Especiales, en proceso al cierre de la presente administración, así como del impacto esperado, para la atención de las necesidades metrológicas del País.

3. Antecedentes

La Ley Federal de Metrología y Normalización confiere al CENAM las funciones de desarrollar y mantener los patrones nacionales correspondientes a cada magnitud de medición. Alrededor de esta función sustantiva, el CENAM está encomendado a realizar funciones de alta importancia para el país, como:

- Asegurar la equivalencia de los patrones nacionales mexicanos respecto de patrones nacionales de otros países, con el propósito de apoyar técnicamente la relación del intercambio de bienes y servicios con el resto del mundo;
- Apoyar el aseguramiento de la confiabilidad y uniformidad de las mediciones que se realizan en los sectores económicos y sociales del país, mediante la calibración de instrumentos de medición, la certificación de materiales de referencia y la evaluación de la competencia técnica de laboratorios de calibración;
- Promover la aplicación del conocimiento y de las experiencias de la metrología en la industria nacional mediante proyectos de investigación aplicada, asesorías, entrenamiento de técnicos y especialistas, y programas educativos;
- Participar en las tareas nacionales de normalización mediante la confirmación de los métodos de medición aplicables a la evaluación de la conformidad de bienes y servicios respecto de normas y la comparación de los métodos de medición citados por las normas mexicanas respecto de lo establecido en normas internacionales;
- Mantener convenios de cooperación científica y tecnológica con instituciones nacionales y en otros países en metrología primaria, buscando que los patrones nacionales mexicanos mantengan el más alto nivel de exactitud de medición que los sitúe como referencias nacionales de medición, y que puedan asegurar la confiabilidad de patrones e instrumentos de medición que posee la industria mexicana.

El campo de acción de las actividades de la metrología en el país, incluye la competitividad de los sectores productivos y la procuración de un nivel de vida de mayor calidad para los ciudadanos.

De lo anterior se infiere que las principales ocupaciones del CENAM son: a) el mantener una alta capacidad científica y tecnológica para atender las funciones encomendadas; b) el apoyar a la sociedad mexicana en la satisfacción de sus necesidades de medición presentes y futuras.

3.1 La naturaleza de la actividad del CENAM

3.1.1 En el ámbito nacional

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización dispone, con carácter de orden público e interés social, que el Sistema General de Unidades de Medida (SGUM) es el único legal y de uso obligatorio en México. Este Sistema se integra entre otras, con las unidades básicas, derivadas y suplementarias del Sistema Internacional de Unidades, SI.

En la Ley se manifiesta la necesidad de mantener un sistema único de unidades de medida y de asegurar la confiabilidad de las mediciones que se realicen en el país. Para cuidar estos dos aspectos, se crea el Sistema Nacional de Calibración (SNC) y se asigna a la Secretaría de Economía la función de autorizar y controlar los patrones nacionales de las unidades básicas y derivadas del SGUM. Asimismo, la Ley convoca al CENAM a figurar como el laboratorio primario del SNC, a conservar los patrones nacionales de medición y a realizar las funciones descritas en la sección anterior.

La trazabilidad de las mediciones es una característica de las mismas que permite determinar su confiabilidad y uniformidad respecto de patrones nacionales o internacionales de medición. El procurar que los patrones nacionales de medición mantengan un alto nivel de confiabilidad y que sean comparables contra patrones nacionales de otros países, es una actividad fundamental del CENAM.

3.1.2 En el ámbito internacional

Para los sectores productivos nacionales es crítico asegurar la calidad de los bienes y servicios que participan en transacciones internacionales, así como cumplir con normas y regulaciones internacionales en aspectos de mercado, el uso óptimo de los recursos naturales y el control de contaminantes. Se requieren mediciones confiables y uniformes para asegurar

la calidad de sus productos y su adherencia al Sistema Internacional de unidades de medición.

La dinámica de los mercados internacionales exige determinar la comparabilidad de las mediciones que se practican a bienes y servicios que intervienen en transacciones comerciales. México está adherido a la Convención del Metro, que es una organización de carácter internacional y está orientada a procurar la uniformidad y confiabilidad de las mediciones entre los países firmantes. El Sistema Internacional de Unidades, SI, es un acuerdo firmado por los países pertenecientes a la Convención del Metro, y su objetivo principal es designar la definición internacional de las unidades de medición, a fin de mantener la comparabilidad de las mediciones realizadas entre los países firmantes y de sentar las bases para asegurar la confiabilidad y uniformidad de las mismas.

Desde 1999 el CENAM participa en el acuerdo de reconocimiento mutuo firmado por los laboratorios nacionales de metrología de los países adheridos a la Convención del Metro. Los objetivos de este acuerdo son: establecer el grado de equivalencia de los patrones nacionales mantenidos por los laboratorios, proveer el reconocimiento mutuo de los servicios de calibración y medición emitidos por los mismos y proveer a los gobiernos con una plataforma técnica segura para establecer acuerdos relacionados con el comercio internacional y sus aspectos regulatorios.

3.2 Los beneficios de la actividad del CENAM

En el siguiente análisis se destaca de manera relevante, que las líneas de acción que el CENAM debe explotar para satisfacer las necesidades actuales y futuras de los sectores productivos y sociales, están en metrología primaria (del mayor contenido científico y tecnológico), en patrones nacionales de medición, en el desarrollo de materiales de referencia certificados, y en nuevas tecnologías de medición:

3.2.1. Beneficios sociales.

Estos beneficios se aprecian con mayor objetividad si se considera la necesidad de asegurar la confiabilidad y la uniformidad de las mediciones que se practican en múltiples actividades de la sociedad: en la protección al consumidor y en el intercambio equitativo de bienes y

productos; en la protección de los sistemas nacionales de transporte y comunicaciones; de la salud humana, del medio ambiente, del individuo en las actividades laborales; en los esquemas de seguridad pública y de protección civil; en las disposiciones oficiales de protección y uso de los recursos naturales; en el uso eficiente de la energía.

De particular importancia para el proyecto que se presenta en este documento, es el incremento de mediciones de mayor exactitud que se requieren en algunas actividades, por ejemplo, en el uso de nuevas tecnologías de medición en equipo para diagnóstico y tratamiento médico y en el desarrollo de fármacos; en el desarrollo y uso de organismos genéticamente modificados; en la determinación de la inocuidad de alimentos; en la determinación de riesgos a la salud por el uso de tecnologías de radiaciones ionizantes (con sustancias radioactivas) y no ionizantes (ultrasonido médico, resonancia magnética nuclear); las tecnologías de medición utilizadas en las transacciones comerciales de grandes volúmenes de cantidad, por ejemplo, hidrocarburos, combustibles, granos, alimentos.

3.2.2. Beneficios en los sectores productivos.

Los beneficios que se presentan con mayor incidencia están relacionados con las actividades para el aseguramiento de la calidad de bienes y servicios. Más allá de estos beneficios, las grandes empresas demandan actualmente al CENAM un soporte técnico de mayor contenido tecnológico que les permita poder invertir en nuevas tecnologías de producción, las cuales descansan en tecnologías de medición de mayor exactitud y complejidad. Otro aspecto significativo de la demanda de la industria es la disponibilidad de materiales de referencia certificados que se requieren en procesos productivos tales como: química, farmacéuticos, biológicos, alimentos, agrícolas, siderúrgicos, petro-químicos, automotriz.

3.3. Motivación estratégica del proyecto

Con base en el panorama antes descrito, el proyecto del Edificio de Laboratorios Especiales fue motivado para atender las líneas estratégicas que se mencionan a continuación.

3.3.1 Tendencias que impactan la actividad del CENAM

- Nuevas tecnologías de medición de mayor exactitud y capacidad de aplicación en diversos procesos productivos;

- Disponibilidad de materiales de referencia certificados para la confirmación metrológica de equipos e instrumentos de medición y de métodos de medición aplicados en procesos industriales en química y biología; en equipos de medición utilizados en análisis químicos, médicos, de partículas suspendidas en aire y residuos en agua; en equipos de medición utilizados en la producción de fármacos, alimentos, fertilizantes, combustibles; determinación del grado de inocuidad alimentaria; determinación de propiedades alimenticias; capacidad calorífica de combustibles; medición de contaminantes en procesos productivos y emitidos al medio ambiente;
- Políticas nacionales sobre la competitividad industrial y el nivel de la calidad de la población;
- Desarrollo de nuevas tecnologías de producción y comercialización de productos: comunicación, informática, mercados electrónicos;
- Normatividad internacional sobre la calidad de los productos, sobre la administración ambiental en los procesos productivos y uso óptimo de recursos naturales en las tecnologías de producción;
- Exigencia de trazabilidad de las mediciones a proveedores de productos y servicios en el sector salud.

3.3.2. Fortalecimiento de actividades internas

- En los primeros años de operación del CENAM la inversión económica, se orientó al establecimiento de laboratorios de metrología que la industria nacional reclamaba con mayor urgencia y a la capacitación de expertos en laboratorios de alto nivel internacional.
- La demanda de la industria en los últimos 8 años se ha orientado a: disponer de capacidades de mediciones de mayor exactitud, de una amplia variedad de materiales de referencia certificados y de capacidad técnica para atender los requerimientos de trazabilidad de las nuevas generaciones de instrumentos de medición.
- La reducida capacidad de inversión ha generado situaciones críticas:
 - Capacidad insuficiente para el desarrollo, certificación y venta de materiales de referencia para la evaluación de la conformidad de productos respecto de normas y regulaciones en: salud, seguridad de alimentos, productos petro-químicos y medio ambiente;

- Alto riesgo de obsolescencia en tecnologías de medición: mediciones nanométricas, eléctricas, de temperatura, de humedad en sólidos, de medición de propiedades ópticas y químicas de la materia;
- Operación de los patrones nacionales en condiciones ambientales que degradan la confiabilidad de su valor de medición.
- La capacidad de reposición de equipamiento de los laboratorios, aún con tasas bastante modestas de depreciación, ha sido estrecha e insuficiente. Del ejercicio 2000 al 2005, los Activos Totales y el Patrimonio de la Entidad disminuyeron en promedio un 30%.

3.4. Problemática y necesidades a satisfacer

3.4.1. Reubicar y equipar patrones existentes para mejorar la incertidumbre de medición

Los patrones de medición de alto impacto económico, por su relación con mediciones en un amplio espectro de sectores económicos, requieren de mejorar las condiciones ambientales en que se mantienen y del equipamiento utilizado en su operación.

Por ejemplo, más del 60% del PIB está relacionado a mediciones de masa. El valor del patrón nacional de masa se transfiere a patrones de trabajo con una incertidumbre de entre 14 y 16 μm , debido principalmente a que el equipo con que se cuenta es obsoleto e incluso, no es posible conseguir refacciones para el mismo, además de que las condiciones ambientales no son estables. Este proyecto permitirá reducir la incertidumbre de medición a 7 y 8 μm con sólo modernizar el equipamiento y mejorar las condiciones ambientales del laboratorio que alberga este patrón nacional. El impacto de la mejora está en mantener la comparabilidad internacional de este patrón y en atender nuevas tecnologías de medición de masa que ya tiene la industria mexicana.

En el caso del patrón de densidad, su incertidumbre actual no satisface los requerimientos de los clientes, con lo cual se impacta de manera importante la incertidumbre a nivel de mediciones finales y de proceso en las industrias de alimentos, bebidas y productos químicos y petro-químicos, principalmente. Ello debido a que el patrón actual es secundario y presenta limitaciones físicas con relación a los patrones primarios de densidad existentes en el mundo.

Con el proyecto se obtiene el patrón primario y se dispone de instrumentación y condiciones ambientales especiales para su operación.

En el caso del patrón de presión¹, el laboratorio donde se encuentra el manobarómetro de mercurio presenta vibraciones que incrementan hasta en 50% la incertidumbre del instrumento. La medición de la presión en el manobarómetro depende, entre otras variables, de la determinación de la altura de la columna de mercurio por medio de interferometría láser. Actualmente la desviación estándar de la medición de la altura es del orden de 1,5 μm a pesar de que la resolución es de 0,01 μm ; esta desviación estándar provoca que la incertidumbre en la medición de la presión se incremente. El proyecto incluye una cimentación adecuada para evitar las perturbaciones provocadas por las vibraciones y el desarrollo de un método de medición que permitirá una menor incertidumbre.

3.4.2. Atender tecnologías emergentes en el área eléctrica

3.4.2.1. Efecto Josephson Programable

El CENAM adquirió en 1995 un sistema tipo comercial del Efecto Josephson con el cual se mantiene actualmente el patrón nacional de tensión en corriente continua. Por la sensibilidad muy alta que tiene esta tecnología a ruido electromagnético y variación de condiciones ambientales, es muy difícil atender los servicios de calibración que la industria pide actualmente, y resulta imposible ofrecer la atención a las nuevas tecnologías de medición que ya se empiezan a ofrecer en el país. Se estima que por cada calibración que se realiza en el CENAM con trazabilidad al efecto Josephson, los laboratorios acreditados e industriales realizan 10,000 calibraciones y mediciones a la industria por año; esto es, alrededor de 2.5 millones de servicios de calibraciones de medidores de variables eléctricas en el país por año. La tecnología del Josephson Programable supera las dificultades operativas mencionadas, asegurando la oferta del CENAM hacia la industria.

3.4.2.2. Efecto Hall Cuántico

¹ La presión, resultante de la fuerza que se aplica a un objeto por unidad de área o superficie, es una magnitud de medición con un amplio espectro de aplicaciones industriales. Se estima que el 85% de los procesos productivos en el sector de manufactura y transformación debe realizar mediciones confiables de presión para garantizar las cualidades de productos y servicios.

El patrón nacional de resistencia eléctrica se basa en el experimento del efecto Hall cuántico. Es urgente contar con un nuevo laboratorio de mayor especificación en condiciones ambientales, mínimo ruido electromagnético y alta calidad del suministro de energía eléctrica, así como con un laboratorio para desarrollar comparadores de corriente de tipo criogénico, tales que permitan una reproducción más efectiva y eficiente del efecto Hall cuántico, así como la realización de servicios de medición y calibración de alta confiabilidad de resistencia eléctrica. Se estima que anualmente se realizan más de 3 millones de mediciones de resistencia eléctrica en el país, que tienen una relación de trazabilidad hacia el patrón nacional de resistencia eléctrica mantenido en el CENAM.

3.4.2.3. Instrumentos de Medición Tipo Multifunciones

Es necesario contar con un nuevo laboratorio para la calibración de instrumentos multifunción de alta exactitud, tanto los de la generación actual como de aquellas por venir. El costo-beneficio de los instrumentos multifunción es muy alto, lo que propicia que los laboratorios de calibración e industriales los utilicen ampliamente para calibrar una enorme cantidad de medidores industriales. Los instrumentos multifunción de alta exactitud son utilizados por a) industrias ensambladoras para la calibración de medidores utilizados en las líneas de producción; b) laboratorios del sector eléctrico para la calibración de medidores de parámetros eléctricos como los utilizados en estaciones y subestaciones eléctricas, en sistemas de control y de automatización. Se estima que la relación requisito-trazabilidad/capacidad-servicio² sea mayor de 10 000, es decir, la calibración de un instrumento multifunciones en el CENAM permite que ese instrumento sea utilizado para realizar la calibración de 10 000 medidores.

3.4.3. Desarrollar capacidades en áreas críticas para apoyar el crecimiento de la industria manufacturera nacional

3.4.3.1 Metrología de Rayos Láser

Los láseres están siendo empleados cada vez más en diversos procesos industriales, en sistemas de análisis de muestras biológicas y en tratamientos médicos y quirúrgicos. Existe

² Este término se emplea para describir la relación entre el costo realizado en la calibración de un instrumento multifunción para asegurar su trazabilidad a patrones nacionales, y el costo de los servicios de calibración que se pueden realizar con ese instrumento ya calibrado.

en la actualidad una gran diversidad de equipos en consultorios públicos y privados que, bajo el uso de radiación láser, tratan diferentes padecimientos, desde operación de córnea hasta destrucción de coágulos. En las aplicaciones industriales se encuentran el marcado de superficies, comunicaciones por fibra óptica, entre otras. Para asegurar el control de productos y servicios suministrados, así como para evitar daños a la salud, se debe contar con equipo en correcta operación y calibrado.

3.4.3.2. Materiales de Referencia para Métodos Ópticos

Existen una gran cantidad de empresas que emplean cada vez con mayor frecuencia métodos ópticos de análisis para evaluar diversas propiedades, desde materia prima hasta producto terminado, con la finalidad de asegurar la calidad de productos y servicios. El contar con equipo en correcta operación y calibrado para asegurar el control de productos y servicios suministrados es vital para estas empresas, por ello requieren materiales de referencia que permitan realizar la calibración y verificación rutinaria de los equipos empleados. Adicionalmente, se requiere contar con los materiales de referencia y equipo calibrado en los laboratorios que se dedican a evaluar y certificar conformidad de productos importados así como para cumplimiento de aspectos ambientales y de seguridad.

Entre los materiales de referencia cuya demanda gradualmente va en ascenso, considerando los dictámenes de trazabilidad emitidos por la División de Óptica y Radiometría del CENAM de 2003 a la fecha, destacan los siguientes:

- Disolución de formazina para turbidez
- Filtro de óxido de holmio para espectrofotometría
- Filtros de densidad neutra para espectrofotometría
- Solución de color de azúcar
- Fosfato de potasio en absorbancia
- Patrones de color cerámicos
- Disolución de platino-cobalto
- Estándar de nitrógeno y estándar de fosfato
- Tableta para densitometría en rayos X
- Filtros de densidad neutra para medidor de elisa

- Material de referencia de índice de refracción

Estos materiales de referencia son ampliamente utilizados en aplicaciones como a) Calibración de equipo de análisis de agua potable o residual para el cumplimiento de normas ambientales y de salud, b) Calibración de espectrofotómetros en ultra violeta visible, UV-VIS, con muy diversas aplicaciones, c) Calibración de equipo para control de calidad, d) Calibración y verificación de equipo de rayos X, y e) Calibración de equipo de análisis clínico.

3.4.3.3. Metrología en Vibraciones Mecánicas

Se requiere establecer patrones de referencia de las magnitudes dinámicas angulares. Actualmente la industria nacional emplea una gran cantidad de codificadores ópticos angulares que miden el movimiento angular de elementos mecánicos que están sometidos a desplazamientos angulares, sin embargo, éstos no están calibrados debido a la falta de patrones de referencia. Lo anterior conduce a los errores de medición y su impacto en la degradación de las características de calidad de sus productos.

El sector automotriz requiere medir la vibración angular en aspectos críticos como en el motor de combustión interna, el tren motriz y la suspensión, tal que el error de transmisión se mantenga bajo y la transmisión de potencia en el vehículo sea continua. La falta de servicios de calibración relacionados con las magnitudes dinámicas angulares conducen a serias desventajas del sector automotriz nacional respecto de sus competidores internacionales.

Los vehículos de transporte terrestre, aéreo y marítimo requieren de equipos de medición de vibración angular en diversos sistemas como son el de potencia de propulsión, y sobre todo el de nivelación y orientación. En algunos casos los sistemas de monitoreo que dependen de mediciones de vibración angular son vitales durante el recorrido o desplazamiento de un vehículo, por lo que las calibraciones confiables de alta exactitud son requerimientos que deben cumplirse satisfactoriamente.

La falta de sistemas de referencia en las magnitudes dinámicas angulares limita el desarrollo técnico y científico del CENAM, impiden los beneficios de la trazabilidad a Patrones Nacionales en las magnitudes relacionadas. Adicionalmente, limitan la competitividad de las

empresas nacionales, y de sus productos, frente a sus competidores internacionales; retrasando el desarrollo de éstas y posibles nuevas empresas; entre ellas laboratorios secundarios en las magnitudes relacionadas.

3.4.3.4. Máquinas de Medición de Coordenadas y Láser Tracker

La industria requiere de servicios de medición y calibración de patrones y prototipos con geometrías complejas, calibración de distanciómetros, láseres tracker, bloques patrón largos y la medición de micro rugosidad, con el fin de contar con una referencia de la más alta confiabilidad para sus mediciones en los servicios mencionados y, de esta forma, reducir tiempos de medición, número de rechazos y, por tanto, costo de los servicios.

3.4.3.5. Patrón Primario de Dureza

En la actualidad, el país no cuenta con una trazabilidad directa a un Patrón Primario en la magnitud de dureza, por lo que el trabajo realizado en la industria, en el mejor de los casos, es trazable algún otro laboratorio nacional en el mundo y muchas de las veces las mediciones que se realizan se basan en el uso de bloques de referencia sin ningún tipo de certificado o validez de trazabilidad, lo que hace vulnerable y cuestionable la calidad de los productos terminados.

3.4.4. Incrementar la cobertura de materiales de referencia para satisfacer las necesidades del país

Para establecer la trazabilidad de mediciones en cantidad de sustancia, es necesario contar con materiales de referencia certificados (MRC) por el laboratorio nacional de cada país. En México, el CENAM es el organismo que tiene la responsabilidad de desarrollarlos y certificarlos desde 1996. Debido al corto tiempo del programa de desarrollo de materiales de referencia certificados, MRC, y a la falta de recursos financieros, el CENAM no ha podido avanzar de manera suficiente de acuerdo a las necesidades del país, razón por la cual los usuarios tienen que buscar estos MRC en otros países y con proveedores comerciales.

Existen en el país 967 normas que requieren el uso de materiales de referencia, de las cuales 178 son obligatorias (NOM) y 789 voluntarias (NMX). La verificación de la conformidad con

respecto a las NOM implica contar con un universo de 487 materiales de referencia. Para verificar la conformidad con las NMX se debe contar con 620 materiales adicionales.

Para identificar las necesidades no cubiertas en materia de MRC, el CENAM realizó un análisis de la trazabilidad a patrones extranjeros de 10 761 analitos³, para el periodo de Junio de 2003 a Mayo de 2004, cuyos resultados se muestran en la Tabla 1. Con base en este análisis y de las necesidades de los usuarios identificadas a partir de seminarios organizados por el CENAM y otras instituciones públicas con representantes de los sectores de alimentos, ambiente, agrícola y clínico, se concluye que:

- El 26% de las necesidades no cubiertas corresponden a compuestos inorgánicos e orgánicos de alta pureza, cuya disponibilidad impacta sobre la calidad de las disoluciones inorgánicas (categorías 2.1 y 2.3), y orgánicas (categorías 3.1, 3.3 y 3.4).
- La oferta actual de los MRC del CENAM cubre apenas un 22% de las necesidades, que corresponden a un número limitado de las disoluciones espectrométricas, incluyendo los MRC de matriz acuosa de la categoría 2.1, y de las disoluciones orgánicas 3.4, así como los MRC para pH y conductividad de las categorías 6 y 7. El número de unidades suministrados fue de 1,752 en 2003 y de 987 hasta mayo de 2004, que corresponden a alrededor de 17 % de la demanda. Esto implica que la oferta actual no cubre los MRC de mayor demanda, y además no cubre la variedad requerida de MRC de matriz compleja.
- La oferta de los MRC en matriz compleja está totalmente limitada por la capacidad actual de manejo de materiales. Los MRC de matriz compleja identificados en el informe del dictamen de trazabilidad son, mezclas de gases (categorías 4.2, 4.3 y 4.6), productos de petróleo (12.2), tejido vegetal y animal para alimentos (11.1, 11.2 y 11.4), sedimentos (13.1), suelos, incluyendo agrícola (13.2), minerales (13.3 y 14.1), metales (8.1 y 8.4) y suero y materiales biológicos (10.1 y 10.2).

Asimismo, con el fin de identificar con mayor precisión las necesidades de MRC en matriz compleja, se profundizó en el análisis de las normas obligatorias y voluntarias, de lo cual se concluye que:

³ A partir del 2002, y a solicitud de la Dirección General de Normas, el CENAM viene realizando dictámenes de trazabilidad de materiales de referencia utilizados por laboratorios y la industria. Estos servicios los proporciona el CENAM sin costo.

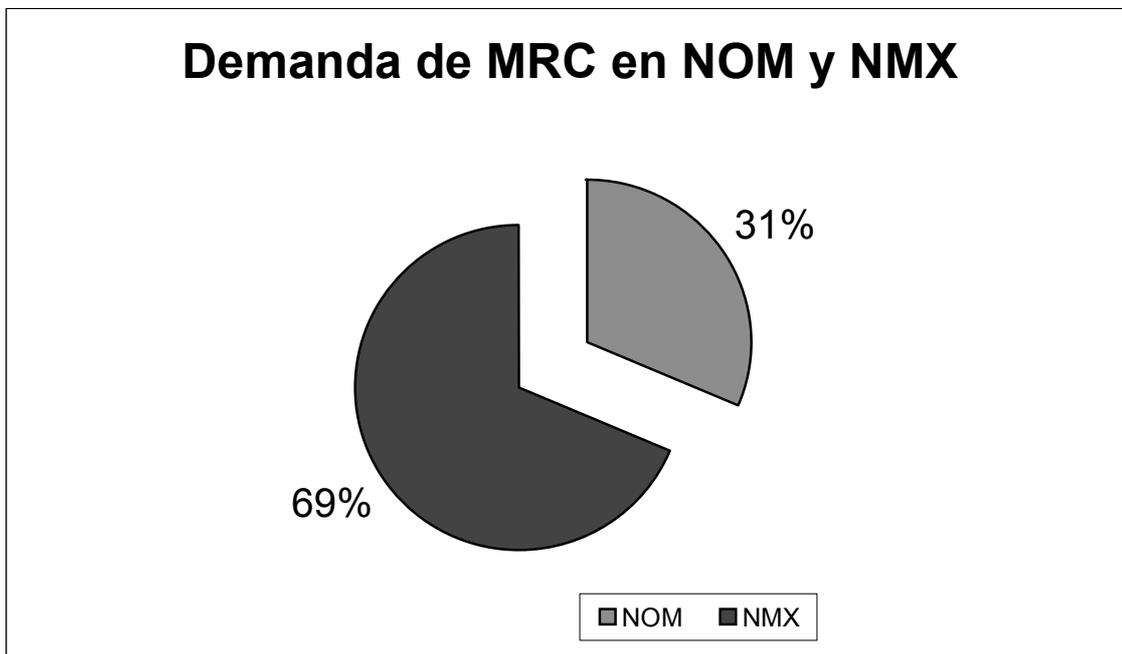
- Existe una demanda total nacional de 358 tipos de materiales de referencia, de los cuales 231 (68%) corresponden a normas obligatorias, y 107 (31%) a normas voluntarias.
- Los materiales de referencia de mayor demanda, con base en la clasificación emitida por el CCQM del BIPM⁴, son aquellos relacionados a alimentos; sedimentos, suelos, minerales y partículas; metales y aleaciones; agua; combustibles y gases. Con lo que se muestra que más del 75% de la demanda por MRC en matriz compleja se genera por necesidades de normatividad en alimentación y protección ambiental.

Dictamen de la trazabilidad a patrones extranjeros para el periodo de Junio de 2003 a Mayo de 2004 (*)

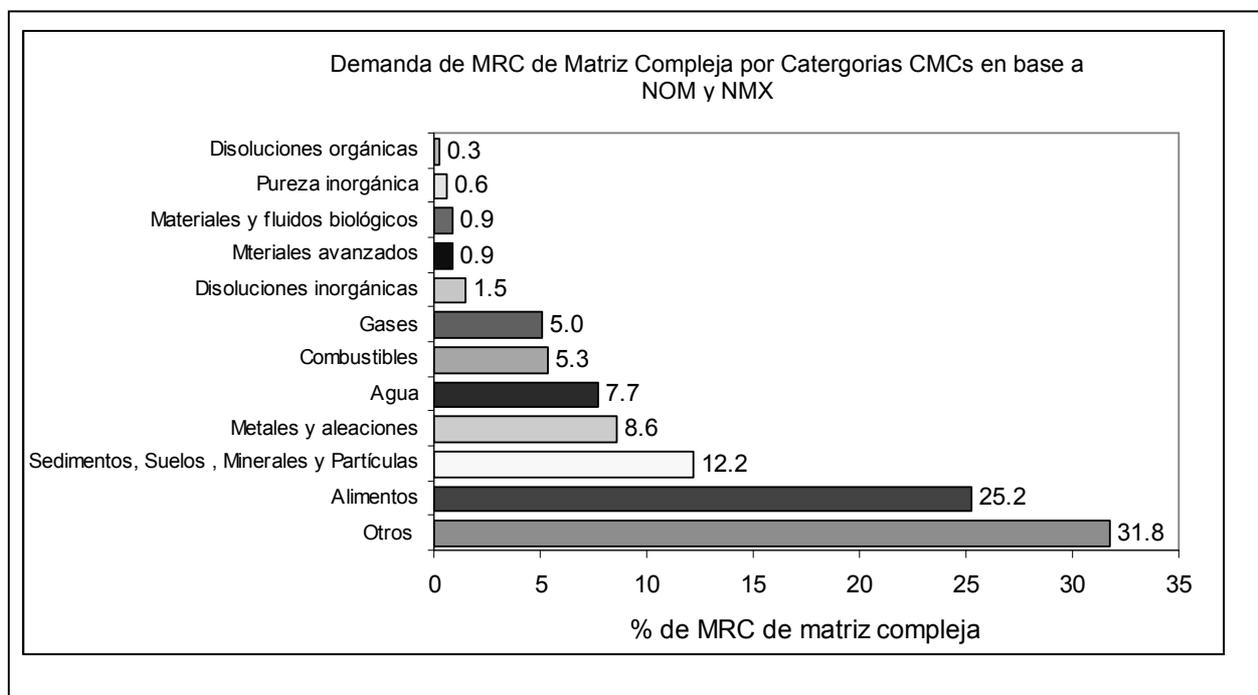
⁴ Comité Consultivo de Materiales Química del Bureau Internacional de Pesas y Medidas.

Categoría	Nombre de categoría	600	610	620	630	Total general
1	Compuestos de Alta pureza					
1.1	Compuestos inorgánicos de alta pureza			629	3	632
1.2	Compuestos orgánicos de alta pureza	1		24	2174	2199
1.3, 1.4, 1.5	Metales de alta pureza, Isotópicas de alta pureza y otros			18	3	21
2	Soluciones Inorgánicas					
2.1	Soluciones inorgánicas elementales	3	3	1555		1561
2.2	Soluciones inorgánicas aniónicas			83	2	85
2.3	Soluciones inorgánicas otros			383	18	401
3	Soluciones Orgánicas					
3.1	Soluciones orgánicas PAH's			2	560	562
3.2	Soluciones orgánicas PCB			1	111	112
3.3	Soluciones orgánicas plaguicidas				575	575
3.4	Soluciones orgánicas otros	11		15	2341	2367
4	Gases					
4.1	Gases de alta pureza				3	3
4.2	Gases de medio ambiente				451	451
4.3	Gases de combustibles				201	201
4.6	Gases otros				103	103
5	Agua					
5.1	Agua potable			29		29
5.2	Agua contaminada			102		102
5.4	Agua otros			80		80
6	pH	3		1	190	194
7	Conductividad Electrolítica			1	65	66
8	Metales y Aleaciones metálicas					
8.1	Metales ferrosos		282			282
8.4	Otros metales y aleaciones			8		8
10	Fluidos y Materiales Biológicos					
10.1	Sangre, Plasma y suero				2	2
10.2	Fluidos renales				28	28
10.7	Otros biológicos	12			41	53
11	Alimentos					
11.1	Constituyentes nutricionales			12	54	66
11.2	Contaminantes			3	1	4
11.4	Otros alimentos			3	3	6
12	Combustibles					
12.2	Productos del petróleo		466	7	40	513
13	Sedimentos, Suelos y Partículas					
13.1	Sedimentos			1	3	4
13.2	Suelos			35		35
13.3	Minerales				15	15
4	Otros Materiales					
14.1	Cementos			1		1
	Total	30	751	2993	6987	10761

(*) La clasificación de la información por 600, 610, 620 y 630 corresponde a la dirección de materiales y sus divisiones de cerámicos, metálicos y orgánicos, respectivamente.



Demanda de materiales de referencia de matriz compleja en normas oficiales mexicanas, NOM, y normas mexicanas, NMX.



Demanda de materiales de referencia de matriz compleja.

3.4.5. Posicionarse en nuevas áreas de desarrollo de la metrología de alto impacto económico

La biotecnología es una de las áreas que se identifican como claves para el siglo XXI. La biotecnología se enfoca sobre un grupo de herramientas que emplean organismos vivos o parte de ellos para hacer o modificar productos, mejorar plantas o animales o desarrollar micro-organismos para usos específicos. Las aplicaciones más importantes de la industria de la biotecnología han sido fundamentalmente en áreas relacionadas con la salud, como la industria farmacéutica, pero la tecnología está madurando en otras áreas tales como agricultura, alimentación, monitoreo ambiental y remediación, química fina, bioinformática y desarrollo de biomateriales.

En la actualidad el CENAM no tiene demanda metrológica para estos segmentos, aunque debemos esperar una intensa actividad en este sentido en los próximos años. México es miembro de diversos acuerdos a nivel mundial (Convenio de Biodiversidad Biológica, entre otros), por los cuales se compromete a mantener bajo regulación los asuntos relacionados con la diversidad biológica. Estos convenios proporcionan un enfoque completo y holístico para la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de los recursos naturales y la participación justa y equitativa en los beneficios provenientes del uso de los recursos genéticos.

Este concepto atañe a la necesidad de proteger la salud humana y el medio ambiente frente a posibles efectos adversos de los productos de la moderna biotecnología. Desde el punto de vista técnico a nivel mundial se están realizando estudios e investigaciones con la finalidad de lograr encontrar la comparabilidad entre las mediciones realizadas por diferentes laboratorios en éste área, ya que actualmente no se cuenta con materiales de referencia para un gran número de las mediciones relacionadas con la biometrología, por lo que es importante para el CENAM desarrollar capacidades en mediciones de esta índole para evitar que la industria en México se encuentre en una posición de desventaja competitiva en mercados nacionales e internacionales, y a evitar los efectos de potenciales barreras técnicas.

Por su parte la nanotecnología es un área interdisciplinaria de investigación muy activa que ha surgido en los últimos 30 años con el vertiginoso avance tecnológico y científico de la industria electrónica. Esta área tiene importantes aplicaciones comerciales y seguramente será la tecnología dominante en las próximas décadas.

Se considera como regla general que la nanotecnología comprende la manipulación de las características físicas y tecnológicas de sistemas que al menos posean una dimensión física en el orden de 100 nm o menores. Es muy importante resaltar que en este caso, tales sistemas poseen nuevas características físicas y químicas que resultan de fenómenos como el confinamiento cuántico que ocurren a dimensiones nanométricas (10^{-9} m).

Nuestra capacidad y habilidad para explotar y desarrollar las aplicaciones metrológicas se basa en la comprensión y en la investigación de la física básica que gobierna dichos fenómenos en los materiales. En general, la nanotecnología desempeña un rol fundamental en la industria electrónica, en la manufactura de los dispositivos electrónicos, opto electrónicos, transistores de alta velocidad, diodos emisores de luz, láseres de semiconductores, entre otros.

Se conoce que la participación de la industria electrónica en los procesos de producción de otras industrias es fundamental, así tenemos por ejemplo en los sectores automotriz, electrodomésticos, fabricación de equipos de medición, fotocopiado y fotografía, solo por mencionar algunos.

La mayoría de los dispositivos electrónicos y opto electrónicos se fabrican con materiales semiconductores usando tecnologías de películas delgadas. Debido a las exigencias del mercado en este sector los productos deben ser muy eficientes y esto hace que los componentes sean muy delgados y pequeños. La parte esencial de todos los componentes radica en la interfaz entre dos materiales diferentes. Estas interfaces producen barreras potenciales y trampas que generan defectos en los dispositivos y afectan su eficiencia, por lo que se necesita realizar estudios intensivos de las superficies metálicas y semiconductoras para asegurar la calidad de las interfaces.

En la industria de semiconductores la metrología se entiende como las mediciones físicas que se realizan en los procesos de control en línea. Los ingenieros utilizan esta palabra para describir los procedimientos para medir magnitudes como espesores de capas muy delgadas, morfología y calidad de superficies de sustratos de silicio, GaAs, GaInP utilizados en la fabricación de chips, energía de la banda prohibida, esfuerzos, campos eléctricos superficiales, composición en aleaciones semiconductoras, entre otros.

Como ya se ha mencionado anteriormente la industria electrónica es grande en México, con alrededor de 1,400 empresas que proporcionan empleo a cerca de 80,000 trabajadores aproximadamente. Estas plantas se han concentrado en distintas regiones del país lo que ha permitido el desarrollo de importantes agrupamientos industriales, en las zonas norte, occidente y centro del país. Asimismo se ha desarrollado una especialización a nivel regional por tipo de producto, distinguiéndose cuatro grandes agrupamientos por valor de producción: Baja California en la fabricación de equipos de audio y video; Jalisco en equipo de cómputo; Chihuahua en productos de audio y video.

En la década de los noventa la industria electrónica en México vivió su mayor auge. Durante estos años se establecieron, además de una gran cantidad de empresas ensambladoras, firmas que generaron inversiones en algunas áreas de proveeduría como plástico, metálicos, cables, arneses y empaques. Actualmente esta industria es estable y mantiene su crecimiento. Actualmente el CENAM, no cuenta con un laboratorio de nanometrología, para satisfacer las demandas de mediciones nanométricas de la industria electrónica y de alta tecnología de nuestro país, las cuales tienen que recurrir a laboratorios del extranjero.

Aunque la industria de semiconductores se contrajo en los últimos años, lo que en México se manifestó en el cierre de plantas o reducción de operaciones por algunas empresas, se espera una recuperación importante de las ventas de este tipo de productos a nivel mundial. En México, el Gobierno de Baja California, tiene planeado construir un parque industrial de alta tecnología (llamado el Silicon Border) con el que se pretende ofrecer una infraestructura base para la fabricación y desarrollo de semiconductores, chips de computadoras, circuitos electrónicos avanzados, software, electrónica especializada y biotecnología, semiconductores en los próximos años. Este proyecto se planea ubicar en Mexicali y

considera una inversión de 400 millones de dólares. Información tomada de El Financiero, del día lunes 19 de julio de 2004.

Además de las aplicaciones en la industria electrónica la nanometrología tiene importantes aplicaciones en áreas que se desarrollan actualmente en México como son: la fabricación de MEMS (Micro Electro Mechanical Systems), el uso de nanoquímica y la aplicación de la microcirugía.

3.4.6. Proporcionar trazabilidad a mediciones en salud, seguridad de alimentos y protección ambiental

De los resultados del análisis de las normas obligatorias y voluntarias en México se desprende la importancia que tiene para el país la seguridad de alimentos y la protección de la salud y del medio ambiente, relevancia que sólo puede acrecentarse en el futuro. Se ha argumentado en este sentido que el CENAM necesita reforzar su capacidad de desarrollar y certificar materiales de referencia relacionados con la normatividad en estos sectores, no sólo por su importancia, sino también para mejorar la calidad de las mismas y su efectividad de implantación mediante un mejor y mayor apoyo metrológico.

El valor económico asociado a los sectores de salud y medio ambiente es cercano al 20% del PIB. En materia ambiental, por ejemplo, se estiman costos anuales de alrededor de 600 mil millones de pesos, costos medidos en términos del gasto requerido para compensar el deterioro ambiental generado por la actividad económica. Ello significa que cada diez años se acumula un pasivo por deterioro ambiental equivalente al total del PIB, asumiendo tasas iguales de crecimiento para ambos conceptos., lo cual puede no ser así. Si bien la medición por si misma puede no ser un factor directo de reducción de costos, desempeña un papel crítico por cuanto delimita la magnitud de los problemas, dimensiona el valor cuantitativo de causalidades y efectos y, no menos importante, reduce los costos de transacción asociados a disputas en materia de contaminación.

Igualmente delicado desde el punto de vista de la salud es la falta de evidencia de trazabilidad de equipos e instrumental médico.

Los equipos que utilizan tecnología láser, por ejemplo, son de uso extendido en cuestiones de oftalmología, como corrección de miopía, eliminación de tumores oculares, retinopatía diabética y problemas en las membranas del ojo, aplicaciones en las cuales se requiere de alta exactitud. Para asegurar el control de productos y servicios suministrados, así como evitar daños a la salud, se debe contar con equipo en correcta operación y calibrado.

El país no cuenta con la infraestructura y mecanismos de prevención que permitan minimizar posible riesgos asociados con el uso inadecuado de la tecnología ultrasónica en aplicaciones médicas. Aspectos como la aprobación de tipo y la calibración de equipo ultrasónico constituyen áreas de oportunidad para las cuales la infraestructura de medición, que está siendo contemplada en este proyecto, pretende contribuir en la atención de dicha problemática.

La prestación de servicios médicos que estén respaldados por un sistema de calidad, personal competente, así como la aplicación de métodos y el uso adecuado de la tecnología médica debe necesariamente impactar en la calidad de vida de todo aquel individuo que recibe un servicio médico. La tendencia en el uso de ultrasonido es ascendente, particularmente ultrasonidos en 3 dimensiones, en tanto que la infraestructura nacional para verificar las características de operación y establecer la conformidad respecto a normas de referencia para dichos equipos es, por demás, insuficiente.

Costos por degradación ambiental.

	Valor (MM\$)	Unidades (MM de toneladas *)	Costo Promedio por Unidad
Tierra	35,294		
Erosión (a)	10,943	768.73	14.24
Residuos Sólidos (b)	24,351	35.82	679.82
Agua (c)	36,686	21,608	1.70
Aire	495,076		
Bióxido de Azufre	32,307	2.35	13,724.30
Óxidos de Nitrógeno	11,338	1.63	6,977.23
Hidrocarburos	31,102	3.92	7,940.26
Monóxido de Carbono	419,243	45.80	9,153.38
Partículas Suspendidas	1,086	0.225	4,826.67

Total	567,056		
* Excepto contaminación del agua que se expresa en millones de metros cúbicos.			
(a) Las unidades se refieren a millones de toneladas de pérdidas de nutrientes por erosión			
(b) Las unidades están referidas a millones de toneladas de residuos sólidos municipales			
(c) flujo de descarga de aguas residuales en millones de metros cúbicos			
Fuente: INEGI, Cuentas Ambientales.			

3.5. Análisis de demanda y oferta (sin proyecto)

El proyecto del nuevo edificio de laboratorios especiales contempla ampliar la oferta de servicios en cuanto a calibraciones de patrones e instrumentos de medición; desarrollo, certificación y venta de materiales de referencia; asesorías; servicios de análisis de alta confiabilidad y pruebas de aptitud, entre otros, en las áreas de:

- Metrología de Detectores Ópticos en México.
- Máquinas de Medición por Coordenadas y Láser Tracker.
- Metrología en Ultrasonido.
- Metrología en Vibraciones Mecánicas.
- Efecto Hall Cuántico.
- Efecto Josephson Programable.
- Instrumentos de Medición Tipo Multifunciones.
- Masa, Densidad, Dureza, Presión y Gravimetría.
- Materiales de Referencia Certificados para Métodos Ópticos.
- Materiales de Referencia de Matriz Compleja, Pureza de Inorgánicos y Pureza de Orgánicos.
- Biometrología.
- Nanometrología.

La demanda estimada por servicios en estas áreas se presenta en la Tabla 3. En este sentido, se espera un crecimiento muy dinámico en la demanda por servicios de calibración y por el desarrollo, certificación y venta de materiales de referencia.

**Demanda Estimada por Principales Servicios
Años Seleccionados**

	2005	2008	2011	2014
Análisis de Alta Confiabilidad	24	70	88	108
Calibraciones	582	875	1110	1426
Certificación de Materiales de Referencia	353	2345	4791	5672
Desarrollo de Materiales de Referencia	200	2201	4702	5582
Demanda de Evaluaciones Técnica de Laboratorio	26	31	47	53
Horas Curso	446	606	726	764
Asesorías en Metrología (horas)	418	505	615	696
Pruebas de Aptitud Técnica	2	65	245	307
Venta de Materiales de Referencia	146	2387	4957	5923

La demanda estimada de servicios de calibración, venta de materiales de referencia, análisis de alta confiabilidad y pruebas de aptitud, por objetivo estratégico se presenta en las Tablas 4, 5, 6 y 7.

Demanda estimada de calibraciones

Objetivo Estratégico	2005	2008	2011	2014
Reubicar y Equipar Patrones Existentes para Mejorar Incertidumbre	52	52	57	62
Atender Tecnologías Emergentes en el Área Eléctrica	370	485	595	710
Desarrollar Capacidades en Áreas Críticas para Apoyar el Crecimiento de la Industria Manufacturera Nacional	140	182	242	338
Posicionarse en Nuevas Áreas de Desarrollo de la Metrología de Alto Impacto Económico	0	6	16	16
Proporcionar Trazabilidad a Mediciones en Salud, Seguridad de Alimentos y Protección Ambiental	20	150	200	300

Demanda estimada de análisis de alta confiabilidad

Objetivo Estratégico	2005	2008	2011	2014
Desarrollar Capacidades en Áreas Críticas para Apoyar el Crecimiento de la Industria Manufacturera Nacional	10	15	20	30
Incrementar la Cobertura de Materiales de Referencia para Satisfacer Necesidades del País	10	20	20	20
Posicionarse en Nuevas Áreas de Desarrollo de la Metrología de Alto Impacto Económico	0	25	28	28
Proporcionar Trazabilidad a Mediciones en Salud, Seguridad de Alimentos y Protección Ambiental	4	10	20	30

Demanda estimada de venta de materiales de referencia

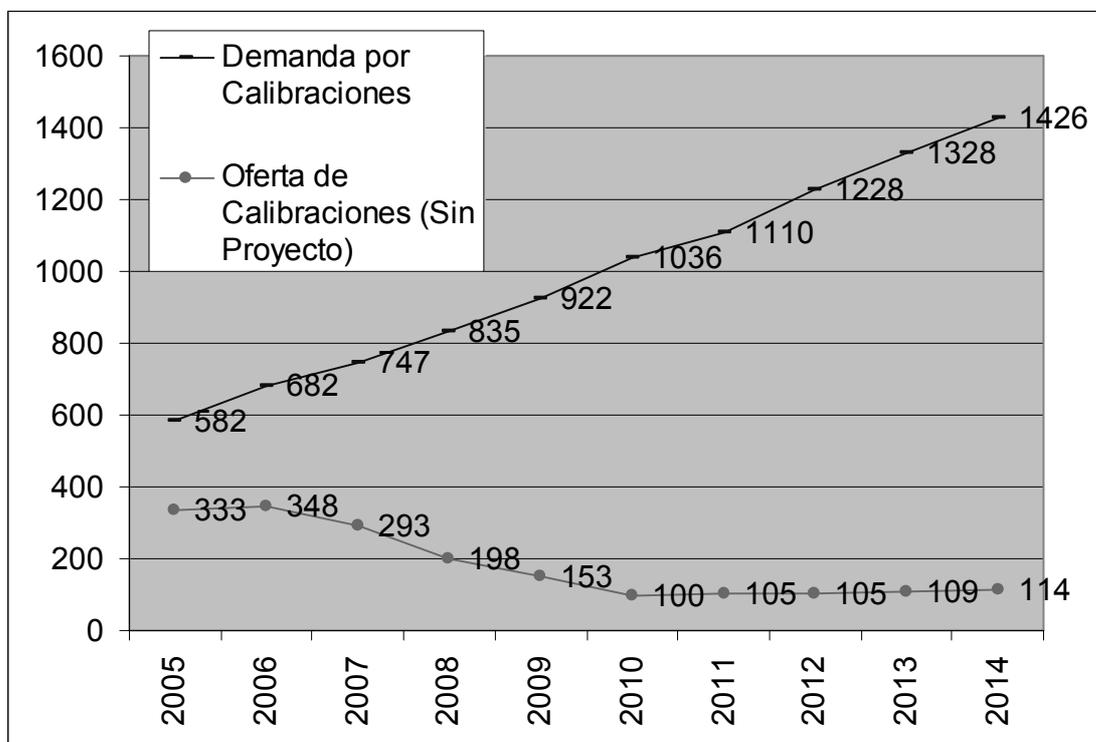
Objetivo Estratégico	2005	2008	2011	2014
Desarrollar Capacidades en Áreas Críticas para Apoyar el Crecimiento de la Industria Manufacturera Nacional	40	75	92	105
Incrementar la Cobertura de Materiales de Referencia para Satisfacer Necesidades del País	100	2300	4850	5800

Demanda estimada de pruebas de aptitud

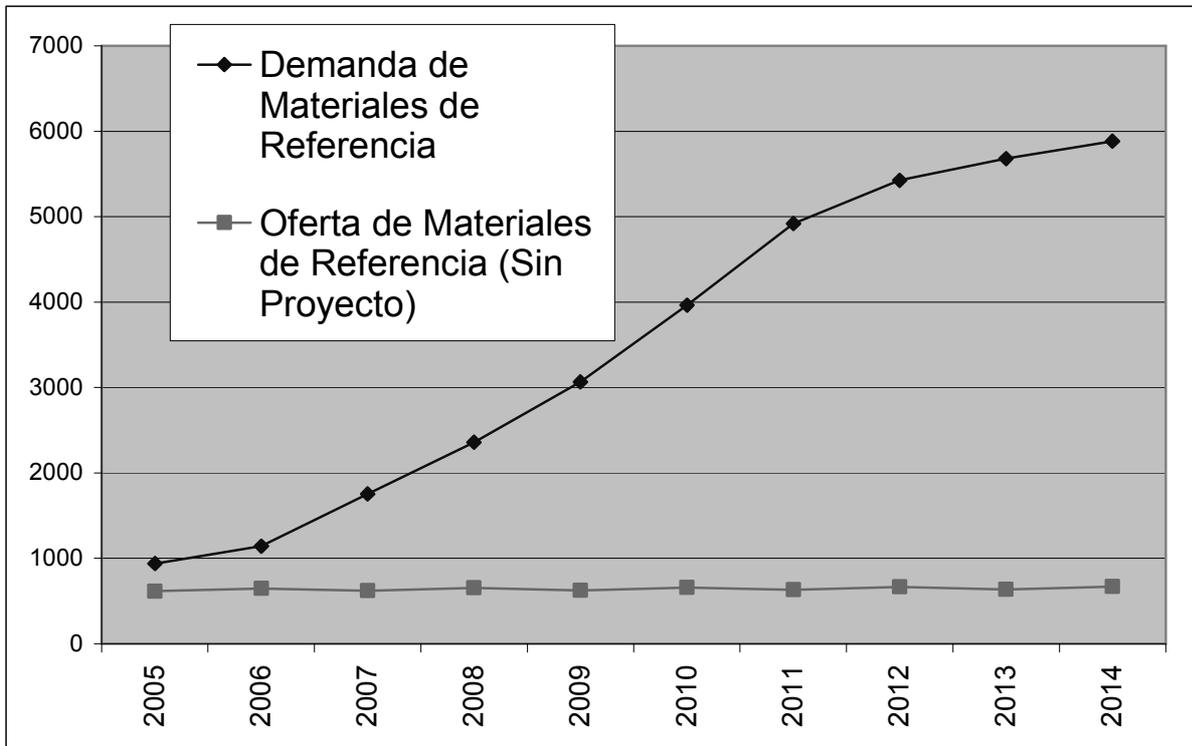
Objetivo Estratégico	2005	2008	2011	2014
Atender Tecnologías Emergentes en el Área Eléctrica	1	3	4	6
Incrementar la Cobertura de Materiales de Referencia para Satisfacer Necesidades del País	0	60	240	300

En las gráficas siguientes se muestran los balances de demanda y oferta (sin proyecto) para servicios seleccionados asociados al proyecto. En el caso de servicios de calibración se espera un incremento en la demanda no satisfecha debido a las limitaciones del CENAM para ofrecer estos servicios con la incertidumbre y complejidad requeridas. La tendencia de la demanda sufre un cambio, que indica que las mediciones son más complejas y exactas a medida que la industria migra hacia nuevos sistemas de medición. En el caso de materiales de referencia, la oferta del CENAM se mantiene constante, mientras la demanda aumenta ante la necesidad creciente de conformidad con normas actuales y previsibles.

La demanda no satisfecha por el CENAM puede derivar hacia otros institutos de metrología en el exterior, ser atendida por proveedores de equipo o quedar no atendida. En el capítulo de situación con proyecto se analiza cada caso de acuerdo al objetivo estratégico, como parte del escenario de referencia.



Demanda y Oferta de Servicios de Calibración (sin proyecto).



Demanda y Oferta de Materiales de Referencia (sin proyecto)

4. Marco Normativo del Proyecto

Dentro las actividades de planeación y ejecución del proyecto, el marco normativo aplicable es el siguiente:

4.1 Leyes

- Ley Federal de Entidades Paraestatales.
- Ley de Planeación.
- Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal (derogada en 2006).
- Ley de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria (publicada en el DOF el 30 de marzo de 2006).
- Ley de Ingresos de la Federación de los ejercicios fiscales 2003 a 2006 y subsecuentes.
- Decreto de Presupuesto de Egresos de la Federación de los ejercicio fiscales 2003 a 2006 y subsecuentes.
- Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
- Ley Federal de los Trabajadores al Servicio del Estado.
- Ley Federal del Trabajo.
- Ley del Impuesto al Valor Agregado.
- Ley del Impuesto sobre la Renta.
- Ley del Servicio de Tesorería de la Federación.
- Ley Federal de Responsabilidades Administrativas de los Servidores Públicos.
- Ley General de Bienes Nacionales.
- Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público.
- Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas.
- Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.
- Código de procedimientos civiles para el Distrito Federal.
- Código Fiscal de la Federación.

4.2 Reglamentos:

- Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

- Reglamento de la Ley Federal de Entidades Paraestatales.
- Reglamento de la Ley de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.
- Reglamento de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público.
- Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas.
- Reglamento de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.
- Reglamento de la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal (derogado en 2006).
- Reglamento de la Ley del Impuesto al Valor Agregado.
- Reglamento del Código Fiscal de la Federación.

4.3 Manuales y Lineamientos:

- Manual de Normas y Procedimientos para la Afectación, Administración, Baja y Destino Final de Bienes Muebles del Centro Nacional de Metrología
- Manual de Contabilidad Gubernamental del Sector Paraestatal
- Clasificador por Objeto del Gasto
- Manual de Normas Presupuestarias para la Administración Pública Federal
- Lineamientos Generales para la organización y conservación de los archivos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal

4.4 Relacionados con el CENAM:

- Estatuto Orgánico del Centro Nacional de Metrología
- Políticas, Bases y Lineamientos que rigen las Adquisiciones, Arrendamientos y prestación de Servicios relacionados con Bienes Muebles del CENAM
- Políticas, Bases y Lineamientos que rigen el Programa Anual de Obra Pública y Servicios Relacionados con el mismo del CENAM
- Lista de instrumentos de medición cuya verificación inicial, periódica o extraordinaria es obligatoria, así como las reglas para efectuarla

5. Vinculación del Proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 y programas sectoriales e institucionales

La Ley Federal de Metrología y Normalización confiere al CENAM las funciones de:

- Desarrollar y mantener los patrones nacionales correspondientes a cada magnitud;
- Proporcionar servicios de calibración a los patrones e instrumentos de medición de los laboratorios, centros de investigación e industria;
- Asesorar a los sectores industriales, técnicos y científicos en relación con los problemas de medición y certificar materiales patrón de referencia;
- Participar con organismos nacionales e internacionales en el desarrollo y en la comparación de los patrones de medida;
- Realizar actividades de investigación y desarrollo tecnológico en metrología y transferir sus resultados en beneficios de la industria nacional mediante convenios y alianzas estratégicas con instituciones públicas y privadas.

En tal sentido y en vinculación con el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, las actividades del CENAM se ligan al rubro que se refiere al Crecimiento con Calidad. En él se plantea la importancia de la calidad y la competitividad como base para el crecimiento y el desarrollo económico del país y se destaca la imperante necesidad de actualización y mejora en materia de regulación, normalización y evaluación de la conformidad para el desarrollo de la industria y del comercio en los ámbitos nacional e internacional, con el fin de fomentar la aceptación de los productos mexicanos en el resto del mundo. Se plantea igualmente la responsabilidad del Estado en el desarrollo de la infraestructura necesaria para crear las condiciones de crecimiento, lo cual queda de manifiesto en el punto 6.3.2 Competitividad, Objetivo rector 2: elevar y extender la competitividad del país, el cual señala que:

“... Corresponde al Estado promover las condiciones para la inserción competitiva de México en la economía global. En el marco de una nueva cultura laboral y empresarial, se propone una política de competitividad industrial capaz de crear las condiciones para extender la competitividad a todo el espectro sectorial y regional, no

plenamente aprovechado todavía, ofreciendo una disponibilidad oportuna y eficaz de infraestructura, una adecuada oferta de educación y capacitación para el trabajo productivo, un mayor esfuerzo de desarrollo tecnológico y científico y un marco de regulación más flexible.”

Como puede verse claramente, las actividades metrológicas son de vital importancia para cumplir con lo establecido en el punto seis del Plan Nacional de Desarrollo, por lo que el proyecto del edificio de laboratorios especiales busca apoyar los esfuerzos del Centro Nacional de Metrología para el impulso de una industria competitiva.

En tal sentido, se debe destacar que el proyecto del nuevo edificio de laboratorios especiales comprende la construcción y equipamiento de 37 laboratorios en los campos de metrología mecánica, física, eléctrica, química, biológica y de materiales. Los objetivos de este proyecto son: a) maximizar la sinergia en su operación mediante el trabajo multidisciplinario en metrología primaria y materiales de referencia; b) mantener una alta calidad en las condiciones de operación (temperatura, humedad, presión, calidad del suministro eléctrico y espacios de reducida cantidad de partículas suspendidas en el aire), lo que permitirá el desarrollo de sistemas de medición del más alto requerimiento metrológico.

Si bien el proyecto representa una unidad en cuanto a complementación de características técnicas, se alinea a varios objetivos estratégicos del CENAM que responden a los retos que propone el entorno, y en contribución a las líneas de acción definidas en el punto 6 “Crecimiento con Calidad” del Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006.

6. Síntesis Ejecutiva del Proyecto

El proyecto comprende la construcción y equipamiento de 37 laboratorios de la más alta exactitud en los campos de la metrología mecánica, física, eléctrica y de materiales, en congruencia con la responsabilidad del CENAM de ofrecer sistemas de referencia y capacidades de medición que sean confiables y comparables internacionalmente, y que apoyen el desarrollo sostenible y sustentable del país.

La ubicación y secuencia de implantación de los laboratorios busca maximizar la sinergia en su operación y complementar los requerimientos de control de condiciones ambientales (temperatura, humedad, presión y partículas suspendidas), lo que permite una capacidad integral de servicio así como la optimización de costos de operación y mantenimiento. Si bien el proyecto representa una unidad en cuanto a complementación de características técnicas, también se alinea a varios objetivos estratégicos del CENAM.

Objetivo Estratégico	Laboratorios
Reubicar y equipar patrones existentes para mejorar incertidumbre e impacto económico.	Laboratorios de los patrones de masa, densidad, presión.
Atender tecnologías emergentes en el área eléctrica.	Laboratorios del Efecto Hall Cuántico, Efecto Josephson Programable, Comparador de Corrientes Criogénico y Laboratorio de Multifunciones.
Desarrollar capacidades en áreas críticas para apoyar el crecimiento de la industria manufacturera nacional.	Laboratorios de Mediana Potencia Óptica, Caracterización Óptica de Materiales, Interferometría Láser, Máquinas de Medición de Coordenadas y Láser Tracker, Dureza.
Incrementar la cobertura de materiales de referencia para evaluación de conformidad con normas.	Laboratorios de metrología de materiales.
Posicionarse en nuevas áreas de desarrollo de la metrología de alto impacto económico.	Laboratorios de Nanometrología, Biometrología, Gravimetría.
Reforzar trazabilidad de mediciones en sectores de salud, seguridad de alimentos y ambiental.	Laboratorios de Tecnología Médica, Ultrasonido Clínico y laboratorios de metrología de materiales.

Los objetivos estratégicos y la inversión asociada a ellos, responden a la necesidad de adecuar y modernizar una infraestructura básica para el país, construida entre 1994 y 1996,

que debe responder al avance tecnológico en los sistemas e instrumentos de medición, así como a los requerimientos actuales y previsibles de los sectores agrícola, manufacturero, salud y protección ambiental.

De no llevarse a cabo el proyecto, la oferta de servicios del CENAM se mantendría en algunos casos y en otros disminuiría ante una demanda creciente pero con mayores requerimientos de cobertura y exactitud. Como alternativas al proyecto pueden considerarse la atención de esta demanda por otros institutos nacionales de metrología del exterior, por otros laboratorios del sector privado, o por los propios proveedores de equipos e instrumentos de medición. Sin embargo esta alternativa no siempre es factible técnicamente, puede no satisfacer los requerimientos específicos del país, o en muchos casos el costo total, incluyendo precios y gastos adicionales por trámites, exportación e importación del equipo, negociación y contratos, entre otros costos de transacción, no hacen viable la operación. Esto propicia que la industria nacional pueda perder competitividad por la falta de trazabilidad a patrones nacionales de reconocimiento internacional, y, en los mercados nacionales, daría como resultado que no se cuente con las referencias adecuadas sobre la calidad de productos y servicios, y sobre la confiabilidad de la infraestructura tecnológica nacional para apoyo de los procesos productivos.

La evaluación económica se realizó tomando como referencia en cada iniciativa, un escenario que reflejara la segunda mejor alternativa.

Conforme a los datos modificados en el 2006, registrados en la Unidad de Inversiones de la SHCP, el proyecto en su conjunto involucra una inversión total de 271,230.2 miles de pesos (mp). De dicha inversión 211,230.2 mp corresponden al rubro de Obra Pública y 60,000.0 mp a Equipamiento. Dicho proyecto tiene el registro en cartera número 0310K2H0001, de la Unidad de Inversiones de la SHCP.

Al finalizar el presente ejercicio 2006, se habrá ejercido un monto total de 47,866.9 mp, a precios corrientes, de los 271,230.2 mp previstos para el programa original, es decir, un avance financiero del 17.6%. Al cierre del ejercicio 2005 se tenía un avance físico de la obra

del 11.2%, y un 2.0% más previsto para el 2006, es decir, que al finalizar dicho ejercicio se tendrá un avance físico del 13.2% del proyecto.

Módulo	Porcentaje (%) de avance financiero en su construcción (Obra Pública)	Porcentaje (%) de avance físico en su construcción (Obra Pública)	Porcentaje (%) de avance en su equipamiento
A	32.8	46.7	0.0
B	38.2	20.0	0.0
C	40.3	33.3	0.0
D	0.0	0.0	0.0
E	0.0	0.0	0.0

La insuficiencia de recursos fiscales para la ejecución del proyecto, ha sido una de las problemáticas identificadas por la entidad en el proceso del Informe de Rendición de Cuentas 2000-2006, en virtud de que las instancias presupuestales no han otorgado los recursos previstos en el programa previamente registrado. Dicha situación fue evidente en los ejercicios 2005 y 2006, cuyo resultado fue la necesidad de realizar la primera reprogramación del proyecto, retrasando su culminación del ejercicio 2007 al 2010.

El presente Libro Blanco representa un esfuerzo más cuyo objetivo es atraer la atención hacia el proyecto y sus beneficios, principalmente de las autoridades presupuestales, a fin de lograr en los próximos años los recursos fiscales necesarios para su ejecución, conforme al programa establecido.

7. Acciones Realizadas

7.1. Programa de Trabajo

7.1.1. Original 2004

Como se mencionó anteriormente, el registro original del proyecto y los alcances actuales registrados en la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), realizado en el ejercicio 2004, se preveía la ejecución del proyecto para el período de 2003 a 2007. Dicho registro contemplaba la ejecución del proyecto de la siguiente manera:

Año	Concepto	Monto Previsto Mp
2003	Proyecto integral e infraestructura de servicios	9,732.9
2004	Módulo A: Obra civil	16,697.3
2005	Módulo A:	
	• Acabados e instalaciones	24,100.0
	• Equipamiento	12,000.0
	Módulo B: Obra civil	15,000.0
	Módulo C: Obra civil	25,000.0
	Módulo D: Obra civil	7,500.0
	Módulo E: Obra civil	13,000.0
	96,600.0	
2006	Módulo A: Inicio de Operación	
	Módulo B:	
	• Acabados e instalaciones	3,500.0
	• Equipamiento	10,000.0
	• Inicio de operación	
	Módulo C:	
	• Acabados e instalaciones	11,300.0
• Equipamiento	10,000.0	
• Inicio de operación		
Módulo D:		
• Acabado e instalaciones	37,000.0	
• Equipamiento	8,000.0	
Módulo E: Acabado e instalaciones	47,400.0	
	127,200.0	
2007	Módulo D:	
	• Equipamiento	4,500.0
	• Inicio de operación	
Módulo D:		
• Equipamiento	16,500.0	
• Inicio de operación		
	21,000.0	
Total		271,230.2

Con dicho programa de ejecución, se realizó el registro respectivo ante la Unidad de Inversiones de la SHCP, quedando considerado con el número 0310K2H0001.

Al concluir cada uno de los módulos que comprende el proyecto, los 37 laboratorios que albergarían son los siguientes:

- Módulo A:
 1. Patrón Nacional de Masa
 2. Patrón Nacional de Presión
 3. Patrón Nacional de Resistencia Eléctrica
 4. Patrón Nacional de Densidad
 5. Patrón Nacional de Tensión Eléctrica
 6. Patrón Nacional de Dureza
 7. Laboratorio de Gravimetría
 8. Comparador Criogénico de Corrientes

- Módulo B:
 9. Alta Potencia Óptica
 10. Propiedades Ópticas de Materiales
 11. Calibración de Transductores de Vibración Angular
 12. Ultrasonido
 13. Interferometría Láser (Aplicaciones Cinemáticas)

- Módulo C:
 14. Multifunciones (Magnitudes Eléctricas)
 15. Nanometrología (Interdisciplinario)
 16. Maquina de Medición de Coordenadas y Láser Track

- Módulo D:
 17. Recepción de Materia Prima
 18. Molienda y Pulverización
 19. Separación de Gruesos, Densidad
 20. Liofilización y Esterilización
 21. Limpieza Especial
 22. Homogeneización y Envasado

- 23. Contención y Adecuación de Reactivos Especiales de Alta Pureza
- 24. Contención y Adecuación de Candidatos a Materiales de Referencia Certificado, Líquidos, Sólidos en Proceso de Certificación y Materiales de Referencia Certificados

- Módulo E:

- 25. Cuarto Limpio, Pureza, Orgánicos
- 26. Laboratorio de Preparación de Muestras Sensibles
- 27. Laboratorio de Preparación de Muestras Convencionales
- 28. Laboratorio de Mediciones de Pureza por Métodos Calorimétricos
- 29. Tecnología de ADN, Análisis para Organismos Genéticamente Modificados
- 30. Biometrología; Biología Estructural Microscópica
- 31. Células y Tejidos
- 32. Laboratorio de Medición y Caracterización de Impurezas
- 33. Espectrometría de Masas_Cg
- 34. Medición de Hidrógeno, Tga
- 35. Electrogravimetría
- 36. Cuarto Limpio
- 37. Icp-MS Cuadrupolo

7.1.2. Actividades Realizadas 2003-2006

Conforme al programa de trabajo original establecido y registrado, los trabajos de obra ejecutados durante los años de 2003, 2004 y 2005, así como los contratos establecidos para el ejercicio 2006, se muestran a continuación:

No	No. de Licitación	Concepto	Empresa	Contrato Otorgado	Fecha de Inicio	Fecha de Término	Total Ejercido o Contratado Miles de Pesos
1	CENAM-ITP-001/2003	Supervisión de obra 2003 1ª. Etapa	Sifra y Asociados S.A. de C.V.	DAF-OP-006/2003	15/15/2003	30/09/2003	437.3
2	10095002-004-03	Diseño integral del Edificio de Laboratorios Especiales	Sacmag de México S.A. de C.V.	DAF-OP-009/2003	07/07/2003	31/12/2003	2,368.7
3	10095002-005-03	Infraestructura para Edificio de Laboratorios Especiales	CYC Ingenieros S.A. de C.V.	DAF-OP-010/2003	15/09/2003	31/12/2003	5,853.4
4	CENAM-AD-010/2003	Revisión técnica a las ingenierías del proyecto integral para el Edificio de Laboratorios Especiales	HDR Architecture, Inc.	DAF-OP-013/2003	29/09/2003	31/12/2003	1,073.5
Total Ejercido 2003							9,732.9
5	CENAM-AD-003/2004	Ingeniería para la modificación del proyecto de HVAC en Módulo A del	Sacmag de México S.A. de C.V.	DAF-OP-004/2004	24/05/2004	9/07/04	136.6



		Edificio de Mecánica, Física y Eléctrica					
6	CENAM-AD-004/2004	Firma como perito responsable para tramitar licencia de construcción del Edificio para Laboratorios Especiales, Módulo A	Ing. José Luis Rivera Oropeza	DAF-OP-005/2004	5/07/2004	13/08/2004	25.3
7	10095002-002-04	Obra civil y estructura de concreto armado para edificio de laboratorios especiales, Módulo A	Grupo PG S.A. de C.V.	DAF-OP007/2004	2/08/2004	31/12/2004	16,535.4
Total Ejercicio 2004							16,697.3
8	CENAM-ITP-001/2005	Supervisión de obra 2005	Sifra y Asociados S.A. de C.V.	DAF-OP-001/2005	25/04/2005	15-01/2006	883.2
9	10095002-001-05	Obra civil, fachadas e instalaciones hidrosanitarias, Módulos A, B y C del Edificio de Laboratorios Especiales	Constructora y Edificadora de Altamira S.A. de C.V.	DAF-OP-004/2005	9/05/2005	31/12/2005	12,981.4
10	CENAM-AD-002/2005	Firma de perito para tramitar de revalidación de licencia del Edificio de Laboratorios Especiales	Ing. José Luis Rivera Oropeza	DAF-OP-006/2005	12/09/2005	7/11/2005	12.7
Total Ejercicio 2005							13,877.3
11	10095002-001-06	Obra civil Módulos A, B y C del Edificio de Laboratorios Especiales	Azor Constructores S.A. de C.V.	DAF-OP-002/2006	14/04/2006	15/12/2006	7,179.1
12	CENAM-ITP-004/2006	Supervisión de obra 2006	Desarrollo Estructura Integral, S.A. de C.V.	DAF-OP-002/2006	21/08/2006	31/12/2006	315.9
13	CENAM-AD-002/2006	Firma de perito para la revalidación de licencia para Edificio de Laboratorios Especiales y dictamen de factibilidad técnica, económica y ambiental.	Ing. José Luis Rivera Oropeza	DAF-OP-004/2006	10/07/06	22/09/2006	64.4
Total Contratado 2006							7,559.4
Total Ejercicio de 2003 a 2005 y Contratado para 2006							47,866.9

Como se puede observar, al finalizar el presente ejercicio 2006, se habrá ejercido un monto total de 47,866.9 mp, a precios corrientes, de los 271,230.2 mp previstos para el programa original, es decir, un avance financiero del 17.6%. Al cierre del ejercicio 2005 se tenía un avance físico de la obra del 11.2%, y un 2.0% más previsto para el 2006, es decir, que al finalizar dicho ejercicio se tendrá un avance físico del 13.2% del proyecto.

Como resultado y considerando que el proyecto contempla la construcción y equipamiento de cinco módulos, su avance al finalizar el presente ejercicio 2006 será el siguiente:

Módulo	Porcentaje (%) de avance financiero en su construcción (Obra Pública)	Porcentaje (%) de avance físico en su construcción (Obra Pública)	Porcentaje (%) de avance en su equipamiento
A	32.8	46.7	0.0
B	38.2	20.0	0.0
C	40.3	33.3	0.0
D	0.0	0.0	0.0
E	0.0	0.0	0.0

7.1.3. Modificado 2006

Ante la insuficiencia en la asignación de recursos para la ejecución de proyecto, conforme estaba previsto en el programa original, en el 2006 se tuvo que realizar una reprogramación de los trabajos, con su respectiva actualización de datos en la Unidad de Inversiones de la

SHCP, quedando registrada dicha modificación al proyecto con un período de vigencia del 2003 al 2010. Cabe señalar, que se conserva el mismo número de registro: 0310K2H0001.

Dicha reprogramación también consideró el estado de avance en la construcción de los tres primeros Módulos del Edificio: A, B y C.

Con base en dicho registro, a continuación se presenta dicha reprogramación de los trabajos del proyecto:

Año	Concepto	Monto Previsto Mp
2003	Proyecto integral e infraestructura de servicios	9,732.9
2004	Módulo A: Obra civil	8,800.0
	Módulo B: Obra civil	4,000.0
	Módulo C: Obra civil	3,897.3
		16,697.3
2005	Módulo A:	
	• Instalaciones hidrosanitarias	300.0
	• Supervisión	100.0
	Módulo B:	
	• Obra civil	3,900.0
	• Instalaciones hidrosanitarias	100.0
	• Supervisión	200.0
	Módulo C:	
	• Obra civil	8,677.3
	• Instalaciones hidrosanitarias	300.0
• Supervisión	300.0	
	13,877.3	
2006	Módulo A:	
	• Obra civil	2,800.0
	• Supervisión	200.0
	Módulo B:	
	• Obra civil	1,500.0
	• Supervisión	200.0
	Módulo C:	
	• Obra civil	2,764.1
• Supervisión	200.0	
	7,664.1	
2007	Módulo A:	
	• Instalación eléctrica	3,100.0
	• Sistema HVAC	18,300.0
	• Sistema de voz y datos	1,400.0
	• Sistema contra incendios	1,300.0
	• Supervisión	900.0
	Módulo B:	
	• Instalación eléctrica	2,000.0
	• Sistema HVAC	12,100.0
	• Sistema de voz y datos	800.0
	• Sistema contra incendios	900.0
	• Supervisión	200.0
	Módulo C:	
• Instalación eléctrica	3,000.0	

	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema HVAC • Sistema de voz y datos • Sistema contra incendios • Supervisión 	18,222.7 1,000.0 1,100.0 700.0 65,022.7
2008	Módulo A: Equipo de laboratorio	12,000.0
	Módulo B: Equipo de laboratorio	10,000.0
	Módulo C: Equipo de laboratorio	10,000.0
	Módulo D: Obra civil	12,200.0
	Módulo E: Obra civil	23,800.0
		68,000.0
2008	Módulo D: Acabados e instalaciones	20,700.0
	Módulo D: Acabados e instalaciones	41,500.0
		62,200.0
2010	Módulo D: Equipo de laboratorio	12,000.0
	Módulo D: Equipo de laboratorios	16,000.0
		28,000.0
Total		271,230.2

7.2. Presupuesto y Calendario de Gasto Ejercido

Conforme a lo mencionado en el punto anterior, a continuación se presenta un comparativo de los recursos programado, reprogramados, ejercidos durante los ejercicios 2003 a 2006:

Miles de Pesos

Concepto	2003	2004	2005	2006
1. Programación Original	9,732.9	16,697.3	96,600.0	127,200.0
2. Reprogramación	9,732.9	16,697.3	13,877.3	7,664.1
3. Diferencia (2-1)	-	-	(82,722.7)	(119,500.0)
4. Presupuesto Ejercido (2006 contratado)	9,732.9	16,697.3	13,877.3	7,559.4
5. Diferencia (4-2)	-	-	-	(140.6)

Como se puede observar, la reprogramación fue resultado de la necesidad de ajustar el proyecto a los recursos reales asignados y ejercicios de los ejercicio 2005 y 2006, lo que en consecuencia alargó el período de vigencia del proyecto.

Por otro lado, en el 2006 se observa que los trabajos contratados fueron ligeramente inferiores (-1.4%) a los previstos en la reprogramación.

7.3. Integración de Expedientes y/o Proyectos Ejecutivos

Como se pudo observar en los apartados anteriores, los trabajos ejecutados a la fecha corresponden en su totalidad a trabajos de obra realizados, razón por la cual, los

expedientes con que se cuenta a la fecha están en poder del Departamento de Obra Pública de la Dirección de Administración y Finanzas del CENAM.

Dichos expedientes contemplan el proyecto ejecutivo y sus modificaciones, así como la ejecución de los trabajos conforme a los contratos formalizados y relacionados en el apartado 7.1.2. del presente documento.

7.4. Documentación Soporte de la Aplicación de los Recursos

Conforme a los recursos erogados para la ejecución del proyecto, señalados en el apartado 7.1.2. del presente documento, los soportes técnicos respectivos se encuentran resguardados por el Departamento de Obra Pública de la Dirección de Administración y Finanzas, con referencia al número de contrato de obra formalizado.

Con respecto a los soportes financieros, que respaldan la erogación de recursos realizada a la fecha, se puede dividir de la siguiente forma:

- Para fines presupuestales, la ejecución de los recursos queda sustentada en la Cuenta de la Hacienda Pública de cada ejercicio fiscal, en este caso de los ejercicios de 2003, 2004 y 2005, así como los reportes parciales correspondientes al 2006. Dicha información se encuentra bajo resguardo del Departamento de Programación y Presupuesto.
- Para fines contables, se mantiene los registros correspondientes conforme a las disposiciones aplicables, así como su respectivo dictamen emitido por el auditor externo, en lo correspondiente a los ejercicios 2003, 2004 y 2005, así como el dictamen especial correspondiente al periodo de enero a agosto de 2006, elaborado en seguimiento a los lineamientos del Informe de Rendición de Cuentas 2000-2006.

Dicha documentación se encuentra debidamente clasificada y resguardada, conforme a las disposiciones de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, en específico, en apego a lo dispuesto por los "Criterios específicos para la Organización, Conservación y Custodia de los Archivos del Centro Nacional de Metrología"

8. Acciones por Realizar

En seguimiento al programa de trabajo establecido para la ejecución del proyecto, contemplando su reprogramación realizada en el ejercicio 2006, las acciones pendientes por realizar en los siguientes ejercicios serían las siguientes:

2007	Módulo A:	
	• Instalación eléctrica	3,100.0
	• Sistema HVAC	18,300.0
	• Sistema de voz y datos	1,400.0
	• Sistema contra incendios	1,300.0
	• Supervisión	900.0
	Módulo B:	
	• Instalación eléctrica	2,000.0
	• Sistema HVAC	12,100.0
	• Sistema de voz y datos	800.0
• Sistema contra incendios	900.0	
• Supervisión	200.0	
Módulo C:		
• Instalación eléctrica	3,000.0	
• Sistema HVAC	18,222.7	
• Sistema de voz y datos	1,000.0	
• Sistema contra incendios	1,100.0	
• Supervisión	700.0	
	65,022.7	
2008	Módulo A: Equipo de laboratorio	12,000.0
	Módulo B: Equipo de laboratorio	10,000.0
	Módulo C: Equipo de laboratorio	10,000.0
	Módulo D: Obra civil	12,200.0
	Módulo E: Obra civil	23,800.0
	68,000.0	
2008	Módulo D: Acabados e instalaciones	20,700.0
	Módulo D: Acabados e instalaciones	41,500.0
	62,200.0	
2010	Módulo D: Equipo de laboratorio	12,000.0
	Módulo D: Equipo de laboratorios	16,000.0
	28,000.0	

En tal sentido, una de las actividades primordiales que permitirían cumplir con dicho programa es la negociación de los recursos fiscales indispensables para cumplir con los trabajos previstos para el período 2007 a 2010:

Ejercicio Fiscal	Monto Requerido Miles de Pesos
2007	65,022.7
2008	68,000.0
2009	62,200.0
2010	28,000.0

La insuficiencia de recursos fiscales para la ejecución del proyecto, ha sido una de las problemáticas identificadas por la entidad en el proceso del Informe de Rendición de Cuentas 2000-2006, en virtud de que las instancias presupuestales no han otorgado los recursos previstos en el programa previamente registrado ante la Unidad de Inversiones de la SHCP. Dicha situación fue evidente en los ejercicios 2005 y 2006, cuyo resultado fue la necesidad de realizar la primera reprogramación del proyecto.

La problemática de escasez de recursos presupuestales en el Gobierno Federal es de todos conocida, sin embargo la importancia del proyecto del Edificio de Laboratorios Especiales ha quedado debidamente señalada en los párrafos anteriores, por lo que se considera indispensable su ejecución a fin de que el Centro Nacional de Metrología pueda cumplir con los objetivos estratégicos previstos con la ejecución del proyecto.

De contar con los recursos necesarios, conforme al calendario establecido, los Módulos A, B y C entrarían en operación a finales de 2008, en tanto que los Módulos D y E a finales del 2010.

Es importante señalar que el último ejercicio de inversión de cada módulo contempla la adquisición del equipo de laboratorio necesario para la operación de los laboratorios que albergará.

Adicionalmente y al finalizar los trabajos del proyecto, se deben prever otras necesidades indispensables para la adecuada operación de los laboratorios que entrarán en operación:

- Se deberán incrementar los alcances de los servicios generales actuales, es decir, los servicios básicos, de mantenimiento y conservación, entre otros, lo que podría representar un incremento de aproximadamente el 10% del presupuesto actual de la entidad para dicho rubro. Los recursos aprobados para el capítulo de Servicios Generales para el ejercicio 2006 son de 54,532.4 mp.
- Con respecto a los insumos, se espera un incremento del 5% en presupuesto dicho rubro, siendo el presupuesto 2006 aprobado para Materiales y Suministros de 12,000.0 mp.

- Con respecto al rubro de servicios personales, la entidad requerirá para la operación de los 37 laboratorios de un número aproximado de 30 plazas adicionales, en los diferentes niveles de metrólogo con los que cuenta actualmente la entidad. El costo anual aproximado de dichas plazas sería de 23,000.0 mp.

Dichas necesidades se materializaran conforme se concluyan los diferentes Módulos previstos en el proyecto, lo cual está sujeto a la asignación de recursos que se otorgue para los siguientes ejercicios.

9. Seguimiento y Control

Por la importancia del proyecto, de manera permanente se tiene un seguimiento de los avances y su situación vigente. Dichos informes se traducen en los avances del proyecto descritos en el apartado 7 Acciones Realizadas del presente documento.

Como se mencionó, el programa de trabajo original tuvo que ser modificado en virtud de la insuficiencia de recursos fiscales para su ejecución, lo que obligó retrasar su culminación del ejercicio 2007 al 2010, esperando que para los posteriores años se cuente con el apoyo presupuestal previsto.

Durante 2004 y 2005 no se realizó ninguna auditoría al rubro de obra pública por parte del Órgano Interno de Control en el CENAM.

En los ejercicios de 2003 a 2005, se llevó a cabo la auditoría a operaciones reportables por parte del Despacho de Auditores Externos, determinando el siguiente número de hallazgos al rubro de obra pública, los cuales a la fecha ya fueron atendidos en su totalidad.

Ejercicio	No. de Hallazgos
2003	1
2004	5
2005	1

10. Resultados y Beneficios Alcanzados y Esperados

Conforme al programa original establecido y registrado, al finalizar el ejercicio 2006 no se pudieron cumplir con las acciones previstas:

Miles de Pesos

Concepto	2003	2004	2005	2006
1. Programación Original	9,732.9	16,697.3	96,600.0	127,200.0
2. Reprogramación 2006	9,732.9	16,697.3	13,877.3	7,664.1
3. Diferencia (2-1)	-	-	(82,722.7)	(119,500.0)
4. Presupuesto Ejercido (2006 contratado)	9,732.9	16,697.3	13,877.3	7,559.4

Es decir, se tenía prevista para 2006 la entrada en operación de los Módulos A, B y C, lo cual tuvo que ser pospuesto hasta el ejercicio 2008. Con respecto a los módulos D y E, se preveía originalmente su puesta en operación en el 2007, lo cual tuvo que retrasarse hasta el 2010.

En consecuencia, al finalizar el ejercicio 2006, conforme a los trabajos contratados, se tendrá un avance financiero del proyecto del 17.6% y un avance físico del 13.2%, acordes con la reprogramación registrada ante la Unidad de Inversiones de la SHCP.

Una vez concluido el proyecto, los beneficios esperados se enfocarán al cumplimiento de los objetivos estratégicos previstos.

Conforme a los datos de la actualización del registro del proyecto ante la Unidad de Inversiones de la SHCP, los beneficios económicos del proyecto se calculan como la suma de los ingresos que el CENAM obtendría por los servicios asociados al proyecto y los beneficios adicionales generados a los usuarios o a la sociedad en su conjunto por la implantación del mismo. El total de beneficios estimados para el proyecto, con un horizonte de evaluación de 20 años y en valor presente neto (1996), es de 1,836.2 millones de pesos, lo que da una relación beneficio costo de 4 a 1, con una tasa interna de retorno social del proyecto de 40.8%.

La rentabilidad social del proyecto se afecta principalmente por riesgos relacionados a la estimación de las demandas y la previsión sobre la implantación de normas existentes en los sectores social e industrial y la introducción de nuevas normas. Sin embargo, la rentabilidad se estima bajo hipótesis modestas del impacto de la actividad del CENAM. Lo que pudiera principalmente suceder es que en algunos casos se subestime la demanda.

10.1. Reubicar y equipar patrones existentes para mejorar incertidumbre

Con relación a este objetivo estratégico, el proyecto comprende la construcción y equipamiento de los patrones nacionales de masa, densidad y presión.

La alternativa al proyecto es mantener las referencias nacionales actuales. Esto conllevaría eventualmente a una pérdida de competitividad internacional para las empresas que dependen de estos patrones, ya que deberán satisfacer sus requerimientos metrología en el extranjero, previniendo la consecución de los planes nacionales de desarrollo industrial. En este sentido es pertinente señalar que la innovación en procesos de producción generalmente requiere de mejoras continuas en la incertidumbre de medición, circunstancia que requiere de una infraestructura tecnológica nacional con apoyo metrología disponible en el país.

Con el proyecto, las mediciones de masa, densidad y presión en las empresas y laboratorios tendrán valores más centrados y de mayor precisión, lo que redundará en:

- Mayor cobertura de calibración de instrumentos de medición. Se estima que los intervalos de capacidad de calibración se ampliarían en 30% como consecuencia del proyecto. Con hipótesis modestas sobre la existencia de balanzas y básculas en el país, se pueden estimar beneficios para el país de más de 30 millones de pesos anualmente.
- Mejoras en la eficiencia de los procesos, por menor reprocesamiento de productos y reducción de la probabilidad de error en la aceptación o rechazo de lotes de productos en proceso o productos finales. Más de 200 mil unidades económicas utilizan en el país mediciones de masa y más de 40 mil de densidad. Suponiendo una mejora de solamente 5% de reducción en la incertidumbre en la medición de procesos y

productos en estas magnitudes, se puede estimar beneficios indirectos generados por el proyecto de por lo menos 95 millones de pesos anuales.

10.2. Atender tecnologías emergentes en el área eléctrica

En este objetivo, el proyecto comprende las iniciativas de:

- Una mejor reproducción de la unidad de tensión eléctrica mediante el experimento del Efecto Josephson Programable.
- Una mejor reproducción de la unidad de resistencia eléctrica mediante el Efecto Hall Cuántico (EHC) y una mejor capacidad de medición de resistencia eléctrica a partir del valor de la unidad, para asegurar la confiabilidad de estas mediciones. En esta iniciativa se incluyen los laboratorios del EHC y del Comparador Criogénico de Corrientes.
- Desarrollar en el CENAM una capacidad de medición de muy alta exactitud que permita la calibración de instrumentos de medición tipo multifunciones en las magnitudes de tensión eléctrica continua, tensión eléctrica alterna, corriente continua, corriente alterna, potencia, capacitancia, señales de referencia de tiempo y frecuencia, temperatura mediante sensores de resistencia, temperatura mediante sensores de tensión eléctrica, análisis de potencia, compatibilidad electromagnética en energía eléctrica.

De no concretarse el proyecto, por la obsolescencia creciente de los laboratorios existentes, se comprometería la trazabilidad en el país de las mediciones de tensión eléctrica, resistencia eléctrica y de las nuevas generaciones de equipos multifunciones. Asimismo, bajo este escenario, no se contaría con capacidades para dar apoyo técnico a nuevas áreas de negocio en la industria.

En el escenario de referencia para evaluar el proyecto con relación a este objetivo, se considera:

- La industria migrará de manera creciente hacia el uso de nuevas tecnologías de medición. La capacidad del CENAM de ofrecer servicios a la industria y a laboratorios se irá deteriorando paulatinamente.

- En los primeros años, la industria nacional podría recurrir a proveedores extranjeros para sus servicios de calibración, principalmente fabricantes de equipo. En el mediano plazo, esto no es sostenible, debido a que estos fabricantes necesitarán invertir en reproducir capacidades de medición de mayor exactitud, lo cual no es su negocio principal.
- Se desalienta la inversión en nuevas áreas de negocio en el Sistema Metrológico Nacional por la falta de trazabilidad y apoyo en el país.

En este contexto, el proyecto generaría beneficios a la industria y al sistema metrológico nacional al facilitar la asimilación de nuevas tecnologías clave para su competitividad y el aprovechamiento de nuevas oportunidades de negocio.

10.3. Desarrollar capacidades en áreas críticas para apoyar el crecimiento de la industria manufacturera nacional

Bajo este objetivo, el proyecto del nuevo edificio de laboratorios especiales tiene como iniciativas:

- Contar con un sistema de medición que permita calibrar fuentes láser y medidores de potencia óptica dentro de los siguientes alcances: potencia óptica de 0W a 1W y longitud de onda de 300 nm a 2 000 nm.
- Producir y certificar de materiales de referencia para la calibración de equipo que utiliza métodos ópticos.
- Establecer la referencia para las magnitudes dinámicas angulares, como ángulo de rotación, velocidad angular y aceleración angular; así como atender la demanda de calibración de transductores de vibración angular y equipo para medir vibración angular en frecuencias de 1 Hz a 200 Hz.
- Fortalecer capacidades en máquinas de medición de coordenadas y láser tracker.

En los tres primeros casos, el escenario de referencia, en ausencia del proyecto, considera que los usuarios de equipos en estos campos podrían acudir a entidades extranjeras para servicios de calibración o importación de materiales de referencia. Los costos asociados

incluyen no sólo el precio del servicio o del material de referencia, sino también costos por trámites de exportación e importación, búsqueda de proveedores confiables, resolución de disputas en ambientes legales diferentes a México, y el tiempo de espera para la realización del servicio. Con el proyecto, los usuarios contarán en el país con las capacidades de servicio necesarias y se facilitará el aprovechamiento de oportunidades de negocio por parte de laboratorios de calibración y pruebas, lo que redundará en una mayor competitividad de las empresas.

En el caso de las máquinas de medición de coordenadas y láser tracker, el escenario de referencia para la evaluación del proyecto considera solamente la ausencia de las capacidades del CENAM en este campo. Con el proyecto, la industria automotriz y metal mecánica en general, podrán contar con una referencia de mayor exactitud para la medición de componentes y partes de vehículos. Se estima que los beneficios indirectos que induce el proyecto por la mejora en los sistemas de metrología dimensional podrían superar los 30 millones de pesos anualmente. En la tabla 9 se muestra una comparación de precios entre el CENAM y otros institutos de metrología del extranjero para servicios seleccionados asociados al proyecto. En ella se puede observar que los precios en el exterior, sin incluir otros costos relacionados a la exportación e importación de equipo o componentes, superan en una relación mínima de 2 y pueden llegar hasta 6 veces con respecto al CENAM.

Comparación de precios entre el CENAM y otros institutos de metrología para servicios seleccionados.

Servicio de Calibración	Costo CENAM (pesos)	Precio de Lista en el Extranjero (pesos)	Relación Precio en el Extranjero / Costo CENAM
Medición de potencia óptica, menor a 2W	15,000	35,500	2.4
Medición de potencia óptica, a 1064 nm, mayor a 2 Watts	18,000	45,000	2.5
Certificación de un material de referencia para longitud de onda UV-VIS.	3,960	10,800	2.7
Certificación de un material de referencia para transmitancia/absorbancia UV-VIS	2,470	6,900	2.8
Certificación de un material de referencia en coordenadas de cromaticidad	3,640	11,250	3.1
Certificación de un material de referencia en brillo.	3,100	7,400	2.4
Calibración de hidrófonos y transductores por comparación	4,500	9,600	2.1
Caracterización de equipo de ultrasonido médico (diagnóstico, terapia, fuentes de prueba)	9,200	27,400	3.0
Potencia acústica total y eficiencia del transductor	7,800	14,200	1.8
Calibración de placas de bolas	17,900	48,000	2.7
Calibración de reglas de pasos	11,500	22,500	2.0
Bloques patrón largos	11,800	42,168	3.6
Láseres tracker	17,700	30,800	1.7
Referencias de ortogonalidad	3,600	6,900	1.9
Medición de geometrías complejas / hora	1,200	1,900	1.6
Barras de bolas o agujeros	7,400	24,200	3.3
Patrones de rugosidad	4,220	28,951	6.9
Patrones de escalón	9,930	40,505	4.1

10.4 Incrementar la cobertura de materiales de referencia para satisfacer las necesidades del país

Bajo este objetivo se ubican las iniciativas de:

- Pureza Orgánica, con el propósito de desarrollar métodos primarios y de referencia para la medición de pureza de sustancias orgánicas; certificar materiales de referencia para atender la alta demanda en el país y establecer la trazabilidad de las mediciones en química orgánica a los patrones nacionales establecidos en el CENAM.
- Pureza Inorgánica, con los objetivos de desarrollar los sistemas de medición de pureza en metales y sales de alta pureza; certificar materiales de referencia primarios para metales y sales de alta pureza y establecer la trazabilidad de cantidad de sustancia en las mediciones del área de química inorgánica.
- Materiales de Referencia de Matriz Compleja, con lo cual se busca proporcionar dichos materiales y un programa de Pruebas de Aptitud para los sectores: ambiental, alimentos, agrícola y salud, en la prueba o magnitud que se deriven de los

mensurandos identificados como de prioridad nacional y armonizar los métodos de medición analítica empleados por los laboratorios de los sectores identificados como prioritarios en el país.

El escenario de referencia para la evaluación del proyecto considera que, en ausencia del mismo, se tiene la necesidad de cumplir la conformidad de productos y servicios respecto normas obligatorias y voluntarias, situación que se podría satisfacer mediante la importación de materiales de referencia. Sin embargo, se considera que algunos de los MRC no existen en el mercado nacional o cubren parcialmente los requerimientos a cambio de costos muy elevados. En el primer caso, los beneficios del proyecto se estiman a partir de los ahorros generados a los usuarios por disponer de manera más económica y oportuna de los materiales de referencia requeridos. En el segundo caso, los beneficios se estiman teniendo en cuenta el impacto de una menor incertidumbre en las mediciones.

Con el proyecto se esperan tener los beneficios siguientes:

- En Pureza Orgánica, el proyecto permitirá cubrir el 40% de la demanda nacional de materiales de referencia, con énfasis en los de mayor prioridad, como salud, ambiente, alimentos, agricultura y petroquímica. Ello tendría impactos en la mejora de procesos, reduciendo costos de producción, mayor participación en mercados internacionales por su conformidad con normas internacionales, y menor contaminación por la correcta aplicación de normas apoyadas en materiales de referencia certificados.
- En Pureza Inorgánica, se satisfacen las necesidades nacionales en cuanto a trazabilidad en química inorgánica con impactos en sectores como minería, salud, alimentos, agrícola y ambiental. El principal beneficio económico para estos sectores se daría por menores costos por la disponibilidad en el país del material de referencia y menores tiempos de entrega. Se estima una razón de 5 a 1 en cuanto a costos totales por adquisición de un material de referencia y de 6 semanas a 1 semana en tiempos de entrega, comparando un MRC importado y un MRC nacional.
- Se satisfacen las necesidades de materiales de referencia de matriz compleja para los sectores ambiental, agrícola y alimentos, y se reducirá la dispersión de las mediciones en laboratorios secundarios. Con el proyecto se cubrirá un 20% adicional de la

demanda por MRC de matriz compleja, con lo cual estaríamos atendiendo para el 2014 el 34% de la demanda total. Con ello se asegurará la medición confiable de potenciales contaminantes químicos, el uso racional de insumos como fertilizantes con el consecuente ahorro en costos y mayor productividad, y se apoyará la implantación de normas en cuanto a contaminación de ríos y suelos.

Comparación de Costos de Adquisición de Materiales de Referencia

Material de Referencia (MR)	Costo Unitario MR Importado (1)	Costo Unitario MR CENAM	Demanda Nacional (2)	Costo Importación (miles de pesos)	Costo CENAM (miles de pesos)	Relación Costo Importación / Costo CENAM
Otras soluciones orgánicas	6,584	1,800	2367	15,584	4,261	3.7
Compuestos orgánicos alta pureza	3,497	1,750	2199	7,691	3,848	2.0
Compuestos inorgánicos alta pureza	21,391	1,000	632	13,519	632	21.4
PAH's	6,155	1,800	562	3,459	1,012	3.4
Productos del petróleo	5,219	1,000	513	2,678	513	5.2
Otras soluciones inorgánicas	26,261	750	401	10,531	301	35.0
Metales ferrosos	4,880	2,000	282	1,376	564	2.4
PCB's	5,615	1,800	112	629	202	3.1
Constituyentes nutricionales de alimentos	7,158	2,000	66	472	132	3.6
Otros fluidos y materiales biológicos	9,228	3,000	53	489	159	3.1
Suelos	5,978	2,500	35	209	88	2.4
Fluidos renales	8,230	2,500	28	230	70	3.3
Minerales	5,281	2,500	15	79	38	2.1
Otros compuestos de alta pureza	2,864	1,500	7	20	11	1.9
Otros alimentos	5,688	2,000	6	34	12	2.8
Sedimentos	7,553	2,500	4	30	10	3.0
Contaminantes en alimentos	8,859	2,000	4	35	8	4.4
Sangre, plasma y suero	6,873	2,500	2	14	5	2.7
Cementos	3,592	1,500	1	4	2	2.4
Totales			7289	57,083	11,865	4.8

Fuente: Elaboración propia con base en dictámenes de trazabilidad.

Nota: (1) Incluye precio y costos de importación, (2) Requerimientos según dictámenes de trazabilidad.

10.5. Posicionarse en nuevas áreas de desarrollo de la metrología de alto impacto económico

El proyecto contempla la incursión del CENAM en áreas que experimentan importantes desarrollos en materia de metrología primaria: biometrología y nanometrología.

En biometrología se tienen como objetivos:

- Crear el área de desarrollo y certificación de materiales de referencia e implementar y validar metodologías para la certificación de materiales de referencia para el sector de biometrología agrícola.
- Establecer patrones de medición para el sector de biotecnología agrícola como medio para lograr la trazabilidad de las mediciones en este sector.

- Participar exitosamente en las pruebas de comparación del sector de biometrología, coordinadas en el marco del SIM y del CCQM, para establecer comparabilidad internacional, mediante el reconocimiento a nivel internacional a través de la aceptación de los CMC's para mediciones de biotecnología agrícola realizadas por el CENAM.

El escenario de referencia para valorar la iniciativa del CENAM en biometrología contempla la ausencia de referencias nacionales en esta materia en el sector agrícola. Asimismo, aunque no existe aún una normatividad nacional definida en estos aspectos, la importancia de los temas relacionados hace esperar con una alta probabilidad la introducción de normas entre los años 2005 al 2010. En cualquier caso, la agricultura mexicana estaría en riesgo por la normatividad internacional ya existente en materia de organismos genéticamente modificados que pudiera significar barreras al comercio.

Con el proyecto, se tendría la disponibilidad en el país de materiales de referencia, así como capacidades en cursos y asesorías, para satisfacer las necesidades metrológicas que se presenten en el país de acuerdo con las normas nacionales e internacionales que regulen las transacciones comerciales agrícolas y la movilidad de los materiales genéticamente modificados. Entre los clientes potenciales a quienes se daría se tiene: instituciones de medicina genómica (Instituto de Medicina Genómica, Instituto Nacional de Nutrición y Ciencias Biomédicas Salvador Subirán); organismos reguladores (SHCP, SAGARPA, SEMARNAT, SSA, PROFECO); institutos de investigación (CINVESTAV, UNAM); laboratorios de servicio que realicen mediciones del área de genética como son pruebas de paternidad, careotipos, identificación de homicidas, por mencionar algunas (PGR, PGJ, Procuradurías de los Estados); industrias productoras de cultivos y/o alimentos transgénicos, productoras de medicamentos, productoras de cosméticos y fórmulas para el cuidado de la piel (MONSANTO, PROBIOMED, Elli Lilly, Quirino, L'oreal, Avon).

En nanometrología se pretende:

- Establecer la nanometrología en superficies para proporcionar trazabilidad de las mediciones en superficies que se realizan en México.

- Establecer la nanometrología de sistemas de baja dimensionalidad en heteroestructuras semiconductoras para proporcionar trazabilidad de las mediciones de longitud, altura, espesor, iguales o menores que 100 nm.
- Certificar materiales de referencia semiconductores de uso específico solicitados por los laboratorios nacionales de investigación o industrias electrónicas que fortalezcan la calidad de sus mediciones nanométricas.
- Desarrollar métodos de análisis y procedimientos de medición cuantitativos de defectos en superficies y en interfases de materiales.
- Analizar la calidad de superficies a nivel nanométrico.

Con este laboratorio, el CENAM estará en la capacidad de satisfacer la demanda de trazabilidad a nivel nanométrico de ramas industriales de alto contenido tecnológico y potencial de crecimiento, como la electrónica, computación, semiconductores, automotriz, instrumentos de medición, entre otros.

Actualmente la mayoría de las mediciones y análisis nanométricos industriales se realizan en laboratorios de países extranjeros. Con el proyecto se apoyaría a la industria nacional en la formación de sus laboratorios de nanotecnología, en la capacitación de su personal, en el control de calidad de los dispositivos, en la disminución de costos de producción por la implementación de mediciones adecuadas en línea de producción. Además de beneficios en cuanto a formación de recursos humanos con alto nivel tecnológico y científico, provenientes de las universidades y centros superiores de investigación de la región de Querétaro y de todo el país. Los trabajos de investigación que se llevarían a cabo conjuntamente con las industrias relacionadas generarían oportunidades de desarrollar patrones de acuerdo con la competitividad que requiera la industria nacional.

10.6. Proporcionar trazabilidad a mediciones en salud, seguridad de alimentos y protección ambiental

Con relación a este objetivo, además de los laboratorios para el desarrollo, certificación y comercialización de materiales de referencia y el fortalecimiento de la metrología de detectores ópticos, el proyecto contempla la construcción y equipamiento de un laboratorio

de ultrasonido clínico y otro de evaluación de instrumentos ultrasónicos de aplicación médica.

Con estos laboratorios:

- Se contará en el país con la infraestructura necesaria para abordar la calibración de equipo ultrasónico de aplicación médica, que brinde la solidez necesaria a las iniciativas del Sector Salud encaminadas a mejorar la calidad de los servicios de salud en el país; entre éstas el Programa de Evaluación y Gestión de Tecnología para la Salud que promueve el IMSS y la creación de laboratorios secundarios o de referencia en el sector salud.
- La elaboración de normas oficiales y normas mexicanas que regulen el uso y funcionamiento adecuado de instrumentos de aplicación médica contarán con laboratorios nacionales que puedan abordar la evaluación de la conformidad de los mismos.
- Los usuarios de los equipos contarán en el país con la opción del servicio de calibración de los equipos, evitando los trámites de exportación/importación, reduciendo costos de transacción y tiempos de espera para recibir el servicio.

11. Informe Final del Responsable de la Ejecución del Proyecto

A pesar de haber obtenido el registro correspondiente en la Unidad de Inversiones de la SHCP, la ejecución del proyecto del Edificio de Laboratorios Especiales ha quedado sujeto a la asignación de recursos fiscales por parte del Gobierno Federal, los cuales al haber sido insuficientes originaron la reprogramación de la terminación de los trabajos del ejercicio 2007 al 2010.

A pesar de haberse previsto la construcción y equipamiento del Edificio de manera modular, la insuficiencia de recursos no ha permitido terminar ni siquiera alguno de ellos, retrasando los beneficios que se espera obtener con su adecuada culminación.

Dichos beneficios son claramente identificables, a través de los objetivos estratégicos que se persiguen, sin embargo tal situación no ha podido traducirse en la autorización de los recursos necesarios para su culminación, ante las instancias presupuestarias del Gobierno Federal.

Por tal motivo, el presente Libro Blanco representa la situación actual y avances en la ejecución del proyecto, dejando plenamente establecidas las acciones por realizar para los próximos años, las cuales estarán sujetas a que las autoridades presupuestales le aprueben al CENAM los recursos fiscales necesarios para su culminación, conforme al programa establecido.