

CAPÍTULO I:

ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

1.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.-

El presente Proyecto Fin de Carrera, viene como consecuencia de las Prácticas que el alumno ha realizado en las instalaciones centrales de una empresa, entre cuyas actividades, se encuentra la calibración y verificación de instrumentos de medida, y cuyo nombre se omitirá a lo largo del mismo por motivos de confidencialidad. Este hecho condiciona también la descripción de algunos de los equipos que aparecen en la presente memoria (en la que no se citan marcas comerciales u otros datos que son considerados internos), así como algunos aspectos y resultados obtenidos durante el proceso de *Puesta en Marcha del Laboratorio*.

Describiremos ligeramente la actividad de la empresa, en este sector de la metrología, de cara a enmarcar y justificar el contenido del presente proyecto.

El trabajo en prácticas se desarrolla pues, en un **laboratorio de calibración**. El hecho que un laboratorio de calibración y ensayos se encuentre enmarcado en el seno de una compañía que ofrece además otro tipo de servicios, es una circunstancia habitual en el sector, ya que la metrología es una actividad que, por su concepción, puede carecer de la rentabilidad necesaria para justificar las fuertes inversiones que necesita. Por tanto la empresa posee varias líneas de actuación, una de las cuales es la metrología, dentro de la cual es posible incluso diferenciar dos líneas distintas de trabajo, a saber:

- Una de ellas es la dedicada a la gestión del Servicio Público de Control Metrológico Reglamentario, de acuerdo con el contenido del Decreto 26/1992, de 25 de febrero (ensayos de aprobación de modelo, verificación primitiva, verificación después de reparación o modificación, y vigilancia e inspección). Hablamos pues de la **Metrología Legal**
- Por otro lado está la **Metrología Voluntaria**, que se refiere a calibración de instrumentos de medida que, a pesar de no estar sujetos a un control metrológico estatal, requieren ser calibrados, fundamentalmente porque las empresas clientes

están (o pretenden estar) certificadas por algún sistema de gestión de la calidad (fundamentalmente los Sistemas ISO 9000), sistemas cada día más extendidos y que contemplan dicha necesidad entre sus requerimientos, es decir, requieren el mantenimiento de un *sistema de confirmación metrológica* para los equipos de medida que forman parte de su proceso productivo o servicio.

Por tanto, el *objetivo* en esta *área metrológica*, en el que se enmarca el presente proyecto, consiste en la realización de actuaciones de inspección y control reglamentario derivadas de la aplicación de las distintas reglamentaciones industriales y velar por los intereses de la industria y de los consumidores con el *control metrológico*, tanto *reglamentario* como *voluntario* de los instrumentos, aparatos, medios y sistemas de medida.

Estas verificaciones, inspecciones, ensayos y calibraciones, ya estén recogidas en la reglamentación vigente o sean de carácter voluntario, se aplican a sectores como el del Agua, Gas, Electricidad, Pesaje, Presión, Volumetría, Electromagnetismo, etc., de forma que la organización del laboratorio se encuentra dividida en distintas áreas de calibración, en distintos laboratorios, en función del tipo de instrumentos que en cada uno de ellos se calibra o verifica .

La empresa, dentro del área metrológica, busca la “*diversificación*” en otras áreas de negocio, ampliando la oferta de calibraciones actual, debido al auge de la demanda que este tipo de servicios está experimentando en el sector industrial. Para concretar en que consiste esta diversificación, hay que decir que, actualmente, el Laboratorio, da cobertura al sector proporcionando, entre otros, los siguientes servicios, subdividiéndolos en los distintos laboratorios:

- Laboratorio de contadores de agua y volumetría:
 - Verificación, calibración y ensayos de contadores de agua.
 - Calibración de Vasijas.
 - Calibración de contadores volumétricos de combustibles.
 - Calibración de depósitos de combustibles.
- Laboratorio de contadores de Gas:
 - Verificación, calibración y ensayos de contadores de gas y contadores volumétricos que funcionen con aire.

- Laboratorio de contadores eléctricos:
 - Verificación, calibración y ensayos de contadores eléctricos monofásicos y trifásicos de energía activa y reactiva, en laboratorio y en lugar de instalación.
 - Calibración de bancos de ensayos de contadores eléctricos.
- Laboratorio de analizadores de gases y opacímetros:
 - Verificación, calibración y ensayos de analizadores de gases y opacímetros.
- Laboratorio de Masa:
 - Verificación, calibración y ensayos de instrumentos de pesaje de clases metrológicas I, II, III y IIII.
 - Calibración de pesas de valores nominales desde 1 mg hasta 1000 Kg y clases metrológicas E2, F1, M1 y M2.
- Laboratorio de Sonometría:
 - Verificación, calibración y ensayos de sonómetros, sonómetros integradores-promediadores y calibradores sonoros.
- Laboratorio de Medidas dimensionales:
 - Calibración de gradas de fabricación de componentes aeronáuticos.
 - Verificación y nivelación de gradas aeronáuticas.
 - Calibración de elementos dimensionales de longitud: Micrómetros de exterior e interior, relojes comparadores, goniómetros etc...

Continuando con esta breve descripción de la situación actual de la empresa, que nos ayudará a entender y ubicar los objetivos del presente proyecto, hay que decir además, que el Laboratorio tiene implantados y *certificados* por AENOR (Asociación Española de Normalización), un sistema de *gestión de la calidad* conforme a la norma UNE-EN-ISO 9001.

Sin embargo, esta situación actual se verá significativa y progresivamente modificada, con el paso del tiempo, por exigencias del propio mercado, y es que cada día más las empresas que solicitan servicios de calibración, depositan su confianza en laboratorios que posean “*acreditación ENAC*”. No existe ninguna restricción legal para tener que pasar de un sistema certificado por AENOR a un sistema acreditado por ENAC (Entidad Nacional de Acreditación), sin embargo es el propio mercado quien está

demandando este cambio pues el hecho que un laboratorio se encuentre acreditado por ENAC proporciona al cliente la confianza de que el laboratorio posee la *Competencia Técnica* necesaria para realizar las calibraciones.

Por tanto, desde la empresa, se ha optado por intentar acreditar los diversos laboratorios del área metrológica de la misma por la norma ISO 17025¹.

Esta situación que acabamos de describir queda reflejada de forma esquemática en el siguientes gráfico:

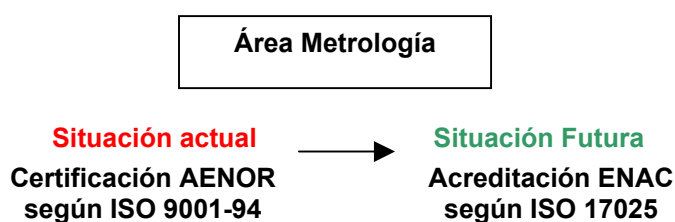


Figura 1: Evolución del sistema de calidad de la Empresa

Posteriormente, se tratará el tema de la certificación y acreditación, sin embargo mostramos el siguiente gráfico que combina la evolución en los sistemas de calidad de la empresa, así como las entidades involucradas que acabamos de mencionar, que introducirá de una forma visual la diferencia entre ambas:

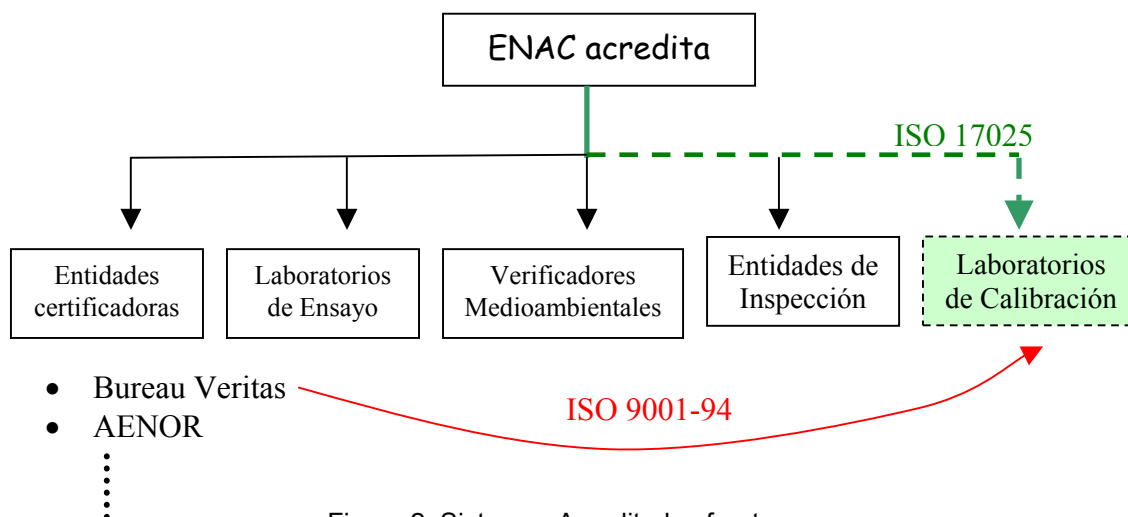


Figura 2: Sistemas Acreditados frente a Sistemas Certificados

¹ La norma ISO 17025 es la norma reconocida internacionalmente para la acreditación de laboratorios de Calibración y Ensayo, que evalúa por tanto la *Competencia Técnica* de los mismos.

1.2.- OBJETIVOS GENERALES EN EL ÁREA DE METROLOGÍA.-

Ante esta situación, la empresa, por los motivos de diversificación que antes se mencionaron, pretende extender las actividades de Control Metrológico a otros campos, concretamente, el objetivo marcado por la empresa, es proporcionar, entre otros, los siguientes servicios:

- Laboratorio de Fuerza (y Par):
 - Verificación de células de carga, instrumentos de medida de fuerza y máquinas de ensayo de materiales uniaxiales de hasta 500 KN.
 - Calibración de llaves dinamométricas hasta 1500 Nm.
- Laboratorio de Presión:
 - Verificación, calibración y ensayos de manómetros y transductores de Presión neumáticos hasta 70 bar.
 - Calibración de manómetros hidráulicos y transductores de presión hidráulicos hasta 1000 bar.

Para ello el laboratorio de fuerza contará con los siguientes equipos:

- Para la calibración de células de carga, instrumentos de medida de fuerza y máquinas de fuerza :
 - Máquina de Generación de Fuerza tanto en tracción como en compresión, de hasta 500 KN de alcance máximo con sistema informatizado de control y gestión de la calibración mediante tarjeta de control integrada en PC.
 - Juego de Transductores de fuerza patrones de 500 KN, 200 KN, 100KN, 50 KN y 20 KN.
 - Módulo Indicador - sistema amplificador.
- Para la calibración de llaves dinamométricas:
 - Banco de ensayo de calibración de llaves dinamométricas.
 - Juego de Transductores de par patrones de 1500 Nm, 500 Nm, 200 Nm y 20 Nm.
 - Indicador de par y ángulo.

1.3. OBJETIVOS GENERALES DEL PROYECTO.-

Ante esta situación, el presente proyecto se enmarca, fundamentalmente, en el **Laboratorio de Fuerza y Par**, laboratorio, por tanto, de nueva creación, de forma que,

quedan bajo la responsabilidad del alumno en prácticas, la **puesta en marcha** de los procesos mencionados en el dicho laboratorio, concretamente los referentes a:

- **Verificación, de células de carga.**
- **Instrumentos de medida de fuerza** tanto dinamómetros mecánicos como transductores de fuerza basados en galgas extensiométricas.
- **Máquinas de ensayo de materiales uniaxiales..**
- **Calibración de llaves dinamométricas.**

El fin último del proyecto será la **elaboración y redacción de procedimientos específicos de calibración** (procedimientos operativos) referentes a los mencionados procesos en el marco de la **ISO 17025** (norma de referencia para la acreditación de laboratorios) que pasarán a formar parte del manual de calidad de la empresa que, como decimos, se encuentra en proceso de transformación.

El trabajo a realizar no se limita exclusivamente a la elaboración de los mencionados procedimientos de calibración, ya que la puesta en marcha de un laboratorio de calibración implica el desarrollo de herramientas que traten de facilitar y automatizar, en la medida de lo posible, el proceso de obtención de certificados.

El motivo es claro, puesto que la calibración es parte fundamental de la actividad de todo laboratorio y el producto final de toda calibración es la emisión de un certificado que se proporcionará al cliente, se deben utilizar todas las herramientas que la informática actual ofrece de cara a **disminuir**, tanto el **tiempo** dedicado en su elaboración, como la **probabilidad de equivocación** en la realización de los cálculos a efectuar con los resultados de la calibración.

En efecto, a pesar de lo que pueda parecer, la elaboración de los certificados de calibración a emitir puede llegar a ocupar un porcentaje muy significativo del tiempo total que un operario dedica en el trabajo sobre un *objeto de ensayo o calibración*², desde que este se recibe en las instalaciones del laboratorio hasta que se emite su certificado de calibración.

Para evitar que ello suceda, se debe intentar automatizar, en la medida de lo posible, las tareas involucradas en dicha elaboración, de forma que lo que se pretende es aumentar la capacidad de trabajo del laboratorio y disminuir el tiempo de respuesta al cliente, que desea tener su equipo calibrado con su certificado de calibración

² Término usado por la ISO 17025, norma de referencia para la acreditación de laboratorios, para referirse a los instrumentos de medida que vayan a ser calibrados.

correspondiente (ya que sin él este se encontrará normalmente fuera de servicio) con la mayor celeridad posible.

Por tanto, en la búsqueda de dicha automatización el Laboratorio viene utilizando sistemáticamente programas pertenecientes al Paquete Office de Microsoft, concretamente:

- *Microsoft Word:*

Se trata, como sabemos, de un software ampliamente extendido, que facilitará el tratamiento de documentos que poseen una estructura definida, como es el caso de los certificados de calibración, que, a groso modo, deben contener, entre otros:

- Datos de identificación del laboratorio que ha realizado la calibración.
- Características inherentes al equipo a calibrar tanto desde el punto de vista de evitar inequívocos en su identificación, como características metrológicas.
- Características de los equipos patrón utilizados
- Obviamente los resultados obtenidos durante la calibración.
- Las incertidumbres de las mediciones en dichos resultados obtenidos.

Puesto que la estructura de los certificados es similar desde un punto de vista genérico y más aún cuando se agrupan los objetos de calibración en grupos de características metrológicas similares, se pueden realizar plantillas en Word con una estructura determinada, que agilizarán la emisión de un certificado de calibración.

- *Microsoft Excel:*

A tal efecto, el alumno ha realizado una serie de hojas de cálculo en Excel, pues se trata de una herramienta, fácilmente disponible y con la que el Laboratorio viene trabajando habitualmente, siendo esta eficaz a la hora de realizar el cálculo de incertidumbres que acarrea toda calibración y que por supuesto ha de ser incluida en todo certificado que sea emitido tanto interno como externo a la empresa. Con la elaboración de estas hojas de cálculo se consigue el doble objetivo de:

- Ahorro de tiempo: puesto que las hojas de cálculo deben estar diseñadas para poder realizar con ellas los cálculos correspondientes a todos los tipos o modelos de instrumentos de medida que puedan clasificarse dentro de una misma categoría.

- Disminución de la probabilidad de error: puesto que las hojas de cálculo, convenientemente comprobadas y testadas, aseguran la corrección de los cálculos efectuados con las mismas.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.-

Para conseguir desarrollar las actividades anteriormente descritas, proporcionar con éxito y eficiencia cualquiera de los servicios antes descritos, o en general para la puesta en servicio de cualquier laboratorio de calibración, se necesita adquirir los siguientes conocimientos:

- Conocer los conceptos generales a cerca de la metrología, definiciones y términos usados, identificando los objetivos perseguidos por la misma en función del control metrológico que se trate: legal o “voluntario”, así como la interacción *Aseguramiento de la calidad en la empresa y control metrológico* como parte integrante de esta .
- Entender e interpretar el concepto de calibración como paso previo a la capacidad para la elaboración de **procedimientos de calibración**, que constituirán los **procedimientos específicos** dentro del sistema de **gestión de la calidad**, todo ello siendo fiel a la *filosofía* de la empresa, con lo que será necesario conocer el sistema de calidad de la misma así como la normativa bajo la cual la misma se “acredita” o “certifica”.
- Adquirir los conocimientos necesarios para el cálculo de las incertidumbres, parte fundamental en cualquier calibración.
- Conocer en profundidad las características metrológicas, principio físico de funcionamiento y modo de operación de los equipos, puesto será fundamental tanto para la operatividad del laboratorio como para conseguir procedimientos de calibración y cálculos de incertidumbres fidedignos y ajustados a la realidad.

Por último en este capítulo introductorio, decir que los objetivos específicos que acabamos de mencionar y que el alumno debe ir desarrollando a medida que se desarrolla el trabajo, configuran la estructura y contenido de la memoria del presente Proyecto Fin de Carrera.