

# Implementación y mejora de procesos de medición en MIPYMES de Uruguay y México

*Experiencias, lecciones aprendidas  
y buenas prácticas*





**Implementación y mejora de procesos de medición en  
MIPYMES de Uruguay y México**



# **Implementación y mejora de procesos de medición en MIPYMES de Uruguay y México**

*Experiencias, lecciones aprendidas y buenas prácticas*

*Claudia Santo y  
Carmen Marina Trejo Morales*  
**Coordinadoras**

Montevideo, 2017



**Coordinación:** Carmen Marina Trejo Morales (México) y Claudia Santo (Uruguay)

**Autores:** Alejandro Acquarone, María del Huerto Delgado, José Salvador Echeverría Villagómez, Elizabeth Ferreira, Juan Gabriel Lugo Luévano, Andrés Olivera, Mariangel Pacheco, Sheila Preste, Verónica Ponticorbo, Claudia Santo, Andrea Sica, Ana Inés Silva, Julio Sosa, Hugo Hernández Tapia, Carmen Marina Trejo Morales

**Edición:** Marina Barrientos, Comunicación Institucional del LATU

**Corrección de estilo:** Sofía Surroca

**Revisión de formato bibliográfico:** Lorena Fiori

**Diseño:** Taller de Comunicación

**Impresión:** Mastergraf

**Depósito legal:**

Trejo Morales, Carmen Marina, coord.; Santo, Claudia, coord. *Implementación y mejora de procesos de medición en MIPYMES de Uruguay y México: experiencias, lecciones aprendidas y buenas prácticas*. Montevideo: LATU, CENAM, 2017.

ISBN: 978-9974-8530-8-9 (impreso)

978-9974-8530-9-6 (electrónico)

METROLOGÍA / DESARROLLO LOCAL / MIPYMES / EVALUACIÓN DE IMPACTO /  
TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO

Dewey 389.6

La presente publicación ha sido elaborada con la asistencia de los Gobiernos de México y Uruguay. El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva de los autores y en ningún caso debe considerarse que refleja los puntos de vista del Gobierno de México, ni del Gobierno de Uruguay, así como tampoco de la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo, ni de la Agencia Uruguaya de Cooperación Internacional.

© 2017 LATU, CENAM

Algunos derechos reservados. Está permitida la reproducción parcial de este libro siempre que la fuente original sea citada en sucesivas ediciones y que el contenido no sea utilizado con fines comerciales. La reproducción total está sujeta al permiso expreso de los autores.

# Sumario

<b>Presentación</b> .....	<b>11</b>
<b>1. Aspectos generales del proyecto</b> .....	<b>13</b>
1.1 Antecedentes .....	13
1.2 Problemática abordada .....	14
1.3 Contexto geográfico y económico del proyecto .....	16
1.3.1 Uruguay .....	16
1.3.2 México .....	20
1.4 Descripción general del proyecto.....	23
1.4.1. Resultados .....	24
<b>2. Articulación interinstitucional</b> .....	<b>27</b>
2.1 Roles del LATU y el CENAM .....	27
2.2 Estrategias empleadas en cada país .....	29
2.2.1 Uruguay .....	29
2.1.2. México .....	31
<b>3. Desarrollo del proyecto</b> .....	<b>33</b>
3.1 Componente 1: Sensibilización y selección de las empresas beneficiadas .....	33
3.1.1 Difusión del proyecto y convocatoria de MIPYMES .....	33
3.1.2 Proceso de selección .....	35
3.2 Componente 2: Diagnóstico metrológico .....	37
3.3 Componente 3: Capacitación técnica en metrología .....	39
3.3.1 Talleres de sensibilización .....	40
3.3.2 Talleres de devolución de los resultados del diagnóstico .....	40
3.3.3 Talleres de capacitación .....	41
3.3.4. Asistencia a las capacitaciones .....	44
3.4 Componente 4: Plan de acción y seguimiento de su implementación .....	46
3.5 Componente 5: Evaluación de impacto .....	47
3.5.1 Metodología de la evaluación .....	49

3.5.2 Resultados .....	51
3.5.4 Limitaciones de la evaluación de impacto .....	60
3.6 Componente 6: Difusión .....	61
<b>4. Lecciones aprendidas de la metodología .....</b>	<b>63</b>
4.1 Componente 1: Selección y sensibilización .....	63
4.2 Componente 2: Diagnóstico y asistencia técnica metrológica para MIPYMES .....	64
4.3 Componente 3: Capacitación técnica en metrología .....	67
4.4 Componente 4: Plan de acción y seguimiento de su implementación ...	68
4.5 Componente 5: Evaluación de impacto .....	68
4.6: Componente 6: Difusión .....	69
<b>5. Recomendaciones de buenas prácticas (BP) de medición en procesos industriales .....</b>	<b>71</b>
5.1 Aspectos generales .....	71
5.2 Alimentos .....	74
5.2.1 Proceso de elaboración de alimentos con enfoque en inocuidad alimentaria .....	75
5.3 Madererías .....	78
5.4 Metal-mecánico .....	81
5.5 Plástico .....	84
<b>6. Conclusiones .....</b>	<b>87</b>
Anexo 1 - Plan de acción .....	89
<b>Referencias .....</b>	<b>93</b>



# Lista de acrónimos y siglas

AMEXCID. Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo

AUCI. Agencia Uruguaya de Cooperación Internacional

ANII. Agencia Nacional de Investigación e Innovación (Uruguay)

ART-PNUD. Articulación de redes territoriales - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

APPCC. Análisis de peligros y puntos críticos de control (Uruguay)

BP. Buenas prácticas

BPM. Buenas prácticas de manufactura

BPS. Banco de Previsión Social (Uruguay)

CCI. Centros comerciales e industriales (Uruguay)

CED. Comité evaluador departamental (Uruguay)

CENAM. Centro Nacional de Metrología de México

CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe

CES. Consejo Económico Social de Paysandú (Uruguay)

CIDESI. Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial

CIU. Cámara de Industrias del Uruguay

DGI. Dirección General Impositiva (Uruguay)

DINAPYME. Dirección Nacional de Artesanías, Pequeñas y Medianas Empresas (Uruguay)

DPVI. Dirección de Planeación, Vinculación e Innovación (México)

ETA. Enfermedad transmitida por alimentos

FONDES. Fondo para el Desarrollo (Uruguay)

FONDAT. Fondo de Asistencia Técnica No Reembolsable (Uruguay)

HACCP. Hazard Analysis and Critical Control Points

INADEM. Instituto Nacional del Emprendedor (México)

LATU. Laboratorio Tecnológico del Uruguay

MIEM. Ministerio de Industria y Energía (Uruguay)

MIPYMES. Micro, pequeñas y medianas empresas (Uruguay)

MRA. Acuerdo de reconocimiento mutuo

MYPE. Micro y pequeña empresa

NBI. Necesidades Básicas Insatisfechas

OCDE. Organización para la Cooperación y el Desarrollo  
OIML. Organización Internacional de Metrología Legal  
OPP. Oficina de Planeamiento y Presupuesto (Uruguay)  
PBI. Producto bruto interno  
PRODEINN. Programa de Desarrollo Innovador (México)  
PTB. Physikalisch Technische Bundesanstalt  
RFC. Registro Federal de Contribuyentes (México)  
RIE. Resultados de impacto esperados  
SIGA. Sistema Nacional de Garantías (Uruguay)  
TIC. Tecnologías de la información y la comunicación  
VAB. Valor agregado bruto  
POES. Procedimientos operativos estandarizados de saneamiento

# Presentación

En el contexto del Programa de Cooperación Técnica y Científica 2015-2017 entre México y Uruguay y de la II Convocatoria del Fondo Conjunto de Cooperación del Acuerdo de Asociación Estratégica entre ambos países, el Centro Nacional de Metrología de México (CENAM) y el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) sometieron a concurso el Proyecto Mediciones Eficaces Respaldando el Desarrollo Local. El proyecto se aprobó en marzo de 2015 y las actividades comenzaron en abril del mismo año, cofinanciadas por la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AMEXCID) y la Agencia Uruguaya de Cooperación Internacional (AUCI).

El objetivo del proyecto fue impulsar el desarrollo sostenible de sectores industriales en proceso de crecimiento en México y Uruguay, mediante la innovación y la transferencia de soluciones de valor en la gestión de las mediciones y en la evaluación de la conformidad, de acuerdo a las regulaciones, normatividad y requisitos técnicos aplicables en cada país y sector. La metodología se implementó específicamente mediante capacitaciones y asesorías metrologías a la industria.

Este documento describe la metodología empleada y sus alcances, así como las actividades, los aprendizajes y las recomendaciones derivadas del proyecto, con el fin de que puedan difundirse y replicarse en distintos sectores, empresas y/o países.

El Proyecto Mediciones Eficaces Respaldando el Desarrollo Local es financiado por el Fondo Conjunto de Cooperación, fruto del Acuerdo de Asociación Estratégica firmado entre los gobiernos de México y Uruguay en 2009.



# 1. Aspectos generales del proyecto

## 1.1 Antecedentes

Entre 2010 y 2011 el área de cooperación del PTB coordinó un proyecto internacional sobre la relación de los institutos de metrología con los sectores usuarios. En este proyecto participaron 10 países, incluidos México y Uruguay, y en su marco se presentó la metodología MESURA®, que el CENAM utiliza para atender de manera integral las necesidades metroológicas de los sectores industriales en México. Con base en esta metodología, en varias empresas uruguayas se desarrolló una experiencia piloto en la que intervino personal del LATU junto con expertos del CENAM, y que contó con el patrocinio de la Cámara de Industrias del Uruguay (CIU). En virtud de las conclusiones positivas extraídas de esta experiencia, se diseñó en el LATU el servicio de asesorías metroológicas adaptado al entorno industrial y al perfil de las empresas uruguayas.

Los resultados alentadores motivaron la definición de las bases de un proyecto en conjunto sobre extensionismo tecnológico que permitiera llevar el asesoramiento en metrología a las MIPYMES en zonas económicas en desarrollo en México y Uruguay, en el contexto de una política nacional de descentralización y priorización del sector de MIPYMES.

En complemento a lo anterior, la evaluación de impacto del Proyecto Desarrollo Productivo del Litoral Argentino-Uruguayo (estudio de casos de unidades productivas, MIPYMES, del norte del país) realizada por el LATU, permitió constatar la necesidad de las MIPYMES de recibir asesoramiento en metrología con el objetivo de mejorar su rentabilidad y competitividad. En el caso de Uruguay, al tratarse de carpinterías unipersonales, fábricas de dulce artesanal, panaderías, etcétera, alejadas de la capital, y por tanto apartadas de oportunidades de esta naturaleza, fue evidente la brecha de acceso a las tecnologías y al conocimiento en metrología y, por ende, la posibilidad de incidir en ese sentido.

En el caso de México, al igual que en Uruguay, la dificultad a la que se enfrentan los empresarios de MIPYMES para acceder a asesorías tecnológicas fue el detonante para que el proyecto se replicara en empresas de los sectores metal-mecánico, alimentario y plásticos.

## 1.2 Problemática abordada

Medir es una actividad fundamental para el diseño, control y mejora de los procesos y productos. Medir permite conocer el desempeño, la calidad y la eficiencia de los procesos, y es un requisito indispensable para determinar si los parámetros de la calidad del producto están dentro de la especificación o no.

Dado que los procesos industriales están regidos por el principio científico de causa-efecto (Figura 1), la calidad de los productos que se obtienen en ellos depende en gran medida de la calidad de las materias primas en la entrada del proceso y de las características del proceso en sí mismo.

Para la mayoría de los productos es posible definir atributos de calidad medibles, establecer sus valores deseados (especificaciones) y los límites para la variación tolerada (tolerancias). Se podría asegurar que estos atributos estarán dentro de la especificación definida si determinados parámetros del proceso y/o de la materia prima se encuentran dentro de sus límites preestablecidos. Sin embargo, es muy importante que todos los parámetros del proceso que puedan tener algún efecto en la calidad del producto estén debidamente identificados y controlados, para lo cual es necesario tener un conocimiento profundo de los productos y de sus procesos de elaboración.

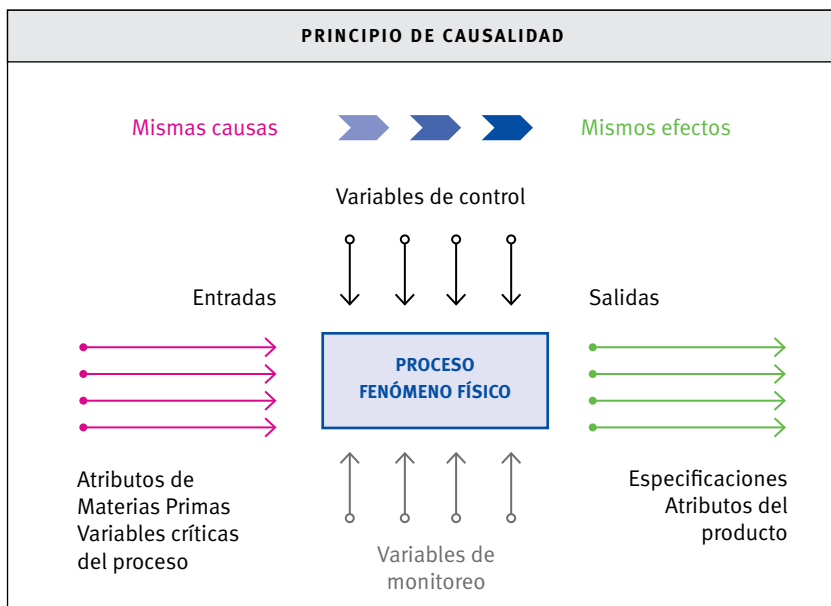
Controlando los atributos y los valores de los parámetros del proceso se puede asegurar la calidad del producto y se puede obtener —con muy alta probabilidad— el producto final esperado, minimizando los costos por desechos y reprocesos.

En resumen, midiendo un proceso en sus distintas etapas se puede saber si el producto final cumple tanto con los requisitos del cliente como con las regulaciones nacionales e internacionales que le apliquen. Esto, a su vez, facilita a la empresa productora la demostración objetiva de la calidad de sus productos y el acceso a nuevos mercados.

El incipiente conocimiento que las MIPYMES tienen sobre el impacto de las mediciones en su economía y en la eficiencia de los procesos afecta la calidad de sus productos e implica, en algunos casos, altos costos por inversión desmesurada en mediciones, por control de parámetros innecesarios o por control excesivo de parámetros importantes.

La experiencia de los especialistas en metrología del CENAM y del LATU, adquirida durante los últimos 20 años en la interacción con empresas MIPYMES

**FIGURA 1. La medición en procesos industriales: principio de causalidad.**



de ambos países, permite inferir las siguientes premisas comunes a este tipo de empresas:

1. La metrología es indispensable para que una MIPYME sea competitiva y sustentable.
2. Es importante que las MIPYMES incluyan en su gestión las mediciones de sus procesos y productos.
3. En la mayoría de los casos las MIPYMES no tienen una cultura de medición y control que les permita identificar sus necesidades o requerimientos para satisfacer a sus propios clientes y mercado.
4. La metrología es un factor que incide en la transición de una empresa artesanal o preindustrial a una industrializada.
5. Las MIPYMES se enfrentan con dificultades para acercarse a los institutos nacionales de metrología por la enorme brecha tecnológica que los separa y sus limitados recursos económicos.
6. En general, los organismos intermedios —como los laboratorios secundarios de calibración y ensayo, generalmente privados— no priorizan a

las MIPYMES al ofrecer sus servicios. Además, al ser empresas orientadas al lucro, no consideran que trabajar en el desarrollo productivo de la región en la que se desempeñan sea una función primaria.

El Proyecto Mediciones Eficaces Respaldando el Desarrollo Local aborda la problemática del desconocimiento del valor que agrega en las empresas MIPYMES el monitoreo y control de los diversos parámetros de calidad, tanto del proceso productivo como del producto final.

Ante esta situación, el proyecto pretende identificar y establecer un sistema de mediciones robusto y flexible, acorde a las necesidades de las empresas asesoradas, para facilitar su integración a las cadenas de valor con una metodología efectiva.

La experiencia espejo entre Uruguay y México permitió generar una estrategia de aplicación sistematizada general que podrá ser replicada en otras regiones y sectores.

### **1.3 Contexto geográfico y económico del proyecto**

Para situar el entorno geográfico y económico en el que se desarrolló el proyecto, se describen a continuación las regiones en las que están localizadas las MIPYMES en ambos países: los estados de Querétaro y Guanajuato en la región del Bajío, México, y los departamentos de Salto y Paysandú en el litoral norte de Uruguay.

#### **1.3.1 Uruguay**

La región del litoral norte uruguayo está conformada por 3 de los 19 departamentos del país: Paysandú, Salto y Artigas. Se sitúa al noroeste del territorio nacional, sobre el margen del río Uruguay, y limita con la República Argentina hacia el oeste, la República Federativa del Brasil hacia el norte, los departamentos de Rivera y Tacuarembó hacia el este, y el departamento de Río Negro hacia el sur.

El área territorial total es de aproximadamente 40.000 km<sup>2</sup>, un 23 % de la superficie terrestre del país, y tiene una población de 311.380 personas, según el Censo de 2011 (Instituto Nacional de Estadística, 2011), un 9,47 % del total de población de Uruguay y el 23 % de la población del interior del país (totalidad del país excluyendo Montevideo y el área metropolitana).



Las poblaciones de Salto y Paysandú tienen una educación superior al promedio del interior del país —tienen mayor tasa de escolarización y menor tasa de población con bajo nivel educativo—, y son de los departamentos que presentan mayor porcentaje de mano de obra especializada y profesional.

En Salto, el empleo se concentra en las actividades de servicios (fundamentalmente turismo), en las del sector primario, en menor proporción (citricultura, horticultura, producción de carne y leche), y por último, en las de la industria. En cambio, Paysandú presenta mayor empleo en el sector primario, luego en el industrial (responsable, además, de la mayor generación de riqueza) y, finalmente, en el de servicios.

En materia de infraestructura vial y transporte, las ciudades de Salto y Paysandú son significativos puntos internacionales de ingreso y egreso de mercadería por carretera (16 % en el año 2007).

Asimismo, Salto y Paysandú tienen una participación alta en el contexto nacional del sector secundario, con una significativa confluencia de agroindustrias muy vinculadas al sector primario. En Salto, el 19 % del valor agregado bruto (VAB) corresponde al sector primario, el 25 % al secundario y el 56 % a los servicios; mientras que en Paysandú la relación es 22 %, 30 % y 48 %, respectivamente (el porcentaje para el sector servicios es el menor de los departamentos del interior).

Estos datos sirvieron como base para la selección de esta región para la implementación del proyecto, que es potencialmente replicable en otros departamentos con mayores carencias relativas al capital humano y a los niveles de infraestructura.

Salto tiene uno de los más altos niveles de ingreso del país y una mejor distribución respecto al promedio. Sin embargo, cuando se considera el ingreso per cápita se ubica en una posición media a nivel país, por su cantidad de población. El departamento no capta el 100 % de los recursos que genera, porque una parte es captada por individuos que residen fuera.

El 7,8 % de los habitantes de Salto se encuentra debajo de la línea de pobreza según datos de la Encuesta Continua de Hogares de 2014 (Instituto Nacional de Estadística, 2014), frente a un promedio nacional del 9,7 %. Asimismo, según datos del Censo de 2011 (Instituto Nacional de Estadística, 2011), la proporción de personas con al menos una necesidad básica insatisfecha (NBI) se ubica en el entorno del 49 %, valor significativamente superior al promedio nacional (33,8 %), lo que lo convierte en el segundo departamento del país con mayor proporción de personas con al menos una NBI.

Por su parte, Paysandú tiene una posición relativamente favorable en el contexto nacional respecto a la generación de riqueza (PBI), pero una baja captación a nivel local, porque una parte corresponde a individuos que residen fuera, pero que desarrollan actividades económicas en el departamento, lo que se traduce en una posición por debajo del promedio en ingreso de los hogares. El 5,8 % de los habitantes de Paysandú se encuentra debajo de la línea de pobreza, según datos de la Encuesta Continua de Hogares de 2014 (Instituto Nacional de Estadística, 2014), y la proporción de personas con al menos una NBI se ubica en el entorno del 41,4%, valor también superior al promedio nacional, según el Censo de 2011 (Instituto Nacional de Estadística, 2011).

Las MIPYMES de Paysandú son aproximadamente el 82 % de las empresas (porcentaje por debajo del promedio del interior del país y similar al de Montevideo). En otros proyectos realizados por el LATU y las intendencias en esos departamentos (desde 2010 a 2014), se constataron en la mayoría de estas empresas algunas debilidades que afectan su competitividad, como el relativamente bajo potencial innovador y de adquisición de nuevas tecnologías —si bien se ha ido incrementando de acuerdo a relevamientos de la Dirección Nacional de Artesanías, Pequeñas y Medianas Empresas (DINAPYME) del Ministerio de Industria, Energía y Minería en 2012— o la débil visión empresarial y las dificultades de gestión que presentan la mayoría de las unidades productivas.

A su vez, se observa que las MIPYMES del litoral norte desconocen los programas de apoyo existentes, o acceden a ellos limitadamente. Además, se percibe una baja motivación para seguir un camino de mejora continua e inclusión de tecnologías en su proceso productivo. En esta línea, se contempló el acceso a la metrología como herramienta para la mejora de la competitividad.

La estrategia de abordaje planteada por el proyecto está en sintonía con las políticas públicas nacionales, regionales y/o sectoriales llevadas adelante en los últimos años. Uruguay viene realizando esfuerzos por elaborar políticas de Estado a nivel productivo, que generen líneas de trabajo que demanden la articulación y coordinación entre diferentes estamentos estatales a nivel nacional y departamental.

Un ejemplo de esto es la conformación del Gabinete Productivo en el año 2008 y su continuidad en la coordinación y realización de propuestas de desarrollo productivo a nivel nacional y en actividades de mapeo en 13 cadenas de valor. También se integraron consejos sectoriales tripartitos (Estado, empresas y trabajadores) que estudian y elaboran propuestas de desarrollo en sus sectores

de actividad, y se creó, en 2011, el Fondo Nacional Industrial para el fomento económico de las unidades productivas individuales y colectivas con propuestas enmarcadas en los lineamientos establecidos en los consejos sectoriales. Asimismo, se promovieron iniciativas como los fondos SIGA, FONDES, FONDAT, los programas de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) y otras herramientas que buscan generar un ámbito de apoyo a las iniciativas que van surgiendo desde las unidades productivas.

En cuanto a programas e iniciativas que se ejecutan en la zona de intervención, se destacan las instituciones locales de fomento a MIPYMES de Paysandú y Salto, con las que el LATU viene trabajando de forma coordinada en los últimos años y que apoyaron las actividades que se realizaron en el marco de este proyecto, entre ellas:

- Salto Emprende: iniciativa público-privada resultante de un proceso de articulación entre el gobierno departamental y el Centro Comercial e Industrial de Salto, y la Articulación de redes territoriales: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (ART-PNUD), MIEM-DINAPYME y el Programa Micro Finanzas que funciona a nivel nacional desde octubre de 2011. Su objetivo fundamental es la articulación de las prioridades locales con los programas sectoriales nacionales para mejorar el impacto de las acciones y reducir la fragmentación de los esfuerzos en materia de apoyo a las MIPYMES en Salto.
- CES de Paysandú: espacio de articulación entre organizaciones públicas y privadas que trabajan en conjunto por el desarrollo social y productivo del departamento.
- Paysandú Innova: proyecto del Programa Uruguay Integra del Área de Políticas Territoriales de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP) y la Unión Europea. Surgió en 2008 y es ejecutado por la Intendencia de Paysandú con la participación de diferentes instituciones como el Ministerio de Educación y Cultura, la Agencia de Desarrollo Social de Paysandú, la Agencia de Desarrollo Productivo de Paysandú y otras instituciones públicas y privadas vinculadas al desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Si bien inicialmente estaba focalizada en las TIC, se ha ido abriendo a otros sectores y temáticas productivas.

### 1.3.2 México

La región el Bajío en México es la región geográfica, histórica, económica y cultural del centro-norte del occidente de México. Al norte colinda con el río Lerma, y comprende los territorios no montañosos del centro y altos de Jalisco y a los estados de Aguascalientes, Querétaro y Guanajuato.

El área territorial total es de aproximadamente 126.511 km<sup>2</sup>, el 6,4 % de la superficie terrestre del país, con una población de 16.850.136 personas, el equivalente al 14 % del total de población de México y al 17 % de la población del interior del país, excluyendo Ciudad de México y el área metropolitana.

El dinamismo económico de la región se ha denominado «boom del Bajío» o «nuevo milagro mexicano». El Bajío, por su posición geográfica estratégica, ha trascendido fronteras; se insertó dentro de una de las rutas de comercio internacional más importantes del mundo, que viene de los principales puertos de Asia para abastecer la región oriente de Estados Unidos, México y Centroamérica.

En efecto, su localización geográfica es estratégica, justo en el centro del país, dentro del triángulo industrial de las tres ciudades más grandes de México: Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey. En un radio de 400 km se despliegan el 80 % del mercado mexicano, el 70 % del establecimiento industrial, el 70 % del comercio internacional, el 70 % de las exportaciones y el 60 % de la población total del país.

De acuerdo a la encuesta Perspectivas de la Alta Dirección en México 2016 (KPMG, 2016), Querétaro y Guanajuato son los principales destinos de inversión de las empresas en México. El reporte de KPMG, en el que se aplicaron encuestas a más de 800 directivos, revela que el 27 % de las compañías en México considera a Querétaro entre sus prioridades para expandir sus negocios en los próximos tres años, mientras que Guanajuato es elegido por el 24 % de las firmas con el mismo fin. En 11 años de estudio, esta es la primera vez que los estados del Bajío son los principales destinos de inversión de las firmas.

De acuerdo a cifras del Programa de Desarrollo Innovador del gobierno federal en México (Secretaría de Economía de México, 2013), las MIPYMES representan el 99,8 % de las unidades económicas, aportan el 34,7 % de la producción bruta total y generan el 73,8 % de los empleos: 21,7 millones de puestos laborales. En general, se aprecia un bajo nivel de productividad entre las MIPYMES, que dificulta no solo su acceso al mercado internacional, sino su propia subsistencia en

**TABLA 1. Estratificación de las MIPYMES en México (México, 2009).**

Tamaño	Sector	Rango de número de trabajadores	Rango de monto de ventas anuales (MDP)	Tope máximo combinado*
Micro	Todas	Hasta 10	Hasta \$ 4	4,6
Pequeña	Comercio	Desde 11 hasta 30	Desde \$ 4,01 hasta \$ 100	93
	Industria y servicios	Desde 11 hasta 50	Desde \$ 4,01 hasta \$ 100	95
Mediana	Comercio	Desde 31 hasta 100	Desde \$ 100,01 hasta \$ 250	235
	Servicios	Desde 51 hasta 100		
	Industria	Desde 51 hasta 250	Desde \$ 100,01 hasta \$ 250	250

\*Tope máximo combinado = (trabajadores) x 10 % + (ventas anuales) x 90 %.

**TABLA 2. Personal ocupado por tipo de empresas en México. Fuente: Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las MIPYMES (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2015).**

Estrato	Total	%	Personal ocupado	%	Hombres	Mujeres
Unidades económicas	4.048.543	100 %	11.508.100	100 %	6.530.227	4.977.873
Microempresas	3.952.422	97,6 %	8.675.103	75,5 %	4.658.411	4.016.692
Pequeñas empresas	79.367	2.0 %	1.550.838	13,5 %	1.029.698	521.140
Medianas empresas	16.754	0.4 %	1.282.159	11 %	842.118	440.041

el mercado interno. Entre los factores que condicionan la baja productividad de las MIPYMES y de los organismos del sector social de la economía se encuentran:

1. Las insuficientes capacidades productivas y tecnológicas.

Las empresas medianas, por ejemplo, ocupan el último lugar en utilización de internet entre los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE), y se encuentran también en este rubro por debajo de naciones con similar nivel de desarrollo como Hungría, Turquía y Polonia. En el caso de las MYPES, las empresas mexicanas ocupan la penúltima posición en utilización de internet, superando únicamente a Hungría.

2. La escasa vinculación de las MIPYMES con universidades y centros de investigación.

La vinculación les permitiría incrementar su competitividad, ocupar mano de obra capacitada y realizar investigaciones para incrementar su productividad. Únicamente el 1,9 % cuenta con algún convenio de colaboración con institutos de investigación y solo el 0,9 % ha firmado algún convenio de cooperación con universidades (Secretaría de Economía de México, 2013).

Se ha generado un estilo de crecimiento que, aunque ha hecho partícipes a muchos mexicanos, resulta insuficiente para beneficiar a todo el país y a todas las regiones. Otro gran elemento que influye en la capacidad de las MYPYMES de beneficiarse tiene que ver con el acceso a la innovación y a la transformación tecnológica. México quedó estancado con un escaso 0,41 % del PBI en materia de inversión en innovación y tecnología.

La falta de competencia económica en el mercado mexicano determina también la incapacidad de distribuir beneficios generalizados, al afectar los precios de insumos esenciales y generar un nivel de inversión subóptimo.

Este escenario confirma la urgencia de integrar a las MIPYMES a la corriente del desarrollo, a fin de lograr un progreso local y socioeconómico más equilibrado. La región del Bajío, elegida para la implementación del Proyecto Mediciones Eficaces Respaldando el Desarrollo Local, es una enorme oportunidad, ya que son muchas las empresas extranjeras de gran tamaño que se instalan en México y que deben abrir las puertas a las cadenas de valor internacionales, porque no encuentran proveedores locales que cumplan con sus exigencias. De mantenerse esta situación, los habitantes de estas regiones seguirán siendo solamente los obreros y empleados, pero no participarán en los procesos más creativos de mejora continua e innovación.

El Programa de Desarrollo Innovador (PRODEINN) del gobierno federal ha creado el INADEM, que pone a disposición de los emprendedores y las MIPYMES una serie de instrumentos, programas y herramientas que facilitan el acceso al financiamiento y capital, a la innovación, al escalamiento productivo, al ingreso a mercados, a la información relevante y a la incorporación de tecnologías. El objetivo es incrementar la productividad de los emprendedores y las MIPYMES, y es también la oportunidad de posicionar a México como un país más competitivo y atractivo a nivel internacional. Sin embargo, es preciso fortalecer el ecosistema emprendedor para que los emprendedores y las MIPYMES encuentren un ambiente de negocios propicio que les permita superar las dificultades que actualmente enfrentan y que inhiben su productividad y merman su crecimiento.

#### **1.4 Descripción general del proyecto**

Como proyecto conjunto de extensionismo tecnológico, Mediciones Eficaces Respaldando el Desarrollo Local permitió acercar el asesoramiento en metrología a MIPYMES de México y Uruguay. La primera meta fue brindar asesorías metrológicas al menos a ocho MIPYMES de cada país para mejorar su competitividad a través de un sistema de mediciones acorde a los procesos productivos de la empresa, y para mejorar su eficiencia.

El proyecto se fundamenta en el convencimiento de que, a través de una asesoría metrológica, las empresas participantes de la iniciativa pueden comenzar a estandarizar sus procesos, monitoreando eficazmente las variables críticas para que impacten positivamente en su productividad y competitividad.

Sobre esa base se propuso la realización de proyectos espejo en Uruguay y México con la participación conjunta del CENAM y el LATU para fomentar el intercambio de experiencias y lecciones aprendidas.

Antes de la selección de las empresas beneficiarias, se realizaron actividades de sensibilización para difundir la temática entre las posibles empresas postulantes.

Las asesorías comenzaron con el diagnóstico de cada empresa para detectar oportunidades de mejora relacionadas con los procesos de medición y la gestión de las mediciones. De esos diagnósticos, los resultados generalizables se compartieron con otras empresas de los dos países para globalizar el cono-

cimiento. A partir de ese insumo, también se seleccionaron los temas que se abordarían en las capacitaciones específicas para cada región, previstas para la siguiente etapa.

En paralelo, se realizó un estudio de impacto del proyecto en los dos países.

El proyecto se llevó a cabo en las etapas que se muestran en la Figura 2.

**FIGURA 2. Etapas del Proyecto Mediciones Eficaces Respaldando el Desarrollo Local.**



### 1.4.1. Resultados

El proyecto se ejecutó en virtud del intercambio metodológico y el permanente trabajo a distancia entre técnicos del CENAM y el LATU en las temáticas de metrología, desarrollo local y evaluación de impacto. Esta tarea tuvo mayor intensidad en las cuatro instancias de intercambio de técnicos (dos a cada país) y en las fases de diagnóstico y de capacitación.

Para lograr el resultado final esperado, el proyecto se articuló a través de seis componentes:

Componente 1: Sensibilización y selección de las empresas beneficiadas

El objetivo de este componente fue sensibilizar a las empresas y técnicos locales participantes sobre cómo las mediciones adecuadas respaldan procesos eficientes. Además, se realizaron talleres sobre la importancia de la metrología para la mejora de la competitividad de las empresas, y en ellos se lanzó el proyecto y la convocatoria a las empresas que luego fueron seleccionadas.



### Componente 2: Diagnóstico metrológico

Este componente permitió identificar áreas de oportunidad de mejora en el uso y manejo de la metrología en las empresas seleccionadas para integrar la práctica en su gestión. Los diagnósticos realizados en las empresas de Salto y Paysandú y la región del Bajío culminaron con una devolución de los técnicos del CENAM y del LATU, en el marco de la primera visita de intercambio.

### Componente 3: Capacitación técnica en metrología

Este componente se orientó hacia la capacitación metrológica para el desarrollo local, dirigida tanto a las empresas como a los técnicos y proveedores locales. Las capacitaciones abordaron temas de interés específicos de cada región.

### Componente 4: Plan de acción y seguimiento de su implementación

El objetivo de esta componente fue asistir técnicamente a las empresas de la región del Bajío en México y los departamentos de Salto y Paysandú en Uruguay para la mejora metrológica de sus procesos. Se diseñó un plan de acción para cada empresa a partir del diagnóstico realizado en el Componente 1 y un seguimiento a distancia y presencial cuando se estimó que era necesario.

### Componente 5: Evaluación de impacto

Este componente permitió desarrollar, implementar y transferir una metodología de medición de impacto de las asistencias técnicas a las empresas para la mejora metrológica de sus procesos. La evaluación de impacto de las actividades del proyecto se realizó en ambos países con una ventana de tiempo de tres meses, una vez finalizada la intervención.

### Componente 6: Difusión

Su objetivo fue definir y difundir los resultados del proyecto de la asesoría metrológica a MIPYMES. Para cumplir con este fin, se realizó esta publicación y un video donde se muestran las experiencias de las empresas participantes del proyecto, las instituciones y los técnicos.



## 2. Articulación interinstitucional

### 2.1 Roles del LATU y el CENAM

El LATU, en su rol de instituto nacional de metrología, tiene las siguientes competencias establecidas en la Ley de Metrología 15.298 (Uruguay, 1982):

- Producir y promover la investigación científica y tecnológica en materia de metrología.
- Asesorar al MIEM, a la Dirección de Metrología Legal, a los organismos públicos, a la industria y al comercio sobre los aspectos científicos y tecnológicos de la metrología. En este sentido, el servicio de asesorías metrológicas se implementa como parte del mandato legal.

Asimismo, en su función de instituto tecnológico, trabaja para el desarrollo local desde el año 1995, diseñando y transfiriendo tecnologías para apoyar tanto a las MIPYMES y a los emprendedores como a las organizaciones públicas y privadas. Participa, además, en la formulación e implementación de políticas públicas vinculadas a su ámbito de competencia.

Dentro del LATU, el Departamento Gestión y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Local busca contribuir a la articulación del laboratorio con instituciones públicas y/o privadas para promover el desarrollo local mediante la transferencia tecnológica, favoreciendo la competitividad y la inclusión social, laboral y comercial de las MIPYMES, y procurando mejorar la calidad de vida con cohesión social en los territorios que abarcan los proyectos que emprende.

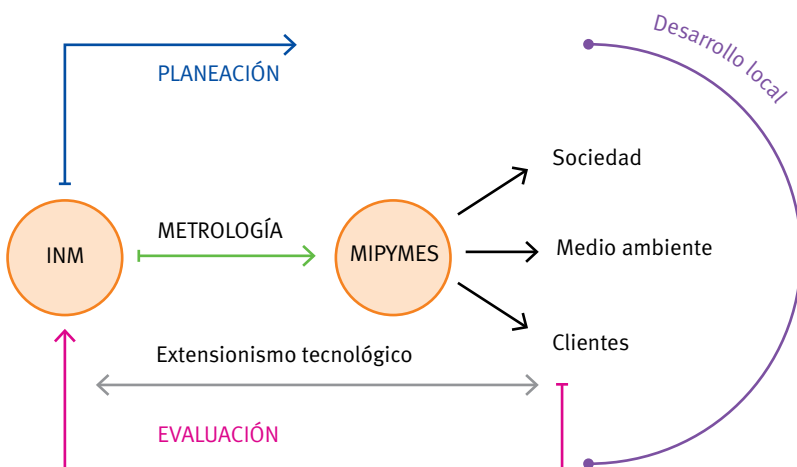
A su vez, desde el año 2008 el LATU se ha propuesto el desafío de evaluar el impacto de sus proyectos, programas e intervenciones institucionales. Esta iniciativa surgió en un proyecto conjunto con otros países de América coordinado por el PTB y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), que luego se asumió como un proceso institucional. Desde entonces se han completado varios estudios de impacto, algunos en las áreas de metrología y de desarrollo local. En este marco, se realizó el estudio de impacto para este proyecto y se compartió la metodología desarrollada en el LATU con el CENAM.

En México, de acuerdo a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (México, 1992), el CENAM es el laboratorio nacional de referencia en materia de mediciones. Es responsable de establecer y mantener los patrones nacionales, ofrecer servicios metroológicos como la calibración de instrumentos y patrones, otorgar la certificación y desarrollar materiales de referencia, brindar cursos especializados en metrología y asesorías y comercializar sus publicaciones derivadas.

En el CENAM, mediante la Dirección de Planeación, Vinculación e Innovación, se han coordinado proyectos integrales de metrología con MYPIMES en diversos sectores productivos. Para esta actividad se utiliza la metodología MESSURA, de consultoría tecnológica. Algunos de los proyectos desarrollados fueron experiencias piloto en regiones específicas del país con vocaciones productivas concretas, tales como las enfocadas al sector automotriz.

La articulación interinstitucional entre el LATU y el CENAM fue crucial para el desarrollo de este proyecto. Ambas instituciones han llevado a cabo actividades adicionales a su misión sustantiva. El CENAM, por un lado, creó una estrategia para abordar la consultoría metroológica en la industria, y el LATU, por otro lado, ha sido pionero en la ejecución de estudios de impacto de los programas en los que participa e invierte sus recursos.

**FIGURA 3. Enfoque del proyecto INM-MIPYMES.**



## 2.2 Estrategias empleadas en cada país

### 2.2.1 Uruguay

La estrategia de abordaje planteada en este proyecto de cooperación buscó en ambos países alinearse con las políticas públicas nacionales, regionales y sectoriales que promueven la articulación y coordinación entre los diferentes estamentos del Estado.

El Departamento Gestión y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Local (DDL) del LATU, consciente del papel determinante que en los procesos de desarrollo tienen las estructuras del territorio y las estrategias que en él despliegan los distintos tipos de actores (político-institucionales, locales y nacionales, sociales, privado-empresariales), promovió acuerdos de trabajo con las intendencias departamentales de Paysandú y Salto, así como con los centros comerciales e industriales (CCI) de esos departamentos —con el Programa Salto Emprende, la Agencia de Desarrollo y el Centro de Emprendedores y Empresas de Paysandú— para potenciar y ampliar el impacto de las acciones del proyecto.

En el marco de estos acuerdos de trabajo, se coordinaron y articularon con las instituciones locales las siguientes instancias:

a. Difusión de actividades y recepción de postulaciones.

Principalmente las intendencias, los CCI y Salto Emprende reforzaron la convocatoria que hizo el DDL para participar en las diversas instancias de sensibilización, asistencia técnica y capacitación dirigidas a empresas y técnicos locales que tuvieron lugar en el territorio.

Las instituciones locales convocaron a las empresas de sus bases de datos, publicaron la información en sus páginas de internet y promovieron notas en los medios de comunicación locales. En todos los casos, los CCI recibieron en sus sedes las postulaciones y realizaron las inscripciones para las actividades. Para los cursos de capacitación se coordinó con el CCI y la Intendencia de Artigas, que permitió la participación de seis personas de ese departamento en cada uno de los cursos de Salto y Paysandú.

b. Participación en la selección y seguimiento de las MIPYMES beneficiarias de la asistencia técnica metrológica.

Para la selección de las empresas se conformó un comité evaluador departamental (CED), integrado por representantes técnicos del LATU, las intendencias y los centros comerciales e industriales de Paysandú y de Salto. Estos CED realizaron entrevistas a representantes de las empresas postuladas en los lugares de producción.

Posteriormente, los CED definieron la lista de las ocho MIPYMES elegidas, cuatro del sector madera y cuatro de alimentos, dos de cada rubro por departamento. Los resultados de la selección fueron difundidos públicamente en las páginas web de todas las instituciones, y las empresas elegidas fueron notificadas por el LATU.

A su vez, representantes de las intendencias de Paysandú y Salto colaboraron con los técnicos del CENAM y del LATU en las visitas de diagnóstico y apoyaron a los técnicos del LATU en las visitas de seguimiento y en las visitas de cierre de las asistencias técnicas.

c. Colaboración con instituciones locales para la realización de talleres y capacitaciones.

Los CCI de Paysandú y Salto facilitaron los salones donde se realizaron los talleres y los cursos de capacitación y destinaron personal para las inscripciones de participantes en los siguientes eventos:

- Talleres de sensibilización: Mediciones Eficaces Respaldando la Competitividad de las MIPYMES y apertura de las convocatorias para la asistencia técnica.
- Talleres abiertos de devolución de los diagnósticos: Oportunidades de Mejora en los Procesos Productivos de los Sectores Alimentos y Madera.
- Curso de Metrología General Aplicada.
- Curso Importancia de las Mediciones en la Inocuidad Alimentaria como Aliadas Estratégicas para la Mejora de Procesos.

La articulación del LATU y el CENAM con las instituciones públicas y privadas locales de Paysandú, Salto e incluso Artigas permitió amplificar la difusión local de las actividades, ya que no solo asistieron a los talleres y capacitaciones las MIPYMES seleccionadas, sino también las empresas que no fueron elegidas, así como algunos técnicos locales. Esto contribuyó a transferir información metroológica para el desarrollo local a MIPYMES, técnicos e instituciones locales de la región.

### 2.1.2. México

La experiencia en consultoría tecnológica en metrología de la Dirección de Planeación, Vinculación e Innovación (DPVI) del CENAM facilitó el vínculo entre diversas instituciones de Querétaro y Guanajuato para la colaboración en la difusión inicial del proyecto. En este proyecto se contó con el apoyo de instituciones de gobierno y educativas, de laboratorios acreditados de metrología y de una oficina de transferencia de tecnología, entre ellos la Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado de Querétaro, el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI), la Secretaría de Desarrollo Económico Sustentable del gobierno del estado de Guanajuato, la Dirección General de Desarrollo Económico del municipio de Celaya, la UNITESBA Universidad y la empresa AliveTech.

En el marco de esta colaboración se coordinaron con estas instituciones las siguientes actividades:

- a. Acceso a bases de datos actualizadas de MIPYMES de los estados de Guanajuato y Querétaro.
- b. Difusión y ejecución de los talleres de sensibilización. En esta etapa se obtuvo el apoyo de las instituciones consignadas, en especial del CIDESI, que facilitó sus instalaciones para llevar a cabo el taller de sensibilización en Querétaro.
- c. Colaboración para la realización de los cursos de capacitación. Además del apoyo de todas las instituciones en la divulgación de la actividad, la UNITESBA Universidad facilitó salones para llevar a cabo el curso de capacitación en la ciudad de Celaya, Guanajuato.





## 3. Desarrollo del proyecto

### 3.1 Componente 1: Sensibilización y selección de las empresas beneficiadas

La metrología y el servicio de asesorías metroológicas todavía no son de conocimiento general en las empresas de Uruguay y México; de hecho, por el desconocimiento de la temática —que es mayor en las empresas uruguayas— se realizaron talleres de sensibilización en ambos países.

En Uruguay se lanzó una convocatoria abierta a empresas MIPYMES para postular a la asistencia técnica en metrología. Para todas las convocatorias se utilizaron los directorios de empresas que el LATU y el CENAM tenían disponibles. En Uruguay, además, se difundió el proyecto a través de los medios de prensa locales y de las bases de datos de empresas de las intendencias y centros comerciales e industriales de Salto y Paysandú.

#### *3.1.1 Difusión del proyecto y convocatoria de MIPYMES*

La difusión se realizó con la colaboración de instituciones aliadas en ambos países. En los talleres de sensibilización también se difundieron las bases para participar en el proyecto.

La invitación convocaba a empresas interesadas en:

- Detectar fallas en los procesos productivos.
- Disminuir costos y desperdicios.
- Asegurar la calidad de lo que se produce.
- Incrementar la competitividad de la empresa.

Los requisitos para postularse fueron:

- Ser una MYPE ubicada en los departamentos de Salto y Paysandú (Uruguay) o una MIPYME en Querétaro y Guanajuato (México).
- Estar formalizada o en trámite de formalización en DGI y BPS (Uruguay) o Registro Federal de Contribuyentes (RFC) (México).
- Tener interés en mejorar la gestión de los procesos productivos.

- Presentar el formulario de inscripción en tiempo y forma, según lo establecido.
- Firmar un acuerdo, o carta compromiso de trabajo, en el que se hace responsable de:
  - Designar a un referente/contraparte de la empresa que destinará tiempo y trabajo para participar del diagnóstico. Definir el plan de acción e implementar las mejoras acordadas.
  - Participar activamente en todas las instancias requeridas de acuerdo a lo establecido en el marco de trabajo.
  - Facilitar datos a los técnicos del LATU y el CENAM.
  - Financiar los recursos humanos y las inversiones necesarias para mejorar la gestión de la producción o del desarrollo de los servicios identificados.

En el formulario de postulación se le solicitó a cada empresa postulante la siguiente información:

- Denominación y conformación de la empresa.
- Categoría de MIPYME o MYPE, según correspondiera.
- Tipo de herramientas que utiliza (informáticas, de comunicación, etcétera).
- Breve descripción de la actividad realizada.
- Materias primas y proveedores.
- Mercado de destino.
- Tipo de clientes con los que trabaja.
- Importancia de las mediciones en el mercado en el que su empresa desarrolla la actividad.
- Integración en alguna red de empresas, cámara, asociación gremial, etcétera.
- Establecimiento de mecanismos de planificación y evaluación.
- Utilización de instrumentos de medición en sus procesos productivos.
- Capacitación del personal: antecedentes.
- Desafíos de la organización a corto plazo.
- Motivos para la postulación y compromisos a asumir.

### 3.1.2 Proceso de selección

Para la selección de las empresas beneficiarias en Uruguay se conformó un CED, integrado por representantes según se indica a continuación:

Paysandú: LATU, representante de la Intendencia de Paysandú, representante del CCI de Paysandú, representante de la Agencia de Desarrollo de Paysandú.

Salto: LATU, representante de la Intendencia de Salto, representante del CCI de Salto.

Se postularon en total doce MYPES (ocho de Salto y cuatro de Paysandú) y se seleccionaron cuatro por departamento.

El proceso de selección tuvo las siguientes etapas:

- Elaboración del listado de postulantes.
- Estudio de los formularios de postulación de las empresas y la documentación presentada.
- Realización de entrevistas a las doce postulantes en el lugar donde se desarrolla el proceso productivo (sede o planta de elaboración de la empresa), llevadas a cabo por todos los integrantes del CED.
- Elaboración de la lista de MYPES beneficiarias de la asistencia técnica y la lista de suplentes en orden de prelación.

Los criterios para la evaluación y selección de MYPES fueron:

- Instrumentos de medición utilizados y magnitudes medidas durante el proceso productivo.
- Existencia y uso de reglamentaciones y/o especificaciones relativas al proceso.
- Viabilidad e impacto de la asistencia técnica en la mejora del proceso productivo. Se contempló el interés del empresario en participar en el proceso e implementar las mejoras que surgieran de la asistencia.
- Posibilidad de la empresa de invertir en mejoras en el corto y mediano plazo.

Como resultado de la evaluación se seleccionaron ocho MYPES en total, cuatro por cada departamento.

**Tabla 3. Rubros de las empresas seleccionadas en Paysandú y Salto, Uruguay.**

DEPARTAMENTO	RUBRO
Paysandú	Madera - aserradero
Paysandú	Madera - carpintería
Paysandú	Alimentos - panadería y confitería
Paysandú	Alimentos - gastronomía
Salto	Madera - carpintería
Salto	Madera - aserradero
Salto	Alimentos - panadería
Salto	Alimentos - golosinas

En México el proceso de selección de las empresas se llevó a cabo luego de los talleres de sensibilización y entre los participantes. En esas instancias los asistentes desarrollaron el mapeo inicial de los procesos de sus empresas, indicando el tipo de mediciones que efectuaban en ellos, a partir de lo cual los instructores del taller seleccionaron, previa manifestación de interés por parte de los representantes, cinco empresas en Querétaro y cuatro en Guanajuato. Las nueve empresas aseguraron su participación con la entrega de una carta compromiso de aceptación de sus respectivos directores.

**TABLA 4. Rubros de las empresas seleccionadas en Querétaro y Guanajuato, México.**

DEPARTAMENTO	RUBRO
Querétaro	Plásticos - automotriz
Querétaro	Plásticos - termoformado
Querétaro	Metal mecánica - maquinados
Querétaro	Metal mecánica - maquinados
Querétaro	Metal desplegado
Guanajuato	Alimentos - golosinas

DEPARTAMENTO	RUBRO
Guanajuato	Metal mecánica - maquinados
Guanajuato	Metal mecánica - automotriz
Guanajuato	Electroquímica

### 3.2 Componente 2: Diagnóstico metrológico

En esta etapa se visitaron las empresas seleccionadas, se revisaron las mediciones que tenían impacto directo tanto en la calidad del producto como en la eficiencia de los procesos productivos de cada empresa y se entregaron informes de diagnóstico a cada una de ellas.

En la interacción de los técnicos con los directivos se revisaron los procesos clave y se estimularon los procesos de cambio dentro de la empresa al transferirles conocimiento metrológico y de gestión para su aplicación en los procesos asistidos. Además, se guió a las empresas en la detección de las necesidades de medición y se les capacitó en la correcta realización de estas mediciones.

Las visitas fueron realizadas por equipos integrados por representantes del CENAM y de los departamentos de Metrología Científica e Industrial y Desarrollo Local e Innovación y Desarrollo en Gestión del LATU, quienes conformaron el equipo asesor.

Se trabajó junto con la persona referente de cada empresa beneficiaria para entender el proceso, identificar las necesidades metrológicas y las necesidades de gestión y, a partir de todo el material recopilado, definir y acordar el plan de acción a implementar.

Durante esta visita se recopiló información de gestión organizacional y actividades metrológicas.

Gestión organizacional:

- Antecedentes y conformación de la empresa.
- Nivel de producción.
- Logística.
- Recursos humanos.
- Cultura organizacional.

Actividades metrológicas:

- Definición del proceso seleccionado para la asistencia técnica metrológica.
- Relevamiento del mapa de proceso.
- Relevamiento de la existencia de procedimientos de actividades metrológicas.
- Relevamiento de los instrumentos de calibración, medición, prueba y verificación.
- Formato de necesidades metrológicas por estación de trabajo u operación.
- Relevamiento del personal encargado para la ejecución de actividades metrológicas.

El informe ejecutivo de diagnóstico metrológico incluyó los siguientes puntos:

- Información general: objetivo, agenda de la visita, datos generales de la empresa.
- Mapeo del proceso evaluado.
- Registro de las necesidades metrológicas con los requerimientos de exactitud de cada medición en la empresa.
- Áreas de oportunidad para mejorar aspectos metrológicos. En este apartado se le asignó una categoría a cada una de las oportunidades de mejora identificadas durante la visita de diagnóstico. Las categorías establecidas se expresan en la Tabla 5.

**TABLA 5. Categorías de las oportunidades de mejora identificadas durante la visita de diagnóstico.**

<b>Categoría 1</b>	Se puede abordar inmediatamente y no implica ningún costo.
<b>Categoría 2</b>	Requiere inversión en tiempo y alguna capacitación o autoestudio previo para su implementación. Puede abordarse en el corto plazo.
<b>Categoría 3</b>	Requiere inversión en tiempo y dinero. Quizá pueda abordarse a mediano plazo, pero con mayores estudios que justifiquen la inversión.
<b>Categoría 4</b>	Es de beneficio claro, pero requiere de inversión en tiempo y dinero y de estudios complementarios para su implementación.

- Personal: se relevó la situación del personal que participa activamente en el proceso asistido. En general, se detectaron necesidades de capacitación del personal, tanto en lo referente a la gestión del proceso como a la temática metrológica correspondiente a cada área (conceptos de metrología general aplicada y manipulación de alimentos).
- Equipos e instrumentos de medición: para cada proceso evaluado, se detectaron los equipos que posee la empresa al momento de la asesoría; cómo son utilizados, si existen registros de las mediciones realizadas y el análisis de los datos correspondientes.
- Instalaciones: se evaluó la infraestructura con la que la organización cuenta al momento de la visita. Especialmente, se hizo hincapié en la necesidad de tener condiciones ambientales controladas para lograr mediciones eficaces y asegurar la calidad del producto obtenido.
- Procedimientos: se estableció la existencia o no de procedimientos documentados vinculados al proceso seleccionado.
- Otras: al momento del diagnóstico se relevó el estado de las buenas prácticas de manufactura, gestión de la empresa, sistema de calidad, etcétera.
- Conclusiones: las conclusiones del informe se desprendieron de un análisis FODA metrológico. Los hallazgos se desglosaron en fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Además, se destacó en cada caso la importancia de la metrología en la empresa y la evaluación de la estructura general del sistema metrológico de la organización al momento del diagnóstico.

### 3.3 Componente 3: Capacitación técnica en metrología

En distintas etapas del proyecto se realizaron instancias de capacitación con temáticas inherentes a cada una de ellas, que respondían a las necesidades detectadas de las empresas participantes. Las capacitaciones fueron gratuitas y abiertas tanto a las empresas participantes del proyecto como a toda empresa o persona interesada que presentara el perfil requerido inicialmente, razón por la cual se hizo una amplia difusión a nivel local. Estas capacitaciones se pueden dividir en cuatro grupos definidos: talleres de sensibilización, talleres de devolución de diagnóstico, talleres de capacitación y talleres de transferencia tecnológica.

### **3.3.1 Talleres de sensibilización**

En los talleres de sensibilización se explicó a los asistentes el marco general del proyecto y sus distintas etapas, y se difundió la importancia de la metrología en los procesos industriales, en la salud y en el comercio.

Su meta era concientizar a los técnicos y empresarios locales sobre el impacto de las mediciones en sus procesos productivos, en la mejora de la calidad de los productos y en el aumento de la competitividad. Permitieron además demostrar que la inversión en el control y calibración de los instrumentos de medición puede reflejarse en ahorros por disminución de reprocesos y de quejas por productos que no cumplen con las especificaciones. Se estimuló la participación de las empresas asistentes y se recabaron elementos para su posterior selección.

Los talleres fueron impartidos por especialistas de cada país, que hicieron énfasis en los puntos que consideraron necesarios según el rubro de las empresas asistentes. La estrategia metodológica fue la exposición teórica y el posterior intercambio con el público. Se incluyeron los siguientes temas:

- Marco general del proyecto y etapas de desarrollo.
- Importancia de la metrología en los procesos industriales.
- Metrología y competitividad.
- Mapeo de procesos con enfoque de metrología.
- Tolerancias e incertidumbres en las mediciones.
- Lanzamiento de la convocatoria a MIPYMES para recibir asistencia técnica metrológica.

Para evaluar los conocimientos que poseían los participantes antes del taller y el impacto de lo expuesto, se realizó una prueba al inicio y al final de cada una de las instancias de capacitación. Este ejercicio fue uno de los insumos para el desarrollo del estudio de impacto del proyecto.

### **3.3.2 Talleres de devolución de los resultados del diagnóstico**

Esta actividad se llevó a cabo mediante la utilización de dos metodologías. En México se hizo una reunión al final de cada visita, en la que se expuso a cada empresa las oportunidades de mejora detectadas. En Uruguay, además de la devolución oral que se dio a cada empresa luego de la visita, se organizó una actividad abierta en la que se comunicaron algunos conceptos de metrología con



ejemplos concretos según las principales falencias detectadas. Con esto se logró extrapolar lo relevado en cada empresa a otras que no fueron elegidas para el diagnóstico metrológico. Estos talleres se realizaron al día siguiente de las visitas de diagnóstico, uno en la ciudad de Salto y el otro en la de Paysandú, con similares contenidos.

Los objetivos de estos talleres fueron:

- Fortalecer el interés de las empresas en la metrología para aumentar su grado de compromiso con las mediciones y con el proyecto.
- Presentar una visión general de las necesidades metrológicas relevadas durante las instancias de diagnóstico.
- Dar herramientas generales para la interpretación de los informes de diagnóstico.

El contenido de estos talleres se diseñó para cumplir con estos objetivos y se resume en los siguientes módulos:

- Importancia de la metrología.
- Origen del proyecto, objetivos, fechas de ejecución de las diferentes etapas e identificación de empresas beneficiarias en Uruguay y México.
- Objetivo de las asesorías metrológicas y explicación de sus diferentes etapas.
- Exposición de las oportunidades de mejora encontradas en las empresas diagnosticadas y su clasificación.
- Beneficios de fortalecer la metrología en los procesos de fabricación.

### ***3.3.3 Talleres de capacitación***

En la última etapa de las consultorías a las empresas, y como parte de las actividades de las misiones de intercambio técnico, se planificaron y dictaron cursos de metrología general y específica en determinadas magnitudes. Se realizaron cursos en México, en Querétaro y Celaya (Guanajuato), y en Uruguay, en Salto y Paysandú, con contenidos focalizados en los rubros de las empresas que participaron en cada país y localidad, y adaptados al nivel de desarrollo de la metrología que se determinó en las visitas de diagnóstico.

Las temáticas de los cursos fueron diseñadas en función de las áreas de interés de las empresas beneficiarias del proyecto en Uruguay y México.

El objetivo de los cursos fue brindar herramientas a las empresas para mejorar las mediciones que ya realizaban y/o implementar mediciones que aún no realizaban pero que deberían realizar.

En México, las empresas que participaron en el proyecto pertenecían a los rubros metalúrgicos, metal-mecánica, plásticos y alimentos, y se detectó que sus necesidades de capacitación se centraban en la adquisición de conocimientos de metrología general y en conocimientos específicos de metrología dimensional, masa y temperatura, ya que estas eran las magnitudes que más impactaban en sus procesos. Como en Querétaro y en Celaya las empresas tenían perfiles muy similares, se resolvió brindar la misma capacitación en ambas localidades, a la que se denominó: Jornada de Capacitación en Metrología para la Mejora de la Competitividad en MIPYMES. En este caso el curso/taller incluyó los siguientes temas:

- Origen del proyecto.
- Objetivo general y específico del proyecto.
- Importancia de la metrología en la industria.
- Metrología y calidad.
- Aseguramiento de calidad de mediciones.
- Trazabilidad y acuerdo de reconocimiento mutuo (MRA).
- Conceptos básicos de metrología.
- Características de los instrumentos de medida.
- Proceso de confirmación metrológica.
- Estudios de repetibilidad y reproducibilidad (Gage R&R).
- Metrología dimensional.
- Metrología básica para mediciones de temperatura.
- Metrología básica en mediciones de masa.

En Uruguay, las empresas seleccionadas pertenecían a dos rubros bien definidos y diferentes: manufactura de madera y manufactura de alimentos. Por este motivo se plantearon dos cursos: uno de metrología general aplicada y otro sobre la importancia de las mediciones en la industria alimentaria.

En el diseño del curso/taller de metrología general aplicada se apuntó a los dos tipos de industrias participantes del proyecto y se desarrolló el siguiente temario.

Presentación de objetivos de la capacitación.

- Importancia de las mediciones en la industria.
- Conceptos básicos de metrología.
- Ejercicio de repetibilidad y reproducibilidad (Gage R&R).
- Trazabilidad y MRA.
- Metrología dimensional industrial.
- Metrología básica en mediciones de temperatura.
- Metrología básica en mediciones de masa.

El diseño del curso Importancia de las Mediciones en la Inocuidad Alimentaria se focalizó en las empresas de procesamiento de alimentos. Sus objetivos fueron establecer la importancia de las mediciones en el ámbito de la inocuidad alimentaria, explicando cómo realizarlas de manera correcta, e implementar buenas prácticas de procesamiento de alimentos. El curso/taller incluyó el siguiente temario:

- Qué es la inocuidad y qué procesos permiten asegurarla.
- Mediciones que intervienen en cada cadena productiva o de distribución.
- Buenas prácticas de manufactura asociadas con mediciones para la calidad y la inocuidad.
- Metrología como aliada para la toma de decisiones.
- Análisis del proceso productivo y puntos críticos de control.

Todos los cursos/talleres dictados en esta instancia combinaron las exposiciones teóricas con las actividades prácticas. En las exposiciones teóricas se brindó la base necesaria para poder abordar los ejercicios prácticos que favorecieron la puesta en práctica de los conocimientos. Al finalizar los ejercicios, se compartieron y analizaron los datos obtenidos y se extrajeron conclusiones junto con los participantes.

Al igual que en las actividades de sensibilización, se evaluó el grado de conocimiento que tenía inicialmente cada participante y el grado de conocimientos con que finalizó la capacitación. Esta prueba también fue de utilidad para medir el impacto de la actividad sobre el público participante.

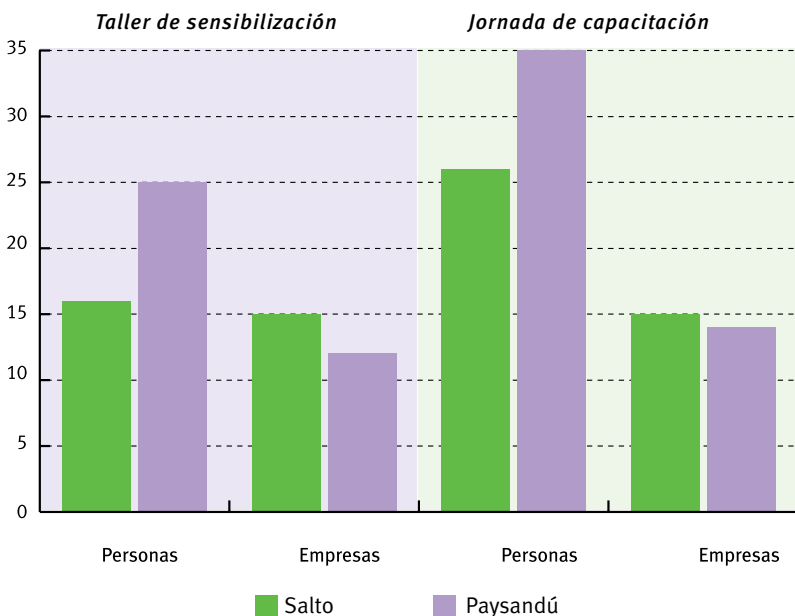
Todos los cursos fueron dictados en conjunto por técnicos de México y Uruguay.

### 3.3.4. Asistencia a las capacitaciones

No hubo requisitos para la inscripción de interesados en los talleres de sensibilización ni en los talleres de devolución de diagnóstico, si bien era obligatoria la asistencia de las empresas beneficiarias al taller de devolución de diagnóstico.

En los cursos/taller dictados en México y Uruguay —Jornada de Capacitación en Metrología para la Mejora de la Competitividad en MIPYMES, Metrología General Aplicada e Importancia de las Mediciones en la Inocuidad Alimentaria— tampoco hubo requisitos de inscripción, pero se estableció un cupo máximo de personas por empresa, dando prioridad a los técnicos y funcionarios de las empresas beneficiarias del proyecto.

**GRÁFICO 1. Asistencia a capacitaciones en Uruguay.**



En Uruguay, el detalle de la participación en las capacitaciones fue el siguiente:

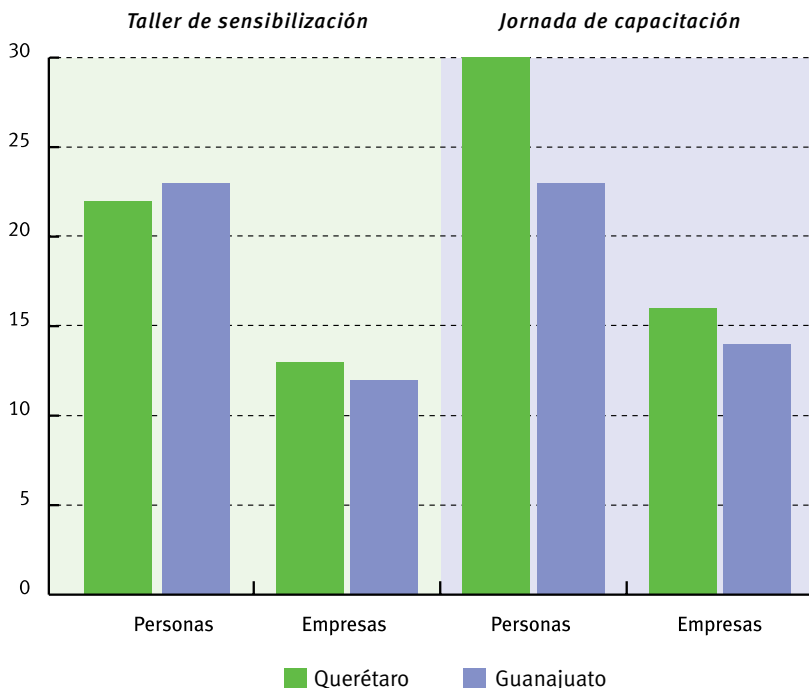
- En los talleres de sensibilización participaron 16 personas en Paysandú y 25 en Salto.

- En los talleres de devolución de los diagnósticos participaron 17 personas en Paysandú y 16 en Salto.
- En el curso Metrología General Aplicada, dictado en Salto, participaron 26 personas, y asistieron 35 al curso Importancia de las Mediciones en la Inocuidad Alimentaria como Aliadas Estratégicas para la Mejora de Procesos, dictado en la ciudad de Paysandú.

En México, el detalle de la participación en las capacitaciones fue el siguiente:

- En los talleres de sensibilización participaron 22 personas de 13 empresas en Querétaro y 23 personas de 12 empresas en el de Guanajuato.
- En el curso Jornada de Capacitación en Metrología para la Mejora de la Competitividad en MIPYMES, dictado en Querétaro, participaron 30 personas de 16 empresas, y 23 personas de 14 empresas participaron en el curso dictado en Celaya.

**GRÁFICO 2. Asistencia a capacitaciones en México.**



### 3.4 Componente 4: Plan de acción y seguimiento de su implementación

A partir del informe de diagnóstico elaborado por el equipo asesor y del intercambio con el responsable de la empresa durante la visita de diagnóstico se acordó la elaboración de un plan de acción. La generación de este plan fue muy importante porque permitió monitorear la ejecución de las tareas y sirvió como base de revisión en las visitas de seguimiento posteriores.

El equipo de técnicos del CENAM y del LATU elaboró un formato de plan de acción que fue enviado a las empresas para que lo completaran (ver Anexo 1). Se confirmó su recepción telefónicamente y vía correo electrónico, y se explicó a las empresas que el objetivo era formalizar el compromiso de comenzar a implementar las oportunidades de mejora descritas en el informe de diagnóstico.

Sin embargo, las empresas no llenaron por sí mismas los formatos. Esto podría deberse a la falta de experiencia en el manejo de registros, y también a la dificultad de responder simultáneamente sobre tantos aspectos y priorizar aquellos de mayor relevancia, ya que en los diagnósticos se detectaron muchas oportunidades de mejora. Con el fin de sortear esta dificultad, se resolvió solicitar a las empresas que seleccionaran solo tres o cuatro acciones prioritarias a implementar, considerando la importancia e impacto que estas acciones tendrían en el proceso y su mejora, y que pudieran llevarlas a cabo en un corto plazo. Se apoyó así a las empresas en el proceso de priorización de las acciones.

Una vez definido el plan de acción, se realizó un seguimiento telefónico y periódico para facilitar el logro de resultados, pero igualmente hubo algunos retrasos. En este contexto, en Uruguay los técnicos del LATU realizaron dos visitas de seguimiento a Salto y a Paysandú para verificar las acciones y los avances de cada empresa.

En la primera visita se revisaron los planes de acción y se confirmó que la mayoría de las empresas había comenzado a trabajar e implementar las acciones definidas.

Como resultado de la visita de seguimiento, se actualizaron los planes de acción con la inclusión de una columna que contempló el estado de implementación de la acción al momento de la visita y la incorporación de nuevas acciones, y luego se reenviaron a las empresas.

La segunda visita marcó la última instancia de seguimiento previo a la visita de cierre de la asistencia. Nuevamente, las empresas acordaron reuniones con

colaboradores del LATU. En esta visita, además de la revisión del último plan de acción, se recorrieron las instalaciones de las empresas para lograr una mejor visión y apoyar de forma más eficiente la asistencia técnica.

Posteriormente, se actualizaron una vez más los planes de acción y fueron reenviados a los responsables de cada empresa beneficiada. Se recordó a cada empresa que se trataba del último tramo de la asistencia técnica y se anunció la visita de cierre.

En el caso de México, el seguimiento inicial se realizó telefónicamente y vía correo electrónico, y se hizo una visita solo a aquellas empresas que manifestaron algunos cuestionamientos o dudas en relación con los informes y planes de acción. La asistencia técnica finalizó con la visita de cierre. Los equipos asesores de ambos países visitaron a cada empresa beneficiaria y en todos los casos revisaron los informes de diagnóstico entregados y los distintos planes de acción que se fueron actualizando durante el seguimiento de la asistencia. Finalmente, los equipos técnicos actualizaron los planes de acción con los avances y acciones pendientes de implementación, y los enviaron a cada empresa.

### 3.5 Componente 5: Evaluación de impacto

#### **Metodología, resultados y limitaciones**

Se entiende por *evaluación de impacto* la evaluación de los cambios en la población o poblaciones beneficiarias atribuibles al programa evaluado, ya sea total o parcialmente. Si se denomina *intervención* a la actividad sobre la que se valorará el impacto, el objetivo de la evaluación es detectar los cambios en los beneficiarios por medio de un proceso de sistematización y recogida de información.

La evaluación de impacto debe cumplir al menos con algunos de los siguientes propósitos:

#### ***Medir la eficacia de la intervención.***

Los recursos son escasos y deben invertirse donde puedan producir los mayores beneficios. En este sentido, la evaluación de impacto es de utilidad para la definición de alcance y objetivos en el marco de la réplica de las intervenciones propuestas.

### ***Aprender para mejorar.***

Supone ajustar, corregir y/o replicar el diseño y ejecución del proyecto. Las evaluaciones de impacto exigen procesos de construcción muy detallados y de mucha observación. Es en el transcurso de esos procesos que se identifican dimensiones a mejorar y a replicar para dar continuidad a las acciones una vez finalizada la intervención.

### ***Comunicar y divulgar las acciones del proyecto.***

En definitiva, aprender. La evaluación de impacto sirve como una herramienta de comunicación, divulgación y transparencia en la utilización de los fondos conjuntos y de las acciones institucionales. El diseño y la ejecución de la evaluación de impacto constituyen procesos de aprendizaje para todo el equipo ejecutor. Hay modelos de intervenciones que son efectivos y otros que no. No se trata solo del cumplimiento de los objetivos, sino de la sostenibilidad, la apropiación y el impacto.

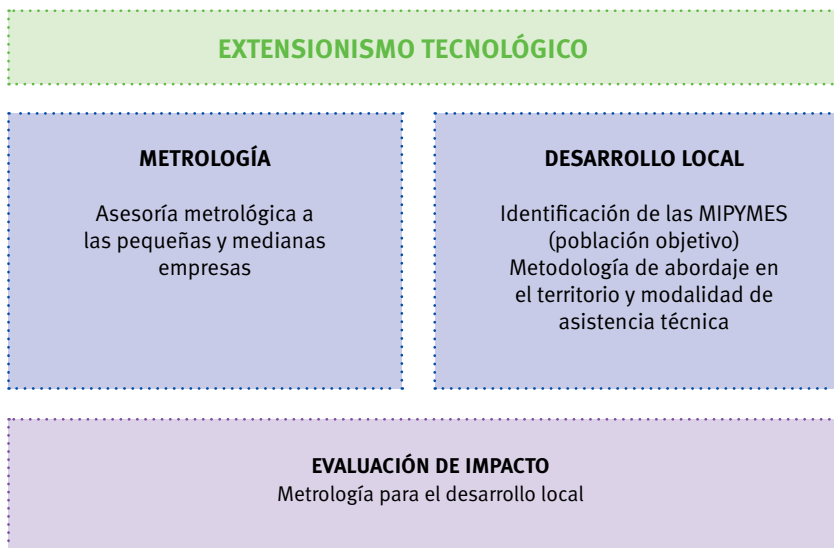
### ***Obtener futuros financiamientos y/o socios tecnológicos.***

La evaluación de impacto es una herramienta de comunicación, divulgación y transparencia, tanto de la utilización de los fondos conjuntos como de las acciones del proyecto. Los resultados de la evaluación tienen utilidad al momento de postular para la obtención de financiamiento y/o generar alianzas estratégicas. Los procesos de evaluación y sus resultados permiten comunicar en forma concreta y contextualizada las características de la intervención y su poder para lograr los impactos esperados.

Como se ha mencionado en los apartados anteriores, el objetivo del proyecto se orientó a impulsar el desarrollo sostenible de sectores industriales en proceso de crecimiento en cada país, mediante la innovación y la transferencia de soluciones de valor en servicios de gestión en mediciones y la evaluación de la conformidad de acuerdo a las regulaciones y normativas aplicables. Esto se implementó, específicamente, mediante el servicio de asesorías metrológicas a la industria.

Junto con el eje principal del proyecto se realizó, como proceso transversal (Figura 4), una evaluación de impacto de las actividades en ambos países para asegurar que los recursos aplicados en el proyecto condujeran a impactos reales en las empresas beneficiarias. En el próximo apartado se presenta una síntesis de la metodología y de los resultados de la evaluación.





**FIGURA 4. La medición de impacto como proceso transversal.**

### **3.5.1 Metodología de la evaluación**

Partiendo de los objetivos específicos, se identificaron los siguientes resultados de impacto esperados (RIE):

- Aumento de sensibilización de referentes de MIPYMES y técnicos locales frente a cómo las mediciones adecuadas respaldan procesos eficientes (RIE 1).
- Instalación de capacidades metrológicas para el desarrollo local en referentes de MIPYMES, técnicos y proveedores locales (RIE 2).
- Mejora metrológica en los procesos de las MIPYMES asistidas técnicamente (RIE 3).
- Aporte a las políticas públicas regionales y sectoriales de apoyo al fortalecimiento metrológico de las MIPYMES (RIE 4).

Para poder indagar el impacto esperado del aporte a las políticas públicas regionales y sectoriales de apoyo al fortalecimiento metrológico, se requiere

una ventana de tiempo de un año, como mínimo, luego de finalizada la intervención. Dados los plazos acordados con las agencias de cooperación que financiaron este proyecto, este resultado de impacto esperado no fue abarcado en esta evaluación.

Cada uno de estos RIE puede formularse como una pregunta de evaluación. Para dar respuestas a las preguntas de evaluación se diseñó la estrategia metodológica que se presenta en las siguientes subsecciones:

- *RIE 1: ¿Se lograron cambios en la sensibilización de referentes de MIPYMES y técnicos locales?*
- *RIE 2: ¿Se instalaron capacidades con relación a la metrología para el desarrollo local?*
- *RIE 3: ¿Se lograron mejoras metrológicas en los procesos de las MIPYMES asistidas?*

Para responder a RIE 1 y RIE 2 se diseñaron formularios con un conjunto de preguntas para relevar, antes y después de la actividad, los conocimientos de los participantes en relación con una serie de conceptos clave, en el marco de las mediciones eficaces para el desarrollo local. Estas preguntas —también entendidas como pruebas— fueron elaboradas con base en el contenido del programa de cada actividad.

Para responder a RIE 3 se realizó un trabajo de campo inicial y uno final. En esas instancias, se relevó información cualitativa y cuantitativa que permitiera valorar, posteriormente, la existencia de cambios en los procesos y la contribución de la intervención frente a esos cambios.

Esta metodología fue aplicada en ambos países al conjunto de empresas que recibieron la asistencia técnica, con algunas diferencias menores que se indican en los apartados de resultados y limitaciones.

Transcurrida una ventana de tiempo de tres meses, luego de finalizada la asistencia técnica, las empresas fueron visitadas nuevamente. En esa oportunidad se realizó el segundo trabajo de campo, respondiendo a la siguiente planificación: i) aplicación del modelo lógico para interpretación de resultados, ii) pedido de datos o registros numéricos y iii) relevamiento cualitativo de la valoración de la intervención.

### 3.5.2 Resultados

En este apartado se presentan los resultados hallados siguiendo la metodología presentada en la sección anterior.

*¿Se lograron cambios en la sensibilización de referentes de MIPYMES y técnicos locales?*

*Sí, se lograron cambios.*

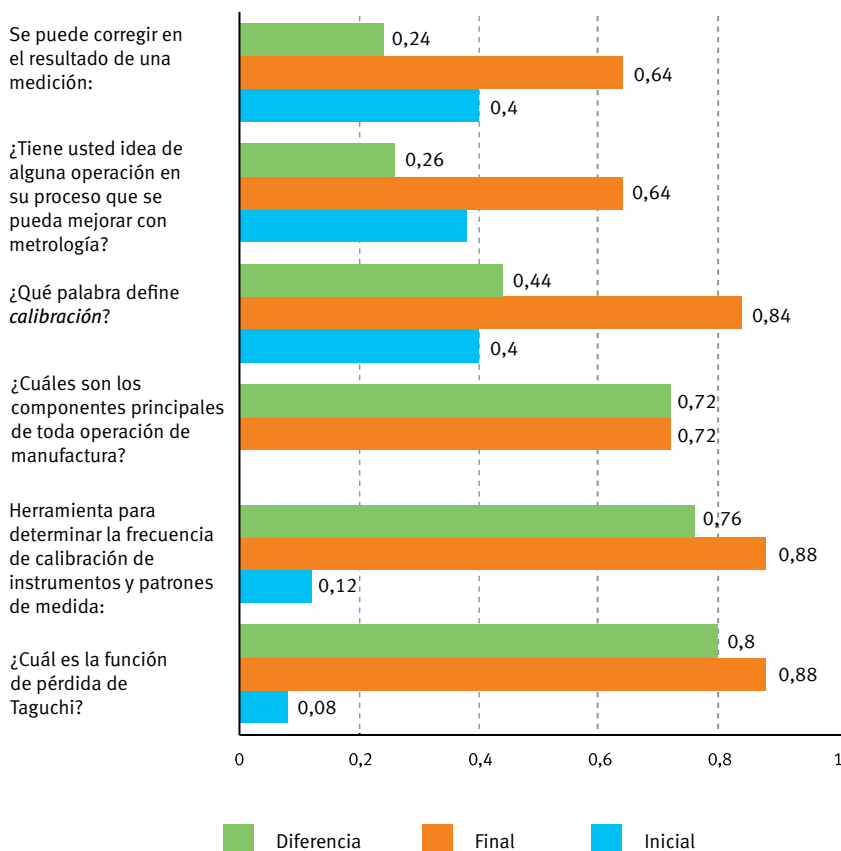
En México, la diferencia de medias en las calificaciones de las pruebas aplicadas fue de 54 %. Estos hallazgos se registraron sobre un total de 25 personas que participaron del taller de sensibilización en México y respondieron a los formularios (13 personas en Querétaro y 12 personas en Guanajuato). Antes de participar en el taller de sensibilización, los participantes respondieron correctamente el 23 % de la prueba planteada, y luego del taller respondieron de forma correcta, en promedio, el 77 % de la misma prueba. Asimismo, no se presentaron diferencias significativas entre los promedios de calificaciones y su evolución entre los grupos de mujeres y hombres. En cuanto al contenido de la prueba, se detectaron mayores cambios en las preguntas que referían a función de pérdida de Taguchi, herramienta para determinar la frecuencia de calibración de instrumentos y patrones de medida, y componentes de operaciones de manufactura. En todos los casos, las diferencias de calificaciones se encontraron entre el 70 % y el 80 %.

En el caso de Uruguay, también se registraron hallazgos que permiten afirmar que se lograron cambios en la sensibilización respecto a la temática del taller. Una de las preguntas consideradas clave para medir el impacto fue: *¿tiene claro qué variable se mide para controlar su proceso? Se considera un proceso de referencia ya sea el de su propia empresa, el de la empresa para la cual trabaja o el de una empresa que asesora.*

Sobre el total de 26 asistencias, antes de comenzar el taller el 34,6 % respondió sí a esta pregunta, y luego de participar de la actividad el 80,8 % respondió afirmativamente. Esto indica que 12 participantes —el 46 %— manifestaron haber incorporado con claridad las variables que medían para controlar su proceso. En el análisis por género no se registraron diferencias significativas entre los grupos de mujeres y hombres.

Otro dato que se considera clave para el análisis de impacto del taller de sensibilización en Uruguay es el conocimiento que los participantes tienen sobre las variables que deben medirse en un proceso de referencia. Antes de participar en la actividad, el 84,6 % de las personas manifestaba no saber si las variables que se medían en el proceso eran las que debían medirse. Luego de participar de la capacitación, ese porcentaje descendió al 38,5 %. Se evidenció un cambio del 46 %; es decir, 12 personas entendieron que las variables que se miden en su proceso de referencia son las que deben medirse.

**GRÁFICO 3. Taller de sensibilización en México - Diferencias de medias en calificaciones por preguntas.**



Además, cuando se realizó la encuesta a los participantes del taller de sensibilización, transcurrida la ventana de tiempo de cuatro meses, también se les preguntó sobre la aplicación en su empresa de la información recibida en el taller de sensibilización: el 77 % respondió que sí la había aplicado. A esta pregunta respondieron 23 de las 26 personas encuestadas.

*¿Se dejaron capacidades instaladas con relación a la metrología para el desarrollo local?*

*La intervención provocó cambios en los conocimientos de las personas participantes en las actividades de capacitación que fueron brindadas en el marco del proyecto.*

En el análisis global se consideran las calificaciones de las tres actividades de capacitación que fueron realizadas en los dos países: curso Metrología General (Uruguay), curso Metrología para la Inocuidad Alimentaria (Uruguay) y curso Metrología (México). Cuando se comparan los promedios de las calificaciones globales obtenidas en las pruebas aplicadas antes y después de la participación se encuentra que la diferencia de medias fue de un 35 %. Antes de participar de los cursos, los participantes realizaron en promedio un 31 % de la prueba correctamente; luego de participar de los cursos, realizaron correctamente el 66 % de la misma prueba. Con estos hallazgos se podría decir que los conocimientos de los participantes de las actividades de capacitación —en ambos países— se vieron incrementados. No se encontraron diferencias significativas cuando se evaluaron los datos diferenciados por género.

Si se analiza únicamente la información referente al curso de metrología que fue dictado en México, se puede apreciar que la diferencia de media es de 33 %. Si se analizan las diferencias promedio de las calificaciones por preguntas realizadas en este curso, se encuentra que las mayores diferencias se registran en las preguntas referentes a la exactitud del instrumento de medida respecto a la tolerancia y la unidad básica de temperatura. En ambas preguntas la diferencia de calificación es de 69 % y 64 %, respectivamente. En los dos casos, el alto valor de la diferencia de medias se debe a una combinación de baja línea de base —conocimiento previo de los participantes reflejado en la calificación promedio de las preguntas— y alta calificación final. Esto termina demostrando un alto impacto en la incorporación de conocimiento, medido a través de las calificaciones en las pruebas. No se hallaron diferencias significativas cuando se analizaron los datos diferenciados por género.

Cuando se evalúan por separado los datos de los dos cursos brindados en Uruguay —Metrología General y curso Metrología para la Inocuidad Alimentaria—, se aprecia que la diferencia de medias de las notas globales promedio de ambos cursos es de 36 %. No se encontraron diferencias significativas cuando se evaluaron los datos diferenciados por género.

Si se analizan los datos para el curso de Metrología General, se aprecia que la diferencia de las calificaciones promedio de los asistentes antes y después de participar en el curso es de 46 %. Asimismo, si se analiza la diferencia de las calificaciones por pregunta para este curso, se encuentra que la mayor diferencia se registra en la pregunta referente a la unidad básica de temperatura. En línea de base, el 4 % de las personas participantes responde correctamente, y luego de participar del curso las respuestas correctas son del 96 %, lo que muestra un cambio del 92 %. La pregunta que le sigue es la referente a la calibración de un termómetro en 0 °C. En línea de base, el 8 %, en promedio, respondió correctamente a esta pregunta, y luego de participar en el curso las respuestas correctas ascendieron a 72 %, evidenciando un cambio de 64 %.

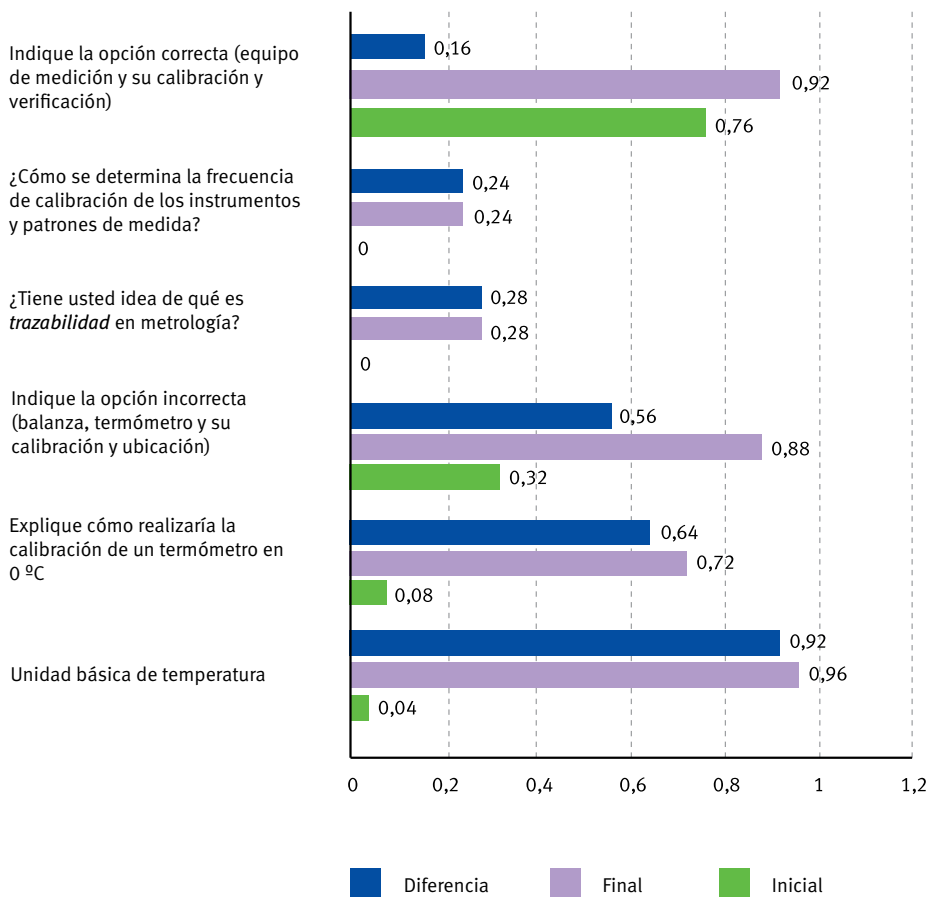
Al analizar los datos para el curso de Metrología para la Inocuidad Alimentaria, se percibe que la diferencia de las calificaciones promedio de los asistentes antes y después de participar en el curso es de 29 %. Si se analiza la diferencia de medias de las calificaciones por preguntas incluidas en el formulario aplicado en este curso, se observa que la mayor diferencia se encuentra en las preguntas referentes a la temperatura que debe alcanzar el centro del producto, por encima de la cual se eliminan los microorganismos, y sobre el proceso de control que permite asegurar la integridad en la cadena de frío de un alimento congelado.

*Resumen del tamaño del efecto.*

*Análisis conjunto de las dos preguntas anteriores.*

Para aquellos casos donde el tipo de respuesta a las preguntas planteadas admite el cálculo de las diferencias de medias, también se realizó el cálculo del tamaño del efecto. Este es un indicador que, además de las diferencias en los promedios de las calificaciones, contempla la desviación estándar. Si se utiliza la escala propuesta por Jacob Cohen, este valor permite calificar el efecto en alto, medio o bajo. En este estudio, el tamaño del efecto es superior a 0,80 en todos los casos, por lo que califica como alto.

**GRÁFICO 4. Curso Metrología General en Uruguay - Diferencias de medias en calificaciones por preguntas.**



No obstante, otra utilidad de trabajar con el tamaño del efecto es la posibilidad de establecer comparaciones relativas. Se puede hacer el ejercicio de comparar los tamaños de efectos para aquellas instancias de capacitación en las que se realizó la comparación de medias y los distintos niveles de apertura que se analizaron.

La intervención —actividad de capacitación— en la que el tamaño del efecto fue mayor es el curso de Metrología General que fue dictado en Uruguay. Esto se explica por la combinación de tres factores: i) los conocimientos previos —línea de base— de los participantes eran bajos; responden correctamente el 20 % de la prueba propuesta, ii) luego de participar en el curso mejoraron notoriamente sus manejos conceptuales y respondieron correctamente el 66 % de la misma prueba, y iii) las calificaciones de los participantes son parejas, el promedio fue bueno, pero además la dispersión de los datos fue baja y todos mejoraron de forma pareja.

La mayor diferencia de calificaciones globales promedio se constató en el taller de sensibilización de México. Esto se explica por una combinación de bajas calificaciones en línea de base y altas calificaciones finales. Sin embargo, el tamaño del efecto ocupó el segundo lugar, porque la dispersión de los datos era un poco mayor que en el curso anterior. Es decir, había más disparidad; algunos participantes incorporaron más conocimiento que otros.

El menor tamaño del efecto tuvo lugar en los cursos brindados en Uruguay, pero este promedio estuvo fundamentalmente influido por el curso de Metrología para la Inocuidad Alimentaria. Esto se explica por dos factores: i) existe en los participantes conocimiento previo que se refleja en el promedio de calificaciones de línea de base —que es el más alto si se compara con todas las actividades de capacitación—y ii) el promedio final de las capacitaciones alcanzó el 76 %. Si bien es un promedio alto —el más alto si se compara con todas las instancias de capacitación y con la línea de base—, la diferencia fue del 29 %, la más baja de todas las diferencias de medias.

*Entonces..., ¿se lograron cambios en los procesos de la MIPYMES asistidas?  
Sí, se lograron cambios.*

En el análisis global se pudo constatar que las empresas estudiadas ejecutaban, en promedio, el 60 % de las recomendaciones incluidas en el plan de acción de asesoría en metrología. Asimismo, estas empresas indicaron, en promedio, que alcanzaron el 54 % de los impactos esperados por el proyecto, entre ellos: disminución de pérdidas, disminución de reprocesos, aumento en la confianza de calidad del producto final, aumento de la vida útil de los instrumentos y equipos de medición, etcétera.

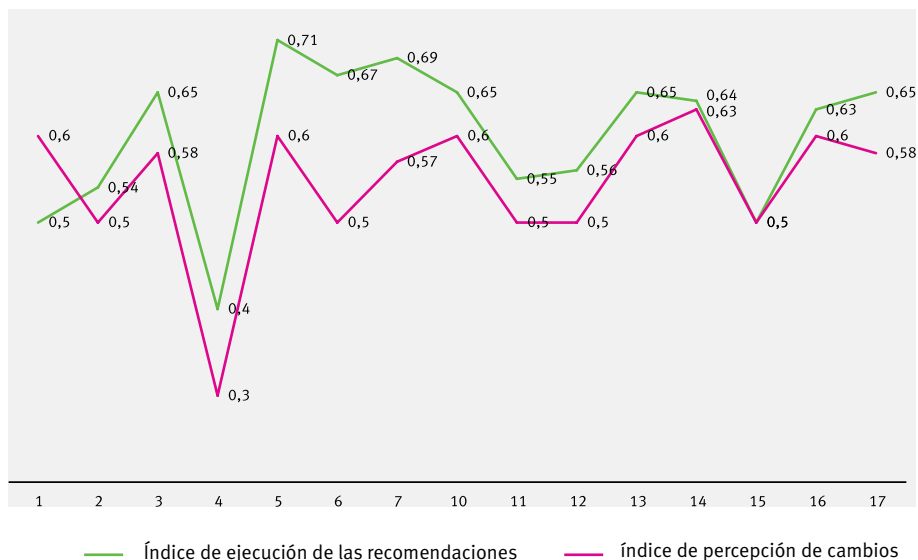


Otro dato derivado de la Figura 10 es la correlación existente entre ambas series de datos. Ninguna empresa percibió cambios sin haber ejecutado recomendaciones. Como se puede observar, a mayor índice de ejecución de recomendaciones, mayor percepción de cambios.

**TABLA 6. Resumen del tamaño del efecto.**

	Media de calificaciones				Tamaño del efecto
	Inicial	Final	Diferencia de medias	Desviación estándar	
Curso de Metrología General (Uruguay)	20 %	66 %	46 %	0,13577	3,39
Taller de sensibilización (México)	23 %	76 %	54 %	0,16813	3,19
Curso de metrología (México)	24 %	57 %	33 %	0,12033	2,75
Cursos dictados (considerando globalmente Uruguay y México)	31 %	66 %	35 %	0,18205	1,92
Curso de Metrología para la Inocuidad (Uruguay)	47 %	76 %	29 %	0,16363	1,78
Cursos dictados en Uruguay (considerando globalmente el curso de Metrología General y Metrología para la Inocuidad)	36 %	72 %	36 %	0,20482	1,77

**GRÁFICO 5. Índice de ejecución de recomendaciones y percepción de cambios.**



Ejecución promedio de las recomendaciones	60 %
Percepción de cambios	54 %
Coefficiente de correlación	74 %

Para el caso de las seis empresas estudiadas en Uruguay, el índice de ejecución de recomendaciones fue, en promedio, de 58 %, y el índice promedio de percepción de cambios fue de 51 %.

En Uruguay, en relación a las seis empresas estudiadas, antes del proyecto ninguna de las personas había asistido a una capacitación en metrología; luego del proyecto, un total de nueve personas, para las seis empresas, lo habían hecho.

Además, también para el caso uruguayo, se relevó el cambio más significativo expresado por los empresarios. Los hallazgos fueron:

- En las carpinterías: la unificación de los metros, verificando su calidad al momento de la adquisición. La incorporación de galgas, plantillas y guías dio buenos resultados en la unificación de las medidas, y finalmente impactó en la calidad del producto por el aseguramiento de la estandarización.

- La incorporación de mediciones y uso de calibre al inicio del proceso (al pie de la máquina). Esto impactó positivamente en el aprovechamiento de la materia prima; se estima una reducción del 20 % de las pérdidas.
- La incorporación de control sobre los instrumentos de medición adquiridos para la elaboración de muebles. Por ejemplo, se controló un metro de madera con el metro patrón, y se detectó que tenía una diferencia de 4 mm por metro. Al realizar una adecuada evaluación de los instrumentos se evitan errores en las mediciones que terminan impactando negativamente en el proceso de trabajo.
- En industrias alimentarias: la incorporación de una metodología para la revisión de los procesos de producción, orientada a la medición de variables clave como: humedad, temperatura y tiempos. Con base en estas revisiones, se fueron incorporando ajustes en las recetas y en su implementación, que finalmente impactaron en la disminución de pérdidas. Por ejemplo, en una panadería se estimó que antes de la incorporación de estas recomendaciones las pérdidas eran de tres carros de pan al mes; después de implementadas, las pérdidas oscilaron entre medio y un carro de pan al mes. Esta metodología de revisión basada en las mediciones —y ya no en aspectos subjetivos como asignar la responsabilidad al estado de ánimo del maestro panadero— impactó positivamente en el clima laboral y en las relaciones entre compañeros. A partir de una revisión sistémica basada en la medición y registro de humedad y temperatura, así como del cronometraje del tiempo, comenzaron a predominar aspectos objetivos que se debían mejorar.
- La incorporación de registro de las mediciones de variables clave para el proceso, como la temperatura, el volumen, la masa y el tiempo. Estos registros permitieron la verificación continua de los procesos de producción, que finalmente impactó en el aseguramiento de la estandarización del producto terminado.
- La adquisición de balanzas adecuadas —en términos de precisión— para el pesaje de ingredientes utilizados en la elaboración de alimentos.
- La incorporación de verificación y registro de una variable clave como la temperatura en el proceso de verificación.

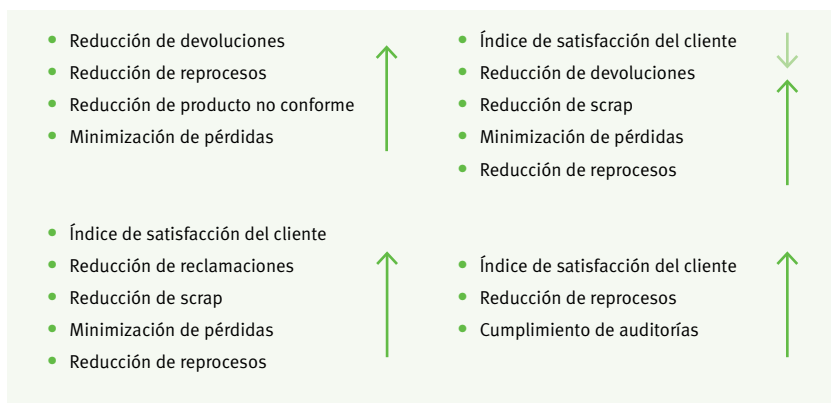
Para el caso de las nueve empresas estudiadas en México, el índice de ejecución de recomendaciones, en promedio, es de 61 %, y el índice promedio de percepción de cambios es de 56 %.

Además, también para el caso de México, se relevó el cambio más significativo expresado por los empresarios. Los hallazgos fueron:

- El aumento de la cultura metrológica. En consecuencia, se constató el uso eficiente de los recursos metrológicos que se usan en los procesos productivos. En algunas de las empresas hubo que mantener registros de las mediciones, ya que no había datos históricos para analizar.
- Los mejores rendimientos al analizar entradas (materias primas) versus salidas (producto terminado).
- Una mayor seguridad para defender los parámetros de calidad del producto ante controversias expresadas por el cliente.
- La adquisición de algunos equipos y patrones de medida, producto de las recomendaciones emitidas por los especialistas, para monitorear los parámetros de calidad.
- Una mejor comprensión de la información de los certificados de calibración para aplicar en las mediciones.

En el caso de las empresas mexicanas, cuatro de las nueve proporcionaron registros numéricos que permitieron comparar los valores de un conjunto de indicadores antes y después de la intervención. En el Esquema 1 se muestra una síntesis del comportamiento de esos indicadores; se observa una mejora en todos, a excepción del índice de satisfacción de clientes que para una de las empresas muestra una evolución negativa cuando se comparan ambos períodos.

### ESQUEMA 1. Síntesis del comportamiento de indicadores de las empresas en México.



### 3.5.4 Limitaciones de la evaluación de impacto

Se entiende por *capacidades* el manejo de ciertos conocimientos cuya adquisición fue medida a través de las calificaciones obtenidas por las empresas asesoradas en las pruebas. Las pruebas planteadas en los formularios solo refieren a la respuesta de un conjunto de seis o siete preguntas. Considerar la calificación de la prueba como indicador de capacidades respecto a la metrología impone un conjunto de limitaciones, ya que el concepto de *capacidades* podría ser más amplio e incluir —además del conocimiento reflejado en las notas de las pruebas— la capacidad de aplicarlos y transferirlos. Es importante aclarar que la categoría capacidades no incluye equipamiento ni infraestructura de las empresas. Por todo esto, en un próximo diseño de evaluación se puede consensuar, desde el inicio y con las partes involucradas en el diseño de las capacitaciones (docentes y/o personas expertas en metrología), un indicador más amplio de las capacidades, además de las calificaciones de las pruebas.

Cuando se analizan los impactos sobre las empresas que recibieron el asesoramiento en metrología se construye el índice de percepción de cambios. Este índice surge como alternativa a un índice de cambios construido con base en la evidencia del análisis de registros de pérdidas, reprocesos, calificación de la calidad de productos, vida útil de equipo e instrumentos de medición. Como la mayoría de las empresas estudiadas no tienen estos registros, se releva la percepción y se complementa con la evidencia que cada entrevistado aporta al momento del relevamiento. Esto manifiesta cierta falta de rigurosidad cuantitativa, y por eso podría representar una limitación. Ante esto, en una próxima intervención se podría incorporar un recurso que sirva exclusivamente para apoyar en el armado y actualización de registros a las empresas que reciben asesoramiento en metrología. Sería un componente más de la intervención y proporcionaría, además, un apoyo específico para la evaluación de impacto.

En cuanto al momento de aplicación del formulario final del taller de sensibilización, en México se hizo al finalizar el taller y en Uruguay cuatro meses después. Lo recomendable —aunque más costoso— sería aplicar el formulario en dos momentos: al final del taller y con una ventana posterior. En la segunda instancia se relevaría información más valiosa, como la aplicación de los conceptos.

### 3.6 Componente 6: Difusión

Para cumplir cabalmente con los objetivos de este componente, se realizó un video con testimonios de los destinatarios y de las demás partes involucradas: LATU, CENAM, AUCI, AMEXCID. En este material se registran las motivaciones, experiencias, resultados e impactos percibidos por todas las contrapartes del proyecto.

Asimismo, en los dos países se realizó un taller de cierre del proyecto en el que se presentaron las experiencias de las instituciones ejecutoras del proyecto y de las que lo financiaron.

En Uruguay también tuvo lugar la mesa redonda «Reflexiones sobre los aportes de la metrología a la productividad de las MIPYMES», en la que participaron empresarios beneficiarios y técnicos que asistieron en el proceso.

Finalmente, esta publicación desarrolla las múltiples aristas del proyecto, sus resultados e impactos y los aprendizajes que se desprenden de su ejecución.

## 4. Lecciones aprendidas de la metodología

### 4.1 Componente 1: Selección y sensibilización

En el caso de México, la interacción previa con dependencias de gobierno de los estados seleccionados y la colaboración con una Oficina de Transferencia de Tecnología facilitó el acceso a bases de datos de empresas con el perfil requerido, así como la difusión del proyecto y las actividades que de este se derivaron.

Lo mismo sucedió en el caso de Uruguay. El relacionamiento previo con instituciones que tienen una presencia afianzada y reconocida en la región de realización del proyecto, como las intendencias y centros comerciales de Salto y Paysandú, contribuyó en gran medida a su eficiencia y eficacia. En estos casos se tenía conocimiento de las empresas de los ramos seleccionados por otros proyectos en los que habían participado, así que se facilitó el contacto y el establecimiento de una relación de confianza.

Las actividades de sensibilización previas a las convocatorias en los dos países fueron imprescindibles para asegurar que las empresas que se presentaran conocieran cabalmente el alcance del proyecto y su impacto, y al decidir presentarse lo hicieran porque consideraban que les podía ser de utilidad. Este fue el primer gran paso para asegurar un proyecto exitoso.

Aunque la estrategia definida en los talleres de sensibilización dio buenos resultados, es conveniente favorecer otras formas de intercambio de experiencias entre los participantes. En próximas ediciones del proyecto se debe disminuir el tiempo dedicado a presentaciones e incluir en las agendas actividades que promuevan el trabajo en grupos para que las experiencias y las dudas de cada uno se compartan y se conozcan.

Las empresas se seleccionaron según los criterios de evaluación establecidos previamente. Para focalizar en el logro de un proyecto exitoso para todas las partes, fue fundamental evaluar a las empresas que se presentaron a la convocatoria con criterios que aseguraran su compromiso, su potencial para obtener resultados a través del proyecto y la probabilidad de alcanzar los impactos deseados. Por su parte, las entrevistas personales con las empresas también contribuyeron a evaluar su disposición al presentarse al llamado.

## 4.2 Componente 2: Diagnóstico y asistencia técnica metrológica para MIPYMES

La firma de un compromiso de participación por parte de los representantes de las empresas seleccionadas y del proyecto aportó claridad en cuanto a las condiciones de participación, los roles y las responsabilidades. Previo a su firma es recomendable reforzar la explicación y asegurarse del entendimiento del alcance de la asistencia técnica, de lo establecido en el compromiso, de los plazos y de su implementación.

Es conveniente, además, hacer hincapié en la identificación de indicadores de resultados y en el compromiso de participación de los responsables de las empresas durante las instancias presenciales de trabajo con los técnicos, con el fin de facilitar el acceso a datos, equipos y locaciones donde se opera. Las instancias de trabajo en las que no participaron los responsables de las empresas fueron más pobres en cuanto a los hallazgos, la detección de metodologías de soporte y, por ende, la generación de recomendaciones para la mejora.

La realización de los diagnósticos de las empresas utilizando la metodología desarrollada por el CENAM y el LATU contribuyó a identificar correctamente su nivel de desarrollo en cuanto al desempeño metrológico y las acciones de mejora de gestión necesarias. De la identificación de hallazgos, y acorde a la complejidad y alcance de cada empresa, surgieron recomendaciones de acciones concretas con resultados tangibles y costos razonables, entre las que se priorizaron las más simples sobre las más complejas. Esta estrategia pretendía que las empresas mantuvieran la motivación de participar en el proceso de asistencia técnica, y en particular en la etapa de introducción de mejoras. No obstante, en algunos casos el nivel de respuesta para la implementación de esas acciones no fue el esperado. Esto ocurrió especialmente en las empresas con procesos de menor complejidad, donde a priori no se visualizaba la metrología como un factor que agrega valor a esos procesos.

En general, los temas clave a evaluar durante los diagnósticos fueron:

- Conocer y analizar el mapa del proceso de cada empresa con el objetivo de identificar las mediciones que se realizan y su función.
- Verificar valores y tolerancias de las distintas variables que definen la calidad del proceso y del producto final. Para esto se deben identificar claramente todas las variables de influencia durante el proceso y correlacionarlas con las características definidas y controladas en el producto.



- Analizar si en el proceso estas variables se miden. Cuando se detectan variables que no se están midiendo, la falta de medición constituye en sí una oportunidad de mejora.
- Identificar si existen variables que se miden sin una justificación establecida, ya que se podrían eliminar o reducir.
- Asegurar que los instrumentos o procedimientos de medición que se utilizan para el control de las variables definidas son los adecuados.
- Controlar instrumentos de medición. Es necesario evaluar métodos de control alternativos cuando la compra de patrones no sea posible por razones económicas.

Con el fin de dimensionar los niveles de importancia de las mediciones en cada estación de trabajo de los procesos, se contemplaron las siguientes variables:

Se consideran como variables críticas aquellas que:

- Tienen una influencia directa en la calidad del producto final.
- Se realizan actividades de calibración, medición, verificación y/o pruebas relacionadas con ellas.
- Son las variables que predominan a lo largo del proceso.
- Se toma una decisión como criterio de aceptación o rechazo.
- Son normalmente variables independientes.

Se consideran como variables de control aquellas que:

- Afectan indirectamente al proceso.
- Pueden ser o no independientes.
- Deben mantenerse dentro de los límites permisibles para garantizar la calidad del producto.

Se consideran como variables de monitoreo aquellas que:

- Bajo condiciones normales no intervienen en el proceso.
- De presentarse variaciones, afectarían el proceso.
- Podrían convertirse en variables de control.

Es importante tener en cuenta que el tipo de recomendaciones depende, muchas veces, del tamaño de la empresa y del estado de avance de su sistema

de gestión de calidad. Conforme a esto, las empresas se pueden clasificar en tres clases:

- Aquellas donde no están definidos los parámetros de control ni sus tolerancias, no existen instrumentos de medición o los existentes no se usan o están en mal estado. En estas empresas es necesario incorporar prácticas de medición en sus procesos, y se debe sensibilizar acerca de su importancia.
- Aquellas donde están definidas algunas mediciones y existen algunos instrumentos. En estas empresas es necesario entrenar en el uso de los instrumentos, crear instrucciones de trabajo, definir tolerancias, etcétera.
- Aquellas donde están definidas las mediciones a realizar, existen los instrumentos y se usan correctamente. En ellas hay que profundizar en los registros y crear formatos que los faciliten, implementar la evaluación periódica como forma de controlar el proceso y tomar decisiones, y profundizar en el estudio de la adecuación al uso de los instrumentos existentes.

Las oportunidades de mejora que surjan en el diagnóstico dependerán, entonces, del tipo de empresa. En el primer caso, muchas recomendaciones estarán dirigidas a definir parámetros de calidad y sus tolerancias, y a empezar a medirlos. Es decir, se profundizará en qué medir. En el segundo caso, se profundizará más en aspectos vinculados a cómo medir. En el tercer caso, se pondrá el foco en asegurar la calidad de las mediciones. Todo esto quedó reflejado en cada informe de diagnóstico.

Es fundamental asegurarse de que cada empresa lea, comprenda y verifique el informe de diagnóstico para acordar acciones que efectivamente se implementen y tengan un impacto real en la mejora de los procesos y la competitividad de la empresa. En este sentido, es de vital importancia que quienes decidan qué acciones abordar, y con qué prioridad, tengan una idea real del impacto esperado para cada una de esas acciones de mejora.

Al respecto, se observó la utilidad de incluir en el informe de diagnóstico el impacto esperado para cada una de las mejoras propuestas a cada empresa.

En general, existe resistencia del personal en cuanto a incorporar o mejorar los procesos en general, y específicamente los procesos de medición. La causa

de esto es, con frecuencia, el rechazo al cambio. Cabe considerar que solo se lograrán cambios reales cuando exista un real convencimiento, a todo nivel, de lo positivo del cambio. Para tratar de formular propuestas que sean aceptadas, y de las cuales el personal se apropie, es necesario apelar a la empatía.

En paralelo, también se deben realizar algunas recomendaciones relacionadas con la gestión, aunque no sean directamente metrológicas, porque sin su aplicación es difícil lograr un impacto directo en la inclusión o registro de mediciones. Por ejemplo, muchas empresas necesitan adoptar buenas prácticas de manufactura, como la implementación de rastreabilidad en los productos durante el proceso de elaboración. Sin esta rastreabilidad el registro de mediciones pierde valor, ya que las mediciones no se pueden asociar a piezas específicas o partidas.

### 4.3 Componente 3: Capacitación técnica en metrología

En el caso de los talleres de sensibilización, los participantes egresaron con muchas nuevas ideas, pero el tiempo de la actividad no fue suficiente para aterrizarlas en la realidad individual. Una posible solución para esta limitación es recabar propuestas de los participantes y convocarlos a otras actividades de capacitación o profundización formuladas según sus ideas. Para esto, se propone aplicar un formulario de evaluación de las capacitaciones con un espacio libre para propuestas de los participantes.

La selección y pertinencia de los temas impartidos en las capacitaciones técnicas respondió a las necesidades identificadas en los diagnósticos a las empresas. Este fue un factor determinante que influyó directamente en el aprendizaje y puesta en práctica de los conocimientos adquiridos.

Asimismo, la experiencia y dominio de los temas impartidos por los instructores del CENAM y del LATU contribuyó al logro de los objetivos planteados.

La estrategia de llevar los eventos de capacitación a los lugares donde se encuentran las empresas fue un elemento adicional que facilitó la participación permanente de los interesados. Del mismo modo, la estrecha relación y coparticipación con los centros comerciales, cámaras e instituciones de gobierno fortaleció la convocatoria.

En los talleres de capacitación también se ofrecieron ejemplos y se realizaron ejercicios prácticos que promueven el intercambio de ideas, experiencias

y capacidades entre los participantes, y ayudan a mejorar la comprensión de los temas e identificar su aplicación en la realidad de cada empresa.

#### 4.4 Componente 4: Plan de acción y seguimiento de su implementación

Luego de entregado el informe de diagnóstico, es importante generar una reunión con la empresa para acordar un plan de acción que asegure que los participantes queden realmente convencidos de que las acciones que seguirán redundarán en un beneficio para la empresa, y, por ende, que se apropien del plan y lo lleven a cabo.

La mayoría de las empresas necesitaron apoyo en la comprensión cabal del informe de diagnóstico, en la realización del plan de acción, en la definición de acciones que permitieran abordar las oportunidades de mejora sugeridas y en la visualización de posibles impactos. Y, en última instancia, el apoyo recibido también les permitió priorizar todas sus acciones.

*En cuanto al seguimiento, como muchas de las empresas no tenían experiencia, los técnicos responsables debieron monitorear —telefónicamente y vía correo electrónico— el avance en la ejecución del plan de acción con una periodicidad definida.*

En el caso de Uruguay, se hizo un seguimiento presencial a las empresas que no tenían experiencia en gestión en general, y específicamente en la temática. Como complemento, se realizaron dos visitas presenciales.

#### 4.5 Componente 5: Evaluación de impacto

La evaluación del impacto de una intervención como la de este proyecto requiere el total compromiso y cooperación de la parte beneficiada en la provisión de los datos e información para el seguimiento del cambio ocurrido en la empresa. Las lecciones aprendidas en la ejecución de este ejercicio se describen a continuación.

Si bien al inicio del proceso se lleva a cabo una reunión de trabajo con el directivo de cada empresa para acordar en conjunto los indicadores que se van a monitorear, puede ocurrir que después la empresa no aporte la información

necesaria. Por eso, es preciso lograr que proporcione sus datos inmediatamente. Aunque puede entenderse como un factor de presión, se puede acordar una visita cada mes, siempre que sea factible, para revisar presencialmente la información. Cuando esto no sea posible, se debe establecer contacto telefónico, por correo electrónico o mediante reuniones remotas usando herramientas como Skype, Webex, Join me, etcétera.

En la evaluación de impacto es sumamente importante asegurar, lo mejor posible, que los efectos están asociados a la intervención. Y para que esto ocurra es condición *sine qua non* que la empresa haya implementado las acciones de mejora metrológica que se le recomendaron. Una de las lecciones aprendidas supone que el técnico asistente revise junto con la empresa cada paso que se va dando y el cambio que se está produciendo en la organización. Esto supone que se establezca una relación estrecha entre la parte ejecutora —la empresa— y la parte asesora —el LATU y el CENAM— enfocadas ambas en el seguimiento del impacto que se va produciendo en la organización.

#### 4.6 Componente 6: Difusión

Durante la última fase del proyecto se decidió realizar un video que recabara la opinión de representantes de las empresas atendidas. La experiencia fue muy enriquecedora porque relevó testimonios del impacto que el proyecto tuvo en el negocio de las empresas. Además, este mecanismo de difusión será de gran utilidad para futuras actividades de sensibilización en la temática. Sirve para mostrar, de forma clara y en poco tiempo, experiencias personales de los diferentes actores del proyecto, principalmente de los destinatarios.

Por otra parte, se organizó un seminario de cierre en el que se llevó a cabo una mesa de discusión con representantes de las empresas y de los técnicos que participaron en el proyecto. Allí, los asistentes conocieron la opinión de los beneficiarios del proyecto y los cambios que fueron viendo en su organización. Como lección aprendida, debería minimizarse el tiempo de exposiciones orales y maximizarse el impacto de la presencia de los destinatarios que comparten sus experiencias.



## 5. Recomendaciones de buenas prácticas (BP) de medición en procesos industriales

En este capítulo se enumeran recomendaciones aplicables a cualquier tipo de industria y proceso, y se plantean recomendaciones específicas para las industrias que se abordaron en este proyecto: alimentos, carpintería, metalmecánica y plásticos.

### 5.1 Aspectos generales

El objetivo de ofrecer estas BP de medición a las empresas es que sean aplicadas y permitan aprovechar la metrología como factor de mejora de su calidad, productividad y competitividad, y que, finalmente, incrementen sus utilidades.

Algunos ejemplos de lo que se puede lograr aplicando BP metrológicas son:

- Mejora de la calidad y mayor consistencia en el logro de las especificaciones que desea el cliente.
- Incremento de la productividad, reducción de desperdicio, reprocesos y rechazos.
- Mejora de la competitividad, en el sentido de que los clientes o usuarios del producto o servicio perciban y experimenten una mejor relación beneficio/costo.
- Incremento de la utilidad por minimización de costos y maximización de la utilidad.
- Desarrollo de procesos más robustos que garantizan la competitividad de la empresa.
- Capacidad de implementar herramientas de clase mundial (control estadístico de procesos, 6 Sigma, etcétera) que permitirán a la empresa crecer de manera constante.
- Consolidación de las MIPYMES latinoamericanas como competidoras atendibles en la creación de valor y contribuidoras efectivas a la creación de riqueza en Latinoamérica.

Las siguientes prácticas coinciden con las etapas del Programa Medición y se explican genéricamente para la autoaplicación o aplicación guiada en las MI-PYMES:

a: Tomar conciencia de la línea base de requerimientos (la empresa no debe invertir en nada que no genere valor, sea para ella o para sus clientes):

1. Definir las características críticas de calidad del producto o servicio, con sus tolerancias permitidas.
2. Mapear el proceso, representando gráficamente: entrada-operaciones principales-salida.
3. Definir en cada operación las variables críticas que afectan al producto, así como sus intervalos y tolerancias.

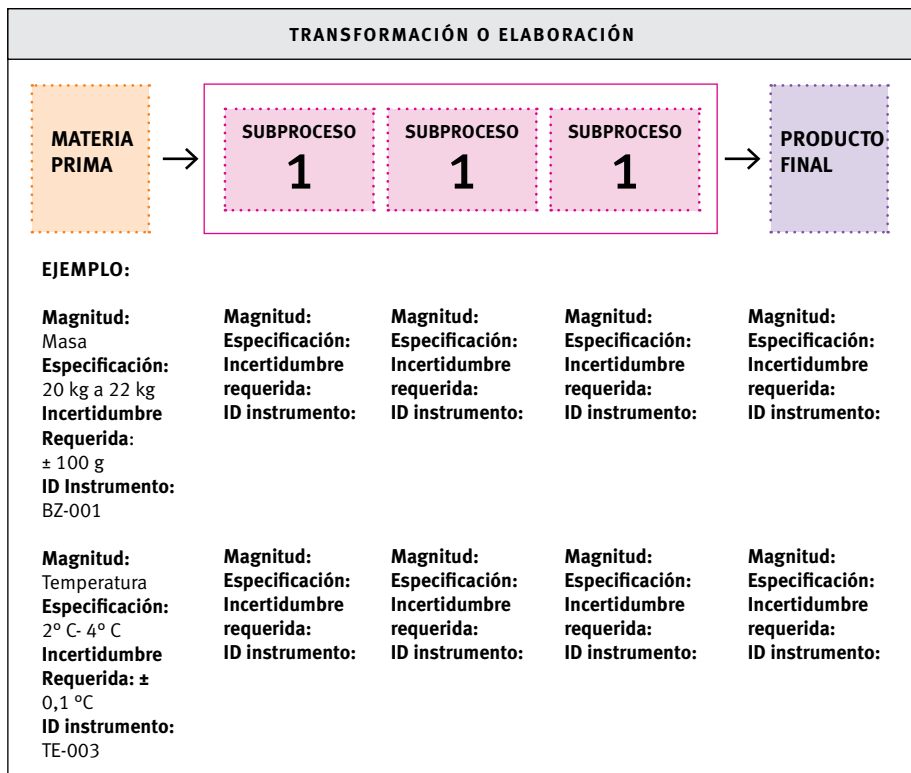
Con el fin de lograr un primer acercamiento a los procesos de las empresas, fue de suma utilidad contar con los diagramas de flujo construidos junto con las empresas antes de la realización del diagnóstico. Esto ayudó a identificar las relaciones causa-efecto en el cumplimiento de las especificaciones deseadas para el producto final y la dependencia de otras especificaciones a lo largo del proceso productivo.

b: Tomar conciencia de cómo está la empresa en cuanto a sus capacidades para generar valor mediante la metrología y sus efectos en calidad-productividad-rentabilidad-competitividad.

1. Evaluar en cada operación la función del actuador (máquina o quien realiza la operación y aporta la característica crítica de calidad) versus la función del sensor-medidor (instrumento o sistema de medición que se encarga de que el actuador actúe en la medida y proporción correctas).
2. Identificar en cada operación los elementos que ejecutan la función de medir-controlar, así como su correcta ejecución (personal, instrumentos, métodos), y registrar sus características. Hacer un inventario de ellos.
3. Estimar la incertidumbre de cada sistema de medición, en cada operación, con sus mayores componentes, incluyendo el personal y su capacitación, la instrumentación y su confirmación metrológica, los métodos y su adecuación, así como otras variables de influencia (condiciones ambientales, etcétera).



**FIGURA 5. Diagrama de flujo de proceso con identificación de estaciones y variables críticas.**



Es fundamental conseguir que la empresa se involucre en todos los niveles desde el inicio del proceso de asesoría. Luego del plan de acción, la concreción de las acciones y el logro de los resultados esperados están en el ámbito de la empresa, por lo que su participación activa es vital para que el impacto en la gestión sea real.

En ese sentido, es importante que la empresa delegue tareas y asigne responsables para los procesos de medición. Por otra parte, en muchas empresas se constató que el personal usuario de los distintos instrumentos de medición carecía de un entrenamiento adecuado para su uso. Por lo tanto, es prioritario entrenar al personal en la realización de mediciones y en el uso correcto de los instrumentos.

c: Evaluar cuáles son las capacidades de medición de la empresa (B) contra las necesidades de control que tiene su proceso (A) y cuánto contribuyen a la creación de valor.

Para lograrlo se debe:

1. Comparar las tolerancias de las características críticas de calidad del proceso o el producto contra las capacidades de medición de los sistemas.
2. Evaluar el riesgo de tener una relación de capacidad de medición (CM) a capacidad de proceso (CP) igual a  $X \% = CM/CP$ .
3. Estimar el valor económico de mantener un  $X \% = CM/CP$  como el que se tiene y evaluar los impactos económicos de invertir en CM o CP para elevar la rentabilidad.

d: Definir el plan de acción y priorizarlo teniendo en cuenta, entre otros factores, el aporte de cada acción a la productividad, competitividad y rentabilidad de la empresa.

## 5.2 Alimentos

Dado que se atendieron tres tipos de empresas del rubro (comercializadora de alimentos diversos preparados, procesadoras y panaderías), este apartado propone la implementación de buenas prácticas genéricas enfocadas en la inocuidad alimentaria, fundamental para el manejo de alimentos.

Garantizar la inocuidad y la calidad de los alimentos implica realizar controles durante toda la cadena alimentaria, desde la provisión de las materias primas hasta que llega el producto terminado a las manos del consumidor. Existen puntos críticos de control dentro de los procesos de elaboración, almacenamiento y distribución que deben ser monitoreados mediante mediciones. Si las mediciones no son confiables, no hay certeza del estado del producto y se corre el riesgo de comprometer la calidad e inocuidad del alimento.

Las mediciones y su correcto análisis permiten detectar tendencias o incumplimientos de las tolerancias fijadas durante todo el proceso, y actuar en consecuencia. La metrología, como ciencia de las mediciones, es una herramienta fundamental para apoyar la toma de decisiones en base a datos fidedignos.

En la asesoría metrológica brindada a MIPYMES en Uruguay y México participaron cinco empresas elaboradoras de alimentos: dos panaderías, dos elaboradoras de golosinas y un restaurante.

### 5.2.1 Proceso de elaboración de alimentos con enfoque en inocuidad alimentaria

El proceso de elaboración de alimentos supone una cadena alimentaria en la que existen elementos que deben cuidarse para asegurar la inocuidad; si esto no sucede en cualquiera de las diversas etapas, esa inocuidad puede verse comprometida. Este vínculo comienza en el proveedor de materias primas, continúa en la elaboración del alimento, sigue en su transporte y venta, y culmina cuando llega al consumidor final. En el caso de los restaurantes, la etapa de transporte y posterior venta puede estar suprimida.

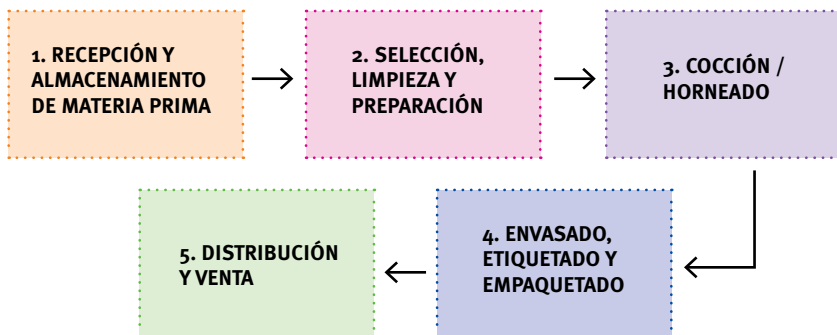
El elaborador de alimentos debe garantizar la inocuidad y calidad de sus productos. La aplicación de herramientas de calidad, como el sistema APPCC/HACCP, las buenas prácticas de manufactura (BPM) y los procedimientos operativos estandarizados de saneamiento (POES), es la base para ello.

La esencia del HACCP es la identificación y detección de puntos críticos de control. Estos controles deben llevarse a cabo mediante mediciones que deben registrarse y analizarse.

A continuación se detallan recomendaciones metrológicas que surgieron de la experiencia con las empresas.

En general, se observó poco entrenamiento del personal en la correcta realización de las tareas que implica la elaboración de alimentos. En consecuencia, se les recomendó que asistan al curso para manipulador de alimentos que se ofrece en cada departamento, y a cursos de buenas prácticas de manufactura.

**FIGURA 6. Etapas del proceso genérico de elaboración de alimentos.**



Para alcanzar y mantener una calidad adecuada del producto es importante que los procedimientos de elaboración estén claramente descritos y permanezcan siempre al alcance del personal a cargo.

Cuando sea necesaria la rotación de personal (cambio de turnos, días de descanso, licencias, etcétera), se recomienda mantener un referente idóneo en los procesos de elaboración, apto para entrenar y supervisar a los demás.

Es fundamental que el personal que realiza mediciones y/o verificaciones de instrumentos esté entrenado para ese fin. Esto puede sustentarse con capacitaciones en metrología, con la designación de un encargado del control metrológico de los instrumentos y/o con procedimientos operacionales que describan estas actividades.

En función de las necesidades de formación detectadas, se brindaron dos capacitaciones al cierre del asesoramiento: Importancia de las Mediciones en la Inocuidad Alimentaria y Jornada de Capacitación en Metrología para la Mejora de la Competitividad en MIPYMES (cuyo contenido fue presentado en 3.3.3 Talleres de capacitación).

Otro aspecto relevante en el que se asesoró a las empresas fue el sistema de documentación, desde la redacción de procedimientos operativos hasta el correcto registro y procesamiento de los datos recabados en los controles.

En relación a la inocuidad, se generaron una serie de recomendaciones en torno a algunos aspectos que se desarrollan a continuación:

### *Almacenamiento*

Todo alimento almacenado debe estar rotulado, indicando su naturaleza, lote y fecha de vencimiento. Es crítico conocer las condiciones de almacenamiento óptimas para cada materia prima y productos intermedios para asegurar su calidad microbiológica, química y física. Se debe tener especial cuidado en cuanto a la disposición de los alimentos a la hora de almacenarlos en freezer, heladeras o cámaras frigoríficas. Es esencial tener claramente segregados los alimentos crudos de los cocidos, así como del material potencialmente contaminado (cartón, madera, etcétera), para minimizar la contaminación cruzada. El elaborador de alimentos debe implementar cronogramas y procedimientos de limpieza de las cámaras y freezers para asegurar su higiene.

### *Mediciones*

La uniformidad en la calidad de los productos obtenidos está estrechamente vinculada con la estandarización del proceso de elaboración. En consecuencia,

es imperante establecer claramente qué debe medirse y cómo debe hacerse en las etapas del proceso. Dentro de los parámetros críticos usuales se destacan: tiempo, humedad, temperatura, masa y volumen.

Todas las mediciones deben realizarse con instrumentos de calidad y características adecuadas (exactitud, capacidad, etcétera), y deben calibrarse y verificarse periódicamente según un plan establecido previamente. La información provista por la calibración permitirá evaluar si el instrumento es adecuado al propósito mediante el establecimiento de tolerancias que deben ejecutarse antes de su uso.

La calibración de los instrumentos debe ser realizada por un laboratorio técnicamente competente. Esta competencia se acredita según la norma ISO/IEC 17025: Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración (International Organization for Standardization, 2005).

### *Temperatura*

Es importante mapear las temperaturas de freezers, cámaras frigoríficas y heladeras para conocer su distribución y detectar los puntos calientes. Para esto se debe tener presente la carga (cantidad de producto) y su distribución en la cámara climática, que deben ser similares durante el mapeo y uso rutinario.

Adicionalmente, se sugiere medir y registrar continuamente la temperatura dentro de la cámara climática. A partir del análisis de estos datos es posible caracterizar el desempeño de la cámara y establecer tolerancias —que deben ser conocidas por todos los operarios involucrados—, y verificar que se cumplan sistemáticamente. Para facilitar el control, se aconseja que las condiciones de trabajo y sus tolerancias sean fácilmente visibles y se protejan de posibles deterioros en cada equipo.

En cuanto a los hornos y las cámaras de fermentación, el mapeo de esta variable es central en el producto terminado, porque los escasos medios de control pueden afectar la salud del consumidor y causarle una enfermedad transmitida por alimentos (ETA).

### *Masa*

Cuando sea necesario realizar mediciones de masa de materia prima, producto intermedio o final, ya sea para ejecutar una formulación o evaluar un rendimiento, es importante tomar en cuenta qué carga se quiere pesar y con qué grado de exactitud. Esto determinará la clase de balanza que debe utilizarse y con qué pesa se deberá realizar la verificación.

También se deben registrar estas mediciones y verificaciones junto con las condiciones en las que se hicieron: qué se pesó, quién fue responsable de la pesada, en qué fecha, cuál fue el instrumento utilizado.

Otro factor a tener en cuenta es que el funcionamiento de las balanzas se ve afectado por el entorno: la balanza debe estar limpia, en una superficie nivelada, no afectada por vibraciones y en condiciones ambientales relativamente estables (temperatura y humedad, sin corrientes de aire y con ausencia de polvillo en el caso de manejo de harinas de cereales).

Cabe recordar que las balanzas deben ser calibradas *in situ*.

### ***Volumen***

Es recomendable dosificar los líquidos con instrumentos graduados confiables, en condiciones adecuadas de uso (limpieza, facilidad de lectura del volumen necesario), para mantener el volumen consistente en las diferentes tandas de producción y favorecer un rendimiento y calidad uniformes.

### ***Control de condiciones ambientales (humedad/temperatura)***

Cuando las condiciones ambientales pudiesen afectar la calidad del producto, es preciso monitorearlas mediante instrumentos de medición adecuados y calibrados.

## **5.3 Madererías**

Como resultado de la asesoría se consideran para este tipo de industrias las siguientes recomendaciones generales, enumeradas en orden de prioridad:

- La calidad de un producto final depende de la calidad de la materia prima con la que se trabaja; es por ello que la evaluación de las especificaciones y propiedades de los materiales empleados debe estar certificada de origen por el proveedor.
- En caso de contar con la infraestructura dentro de la planta, se recomienda realizar análisis de dureza, propiedades de los materiales y dimensiones de la materia prima al momento de su recepción.
- Con base en lo anterior, se deben identificar las variables críticas que intervienen en cada estación o etapa del proceso. En este caso, se entiende que las variables críticas son la dureza, las propiedades de los materiales, la masa (peso), la longitud, las tolerancias geométricas y

dimensionales, la temperatura, el pH y la humedad, entre otras.

- En función de las variables críticas identificadas —determinadas de acuerdo a las tolerancias de los productos y la operación del proceso—, se debe evaluar si los instrumentos de medición cumplen con los intervalos de medida y las tolerancias o incertidumbres requeridas.
- Es indispensable que el personal que realiza y/o registra mediciones y manipula instrumentos de medición cuente con conocimientos elementales de metrología.

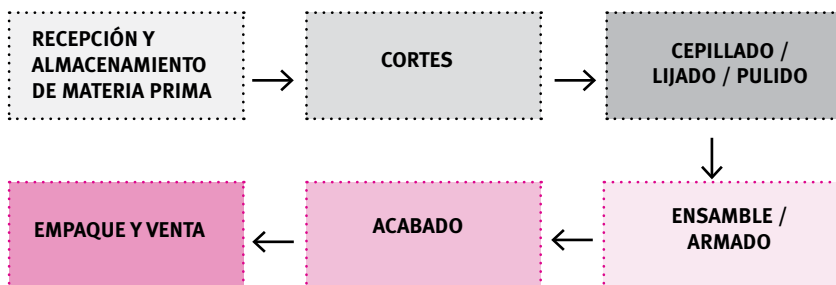
Se asesoraron dos tipos de empresas: aserraderos y fabricantes de productos derivados de la madera.

Aunque numerosas MIPYMES del sector madera y afines no han documentado sus procesos, es recomendable que lo hagan con las principales actividades del negocio, incluidas las relacionadas con mediciones. No obstante, es preciso apoyar a las empresas en el desarrollo de esos documentos y en el uso sistemático de registros.

En este sector es muy importante la relación con los proveedores de materia prima —montes, barracas, aserraderos, forestales, etcétera—; por lo tanto, en la medida en que definan claramente los requerimientos metrológicos en su relación contractual, podrán asegurar la fluidez de la compra.

Durante las visitas a las empresas se pudo corroborar que en aquellas donde, por las características de sus procesos, hay mayor transformación de la materia prima, o estas tienen valor agregado, hay un mayor uso de instrumentos de medición, y en algunos casos en condiciones controladas. En cambio, en los rubros donde la transformación de la materia prima es mínima, como el corte de leña, el uso de instrumentos de medición se limita a balanzas que no se operan de forma controlada.

**FIGURA 7. Etapas del proceso genérico de transformación de la madera (aserradero-carpintería-muebles).**



Las principales magnitudes metrológicas en estas empresas son la longitud, el ángulo y humedad relativa. El tipo de instrumentación que usan las empresas de este sector incluye calibres y cintas métricas o reglas metálicas y escuadras.

Las buenas prácticas en las mediciones para este tipo de procesos son:

***Longitud y ángulo (calibres, cintas métricas, reglas metálicas, escuadras)***

Utilizar calibres o herramientas de inspección. Un buen calibre y herramienta de inspección evita errores de tamaño o cuadratura, a la vez que facilita la exactitud por la medición rápida y precisa.

Prácticas de uso común	Buenas prácticas
<p>Es común encontrar en este tipo de empresas instrumentación que no ha sido calibrada. Aunque son mediciones de baja a mediana exactitud, es importante saber cómo mide el instrumento.</p>	<p>Definir el equipo de mayor exactitud y enviarlo a calibrar a un laboratorio acreditado. Con este equipo, comparar el resto de los instrumentos.</p>
<p>Algunos procesos se llevan a cabo de acuerdo a la percepción del operador. Es común que se hagan cortes de la madera usando solo la vista, y eso a veces deriva en mermas de madera.</p>	<p>Usar los equipos que se han comparado con otros de mayor exactitud y que han sido calibrados, y definir los cortes de la madera para reducir la merma todo lo posible.</p>

***Humedad relativa HR (termómetro, higrómetro o termohigrómetro)***

En procesos de pintura o laqueado, la humedad relativa es crítica para un buen acabado. Si ese parámetro se estima sensorialmente, con frecuencia el proceso sale mal. Se recomienda usar el instrumento y definir valores máximos de humedad relativa que se pueden aceptar sin poner en riesgo el resultado.



Práctica de uso común	Buena práctica
Retrasos por retrabajo cuando la pintura se echó a perder por afectación de la humedad.	Medir la humedad relativa usando un higrómetro y establecer a qué HR no hay afectación en el secado de la pintura. De esta forma se conocerá a qué humedades se puede comenzar el proceso de pintado en forma eficaz, evitando desperdicios y pérdida de tiempo.

En todos los casos hubo que orientar a las empresas en cuanto a las condiciones adecuadas de conservación, controles (verificación y/o calibración) y mantenimiento de los instrumentos.

A excepción de las carpinterías de obra blanca y fabricación de casas, el establecimiento de las tolerancias para las diferentes magnitudes no se visualizaba como un aspecto crítico de la gestión. En ese sentido, se recomienda profundizar, de manera didáctica y acorde al perfil de cada empresa, en los beneficios de esta práctica sistemática y su impacto en la calidad del trabajo y la economía de la empresa.

## 5.4 Metal-mecánico

En el sector metal-mecánico se agrupan las empresas que trabajan con metales, desde el cobre, plomo y níquel, pasando por aleaciones como el bronce y el acero, hasta aleaciones de alta pureza como los aceros especiales, inonel, etcétera.

La metrología en estos sectores, como en todos los demás, involucra tres grandes áreas: materiales, procesos y productos.

- Típicamente, la metrología de materiales es abordada por laboratorios que miden composición, estructura, propiedades físicas y químicas.
- Las áreas a cargo de procesos, generalmente las de manufactura o mantenimiento, abordan variables como fuerza, presión, temperatura, velocidad de corte, etcétera.

- Las áreas que abordan el producto tienen que cerciorarse de que lo que se va a comercializar cumpla con la especificación que se declara: peso, tamaño, color, geometría, composición, etcétera, hasta alcanzar las características de desempeño.

La cantidad de procesos que existen en la industria metal-mecánica es muy grande y aumenta día a día. No obstante, es posible destacar algunos:

- Materiales: minería, fundición, aleación, etcétera.
- Procesos: maquinado, laminado, extrusión, tratamiento térmico, ensamble, etcétera.
- Producto: configuración, apariencia, desempeño.

Para que sean efectivos, se deben controlar variables de cada uno de estos procesos y niveles. A continuación, se incluyen algunas recomendaciones que surgieron específicamente de las empresas visitadas.

La transformación de la materia prima en la industria metal-mecánica requiere de tornos, fresadoras, soldadoras, tornos de control numérico, taladros industriales, entre otros equipos. Un ingeniero de manufactura, que normalmente se encarga de hacer la distribución de planta en una empresa, deberá considerar el número de piezas a fabricar por día, lo que conlleva establecer: tiempo-ciclo, tiempo-estándar, número de personas, máquinas, desplazamiento de la materia, ubicación de los contenedores y, principalmente, la secuencia de operaciones para transformar el material en producto terminado. Además, para asegurar que después de cada operación se cumple el requisito de la transformación, deberá hacer mediciones para aceptar, rechazar o retrabajar el producto terminado.

El tipo de medición, el número de veces a medir, la exactitud con que se mide y el lugar donde se mide una pieza dependerán de factores como:

- Características de la pieza (valores nominales, tolerancias y característica de fabricación).
- Requerimientos del cliente (especificaciones).
- Capacidad de la empresa para satisfacer los requerimientos.

Existen recomendaciones básicas e ineludibles para medir confiablemente, y que ayudan a disminuir el rechazo del producto. A continuación, se enumeran algunas de ellas:

- Identificar de forma clara y decisiva la característica a medir según el dibujo de ingeniería.

Si bien el dibujo ayuda a establecer lo que se debe fabricar, es más importante, para el caso de la medición, el requerimiento de medición. Conocer e interpretar un dibujo es básico; identificar los símbolos, reglas y principios de las tolerancias geométricas y dimensionales se vuelve indispensable en este tipo de empresas. La norma comúnmente utilizada es ASME Y14.5 (American Society of Mechanical Engineers, 2009). Las siguientes son recomendaciones generales para los dibujos de ingeniería según la norma:

- Se debe usar el sistema internacional de unidades en milímetros (mm).
- Para unidades menores a un milímetro (1 mm), se deberá indicar un cero antes de la coma o punto decimal.
- Las unidades de medición de ángulos deberán ser grados (°), minutos (′) y segundos (″).
- Hay que considerar que todos los límites y tolerancias son valores absolutos.
- Las notas que se indican en un dibujo de ingeniería no tienen nivel jerárquico.

El entendimiento y comprensión del dibujo de ingeniería dará la pauta para seleccionar los elementos del sistema más adecuados para realizar mediciones confiables. En la industria metal-mecánica, los manuales de sistemas de medición consideran a los instrumentos de medición, persona y método como elementos que conforman el sistema.

Algunas recomendaciones para seleccionar el instrumento de medición adecuado para medir las características del dibujo son:

- Seleccionar un instrumento con resolución 10 veces más exacto que la tolerancia a medir.
- Establecer un intervalo de calibración/verificación basado en documentos como OIML D10: *Guidelines for the determination of calibration intervals of measuring instruments* (Organización Internacional de Metrología Legal, 2007).

## 5.5 Plástico

En el sector plástico se agrupan las empresas que trabajan con todo tipo de polímeros, hules y algunos materiales compuestos. La metrología involucra las tres grandes áreas de materiales, procesos y productos.

- Típicamente, la metrología de materiales es abordada por laboratorios que miden composición, estructura, propiedades físicas y químicas.
- El área de procesos aborda variables como composición, coeficientes de respuesta térmica, temperatura, presión, velocidad de inyección, etcétera.
- Las áreas que abordan el producto tienen que cerciorarse de que lo que se va a comercializar cumpla con la especificación que se declara: peso, tamaño, color, geometría, composición, etcétera, hasta llegar a las características de desempeño.

La cantidad de procesos de la industria plástica es muy grande y aumenta día a día; no obstante, es posible destacar algunos:

- Materiales: extracción primaria, hule y petróleo.
- Procesos: inyección, extrusión, soplado, termoformado, etcétera.
- Producto: configuración, apariencia, desempeño.

Para que cada uno de estos procesos y niveles sea efectivo, hay variables que se deben controlar. A continuación, se incluyen recomendaciones que surgieron específicamente para las empresas visitadas.

En el caso de plásticos se asistieron dos empresas: 1) fabricación de blisters/empaques para la industria alimentaria y 2) fabricación de empaques para la industria automotriz.

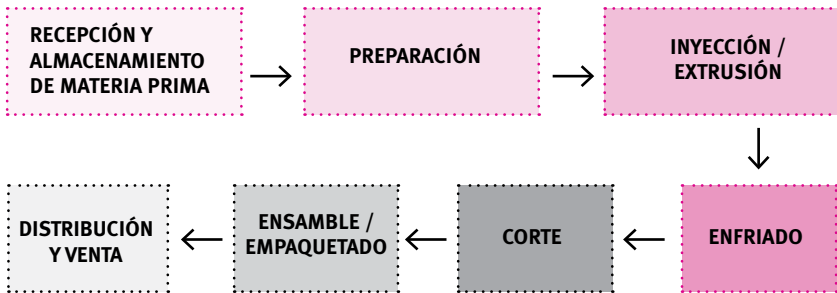
Como resultado de la asesoría, se consideran las siguientes recomendaciones en orden de prioridad:

- La calidad de un producto final depende de la calidad de la materia prima con la que se trabaja; es por ello que la evaluación de las especificaciones y propiedades de los materiales (*pallets*) empleados debe estar certificada de origen por el proveedor.
- En caso de contar con la infraestructura dentro de la planta, se recomienda realizar análisis de dureza, tensión/compresión/torsión, pro-

propiedades de los materiales, masa y dimensiones de la materia prima al momento de su recepción.

Asimismo, el control y monitoreo de condiciones medioambientales como la humedad y la temperatura influyen en la conservación de la materia prima hasta su transformación.

**FIGURA 8. Etapas del proceso de manufactura del plástico.**





## 6. Conclusiones

Este documento aspira a ser una guía práctica y de utilidad para todas aquellas MIPYMES que se proponen incorporar las mediciones como herramienta de valor de su negocio, y aplicar conocimientos metroológicos como los que se transfirieron mediante este proyecto de asistencia.

En general, la incorporación de mediciones en los procesos productivos está muy relacionada con la migración de empresas artesanales a industriales. Con la ejecución de este proyecto se contribuyó a que las empresas participantes determinaran qué se debe medir en sus procesos y con qué exactitud, para encaminarlos hacia la sistematización.

Es más fácil ver resultados tangibles en procesos sistematizados que en procesos que no lo están; las mediciones son muy necesarias para lograr este objetivo. La sistematización de los procesos industriales, tanto de México como Uruguay, favorece el crecimiento de la competitividad del sector industrial. Es una mejora que colabora en la inserción de las empresas en las distintas cadenas de valor nacionales o internacionales, que tienen requisitos de calidad altos. Se espera, entonces, que el proyecto ayude a las empresas asistidas a emprender este camino si aún no lo han hecho.

La colaboración estrecha entre el CENAM y el LATU, orientada a apoyar a MIPYMES, implicó un esfuerzo sin precedente que sienta las bases para que otros institutos nacionales de metrología —en conjunto con actores, promotores y autoridades de la infraestructura de la calidad de países con economías emergentes— contribuyan, mediante la consultoría metroológica, al mejoramiento de la competitividad y a la generación de valor en las empresas. Esto, a su vez, facilitará su inserción en cadenas de alto valor estratégico.

Si bien se han extraído una serie de lecciones aprendidas y buenas prácticas para este tipo de empresas, se debe tener en cuenta que cada una es un caso particular y debe tratarse como tal. Cabe resaltar que la actitud positiva de las empresas frente a las posibilidades de mejora aseguró, en gran medida, el éxito del proyecto.

Entre los factores que facilitan la culminación exitosa de proyectos de esta naturaleza, se encuentran:

- Acceso a fondos nacionales o internacionales que fomenten el desarrollo de proyectos de esta naturaleza.
- Comunicación estrecha y clara con las agencias patrocinadoras/fondadoras.
- Liderazgo por parte de instituciones reconocidas y con prestigio en la materia, como son el LATU y el CENAM en el ámbito de la metrología.
- Relación sólida y estrecha entre estas instituciones.
- Sinergia con los diferentes actores, autoridades, cámaras empresariales y *stakeholders* interesados o involucrados con el tema en cuestión.
- Afinidad en los niveles de desarrollo industrial entre países.
- Apertura, disponibilidad y compromiso de los interesados para aprender y mejorar.
- Comunicación fluida y empática del grupo consultor con los asesores.

Otro aspecto muy positivo fue contar con una evaluación de impacto de la asistencia, cuyo resultado avala la recomendación de replicar el proyecto en otras regiones.



## **Anexo 1**

## ANEXO 1 - PLAN DE ACCIÓN

**Empresa:**

**Equipo de diagnóstico:**

**Proceso:** Elaboración de alimentos.

**Fecha de la visita:** 25 de mayo de 2016

No.	Oportunidad asociada de mejora	Acción de mejora	Propuesta por	Responsable de implementar
1	<p>El personal que tiene contacto con el producto desconoce las buenas prácticas de manufactura (BPM) para la manipulación de alimentos. Es importante el tema de seguridad, higiene e inocuidad en este tipo de procesos.</p>	<p>Enviar al personal al curso de BPM.</p>	<p>Equipo asesor</p>	<p>Empresa</p>
2	<p>Las mediciones de masa son susceptibles a las vibraciones en la balanza.</p> <p>Las balanzas deben ser calibradas con cierta frecuencia.</p> <p>No existen criterios de aceptación para la verificación y calibración de la balanza.</p>	<p>Ubicar la balanza con la que se pesan las materias primas en una mesa que sea de un material lavable (no madera), nivelada y firme, de manera de evitar las vibraciones.</p> <p>Solicitar la calibración de la balanza.</p>	<p>Equipo asesor</p>	<p>Empresa</p>
3	<p>En las actividades de pesaje se utilizan dos balanzas. No se cuenta con registros de las pesadas.</p>	<p>Implementar un registro en el cual se deje constancia del responsable de cada pesada realizada, fecha, cantidad y producto.</p>	<p>Operador</p>	<p>Empresa</p>

Prioridad	Recursos necesarios	Plazo sugerido de ejecución	Observaciones y comentarios sobre el seguimiento	Impacto asociado
Alta	Costo del curso. Horas del personal para realizar el curso.			Disminución producto no conforme
Alta	Costo de la mesa para la balanza. Costo de la calibración de la balanza. Costo de la pesa de verificación (tipo M2 de 20 kg).			Mediciones confiables. Mejor cálculo de rendimientos.
Alta	No implica inversión monetaria			Rastreabilidad del producto.



# Referencias

- American Society of Mechanical Engineers, 2009. *Y14.5: Dimensioning and Tolerancing*. New York: ASME.
- Instituto Nacional de Estadística, 2011. *Censo 2011*. Montevideo: INE.
- Instituto Nacional de Estadística, 2014. *Encuesta continua de hogares, edición 2012*. Montevideo: INE.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2015. *Encuesta nacional sobre productividad y competitividad de las micro, pequeñas y medianas empresas (EN-APROCE)*. Aguascalientes: INEGI.
- International Organization for Standardization, 2005. *ISO/IEC 17025: General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*. Ginebra: ISO.
- KPMG, 2016. *Perspectivas de la alta dirección en México 2016* [En línea]. México D.F.: KPMG. [Consulta: 2016]. Disponible en: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2016/07/mx-pad2016.pdf>
- México, 1992. Ley Federal sobre metrología y normalización, del 1º de abril de 2009. *Diario Oficial de la Federación*, 1º de julio de 1992. p. 48.
- México, 2009. Acuerdo por el que se establece la estratificación de las micro, pequeñas y medianas empresas, del 25 de junio de 2009. *Diario Oficial de la Federación*, 30 de junio de 2009. Tercera sección, p. 1.
- Ministerio de Industria, Energía y Minería. Dirección Nacional de Artesanías, Pequeñas y Medianas Empresas, 2012. *Encuesta nacional de mipymes industriales, comerciales y de servicios, edición 2012*. Montevideo: DINAPYME.
- Organización Internacional de Metrología Legal, 2007. *Guidance ILAC-G24: Guidelines for the determination of calibration intervals of measuring instruments*. [En línea]. París: OIML. [Consulta: 2016]. Disponible en: [https://www.oiml.org/en/files/pdf\\_d/d010-e07.pdf/view](https://www.oiml.org/en/files/pdf_d/d010-e07.pdf/view)
- Secretaría de Economía de México, 2013. *Programa de desarrollo innovador 2013-2018*. México D.F.: Secretaría de Economía.
- Uruguay. Ley 15.298, de 7 de julio de 1982. *Diario Oficial*, 22 de julio de 1982. p. 31.

## Enlaces recomendados

Instituto Nacional del Emprendedor: [www.inadem.gob.mx](http://www.inadem.gob.mx)

ISBN: 978-9974-8530-9-6



9 789974 853096