



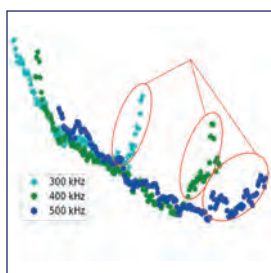
AEND

asociación española de ensayos no destructivos

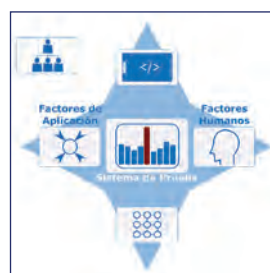
revista nº 111 – 2º trimestre – 2025 – 6 €

Detalle de los cortes de tortita con microtomo, ...

ARTÍCULOS TÉCNICOS



Desarrollo de un sistema ultrasónico mediante acoplamiento por aire para control de calidad en la industria alimentaria en línea de producción en tiempo real



El fin de la tecnología de los Ensayos No Destructivos



Caminando Juntos

COMERCIAL QUÍMICA MASSÓ

SOLUCIONES DE CALIDAD

LÍQUIDOS PENETRANTES Y PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

Consumibles y accesorios

MR CHEMIE
NDT-MATERIALS



RADIOGRAFÍA CONVENCIONAL Y DIGITAL



Carestream



EQUIPOS DE RAYOS X

Gama completa de equipos de hasta
360KV, direccionales y panorámicos o
montados en crawlers.

ICM
INDUSTRIAL CONTROL MACHINES S.A.



DeltaFlux

Bancadas magnéticas estándar y a medida
Equipos de magnetización portátil



BANCADAS

it CONCEPTS
Inspection Technology Concepts

Videoscopios, Fibroscopios flexibles,
Boroscopios rígidos, Periféricos



**INSPECCIÓN
VISUAL REMOTA**

COMERCIAL QUÍMICA MASSÓ, S.A.

Viladomat, 321, 5º - 08029 Barcelona, Tel. +34 934 952 500
end@cquasso.com - www.cquasso.com

Comisión de Dirección:

Presidente:
Emilio González Álvarez

Vicepresidentes:
Esmeralda Cuevas Aguado
Rafael Martínez-Oña
Emilio Miguel Eugenia
Emilio Romero Ros
Jesús Serrano Sánchez
Antonio Soto Agüera

Secretario General:
Fermín Gómez Fraile

Director de la Revista:
Jesús Serrano Sánchez

Consejo de Redacción:
Elena Gómez Sánchez
Marta L. Martínez Germán
Jesús Serrano Sánchez

Publicidad:
e.gomez@aend.org
Teléfono: 913 612 585

Redacción y Coordinación:
Ana Romero Jiménez

Editora:
AEND
C/ Bocángel, 28 - 2º izda.
28028 Madrid
Teléfono: 913 612 585
informacion@aend.org
www.aend.org

Maquetación y Producción:
QENTA NOVA, S.L.

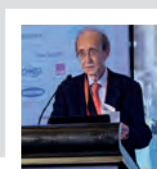


Detalle de los cortes
de tortita con microtomo, ...

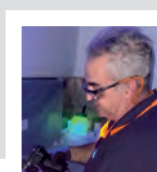
SUMARIO



CARTA A LOS LECTORES 2



NOTICIAS 6



OBITUARIO 16

Obituario de Francisco Javier Tajuelo



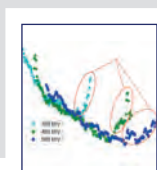
OBITUARIO 18

Obituario de Luis García Martín



ENTREVISTA 20

Ana Castellón Berdugo, miembro del Departamento Administrativo de la AEND



ARTÍCULOS TÉCNICOS 26

Desarrollo de un sistema ultrasónico mediante acoplamiento por aire para control de calidad en la industria alimentaria en línea de producción y en tiempo real



ARTÍCULOS TÉCNICOS 40

El fin de la tecnología de los Ensayos No Destructivos





Estimados lectores,

Como lectora habitual de esta revista, poder dirigirme hoy a vosotros desde estas páginas es, sin duda, un momento muy especial.

En 2014, la AEND me brindó la oportunidad de formar parte de su proyecto y, desde entonces, ha sido un viaje de crecimiento constante, tanto profesional como personal.

Mi progresión, en la que considero ya mi casa, no ha sido algo lineal, sino un camino de descubrimiento importante. A lo largo del tiempo he tenido la suerte de implicarme en distintos proyectos y áreas, hasta que, gracias a la confianza de la dirección, comencé a dedicarme al área de "marketing y comunicación", un área que, aunque a veces pasa desapercibida en entornos técnicos, es absolutamente estratégica para nuestro sector.

Sabemos bien, como comunidad, lo cruciales que son los Ensayos No Destructivos en la industria: garantizan la seguridad, aseguran la calidad y promueven la sostenibilidad. Pero también sabemos que ese conocimiento, por desgracia, muchas veces no llega más allá de nuestro entorno técnico. Por eso, comunicar su valor real a la sociedad, a las nuevas generaciones y a los responsables de la toma de decisiones es una tarea que nos implica a todos.

Desde la AEND trabajamos con objetivos claros:

- Dar visibilidad a los END entre los jóvenes, porque ellos son el futuro de nuestra profesión
- Reforzar el orgullo y la conciencia profesional de nuestros técnicos, destacando el valor de su labor
- Impulsar la presencia de los END a nivel nacional, europeo e internacional, como herramienta clave para una industria más segura y sostenible

Dar visibilidad a los END implica dar visibilidad a la seguridad, la innovación y la fiabilidad industrial.

En esta línea, mi labor también se extiende al ámbito europeo. Desde 2021, año en que España logró la Presidencia de la Federación Europea de END (EFNDT), formo parte de la secretaría de la mencionada entidad, donde trabajamos para fortalecer la presencia de los END en Europa. Uno de los hitos más recientes ha sido la creación de un nuevo *Task Force* de marketing y comunicación, que tengo el honor de liderar. Su misión: renovar la imagen corporativa de la federación, modernizar su presencia digital y reforzar su visibilidad en todos los niveles.

Como primer paso, estamos desarrollando una nueva identidad visual y un sitio web moderno, funcional y centrado en nuestros miembros, que se convertirá en el punto de encuentro de toda la comunidad NDT europea. Queremos acercarnos más a nuestros profesionales, ser más accesibles y reflejar mejor los valores que definen nuestro sector hoy.

Y, es precisamente gracias a esta labor conjunta dentro de la EFNDT, que hoy puedo anunciar con orgullo una gran noticia para todos nosotros: **la AEND ha sido elegida para organizar el próximo Congreso Europeo ECNDT 2030, que tendrá lugar en Sevilla**. Este reconocimiento es fruto del trabajo colectivo y de la confianza que la comunidad europea ha depositado en nosotros. Ya hemos comenzado a trabajar, intensamente, en este gran proyecto que, sin duda, marcará un hito para nuestra Asociación y para todos los profesionales de los END en España.

Así que, os animo a seguirnos de cerca en nuestros canales habituales: tenemos mucho que contar y, sobre todo, mucho que construir juntos.

Quiero terminar con una idea sencilla pero poderosa: quienes trabajamos cada día en el mundo de los END tenemos una responsabilidad que va más allá de la técnica: **debemos aprender a comunicar, con eficacia y convicción**, el enorme valor de lo que hacemos.

Gracias por acompañarnos en este camino.

Un abrazo,



Gemma Llorente López

Responsable de Marketing y Comunicación de la AEND

Miembro de la Secretaría de la EFNDT

Coordinadora del *Task Force* de Marketing y Comunicación de la EFNDT





AEND

asociación española de ensayos no destructivos

NUEVAS PUBLICACIONES

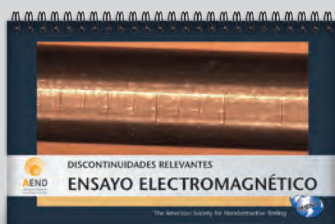
10% de descuento para socios de la AEND



37€



32€



32€



32€



32€



32€

AEND | C/ Bocángel, 28 - 2º Izda. | 28028 Madrid

Tfno.: 91 361 25 85 | Fax: 91 361 47 61

E-mail: informacion@aend.org

AEND | www.aend.org

IVA no incluido

**PARTÍCULAS
MAGNÉTICAS**

Ardrox®



**Resultados en los
que poder confiar**



**Dedicados a los END
en España desde 1970**



Ardrox®

**LÍQUIDOS
PENETRANTES**

RESUMEN DE NOTICIAS

3ª Conferencia Internacional de END 4.0

Del 3 al 6 de marzo, en el marco del *Taj Yeshewantpur Hotel*, de la ciudad de Bangalore, en la India, se ha celebrado la 3ª Conferencia Internacional de END 4.0 y exhibición, organizada por la Asociación India de END (ISNT) y auspiciada por el Comité Internacional de Ensayos No Destructivos (ICNDT) SIG NDE 4.0.

La Conferencia contó con la asistencia de cerca de 350 participantes, de distintos países, entre ellos Alemania, Argentina, Australia, Austria, Canadá, Corea del Sur, EEUU, España, Finlandia, Francia, Japón, México, Polonia, Suiza, Reino Unido e India, principalmente. Los participantes procedían del mundo académico, organizaciones de I+D, organismos reguladores, empresas emergentes (*"start-up"*) e industrias (automoción, aeroespacial, defensa, petróleo y gas, transporte, energías renovables, energía nuclear, fabricación, electrónica y muchas otras). Una cuestión de interés, en paralelo con la conferencia, ha sido la celebración de una exposición de los productos (*hardware* y *software*) y servicios más avanzados relacionados con los Ensayos No Destructivos, en la que se contó con cerca de dos docenas de *stands*.

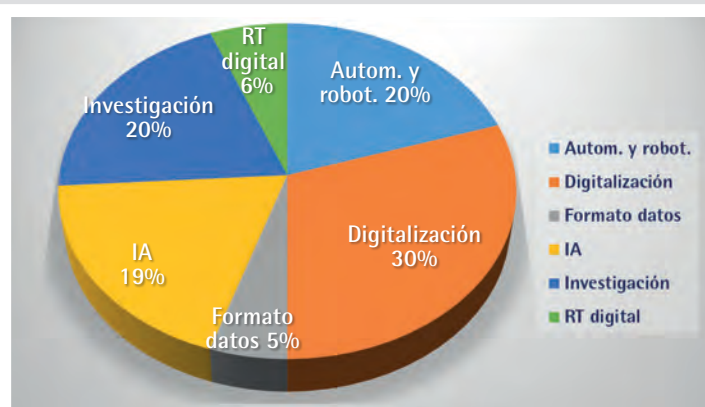
El día previo a la conferencia se celebraron dos cursos sobre temas de automatización (*"Automation in NDE and Inspection"*) e Inteligencia Artificial (*"Intelligence Augmented Inspections: Prospects and Aspects of AI in NDE"*), a los que asistieron unos 80 participantes en total.

En la ceremonia de inauguración, tras las ponencias plenarias, se anunció el ganador, en esta ocasión ganadores, del premio *Ray Kurzweil 2025* al mayor impacto en END 4.0, concedidos conjuntamente al Dr. Rlpi Singh y al Dr. Johannes Vrana por ser «pioneros, líderes y globalizadores de NDE 4.0». También se anunció que la ASNT y el CINDE serán conjuntamente los organizadores y anfitriones de la 4ª Conferencia de la serie, que se celebrará en 2027, bien en Canadá o en Estados Unidos, aún por decidir.

En la conferencia, a lo largo de los tres días, se presentaron dos ponencias plenarias, 29 ponencias invitadas, 55 ponencias registradas y 3 mesas redondas. Todas estas ponencias se han distribuido en sesiones paralelas (un total de 17) y encuadradas dentro de los 6 temas siguientes: Inteligencia artificial (*Artificial intelligence*); Automatización y robótica (*Robotics and automation*);



Aplicaciones digitales e idoneidad (*Opportunities in digital applications*); Investigación sobre métodos y aplicaciones (*Research in methods and applications*); Radiografía digital (*Digital radiography*); y Formatos de datos (*Data formats*). A continuación, en el gráfico adjunto se muestran los porcentajes de ponencias presentadas en cada uno de los temas tratados. Un análisis de los datos mostrados permite comprobar las prioridades de los desarrollos realizados.



Porcentaje de ponencias en cada uno de los temas tratados

Los temas tratados en las mesas redondas han sido: Presente y futuro de los END 4.0 (*Moving the needle on NDE 4.0*), Facilitadores tecnológicos para los END 4.0 (*Technology enablers for NDE 4.0*) y Aspectos humanos y sociales de la NDE 4.0 (*Human and soft aspects of NDE 4.0*).

Dos entidades españolas han aportado sendas colaboraciones a la conferencia. Por una parte, el Ejército del Aire y Espacio con la ponencia *"Advances in Robotics and Artificial Intelligence for NDT on Airframes by the Spanish Air and Space Force"* que fue presentada por Esmeralda Cuevas, responsable de Calidad de la AEND y, por otra, con la ponencia *"Technical challenges in the road to NDE 4.0"* escrita y presentada por Rafael Martínez-Oña, Vicepresidente de certificación de la Asociación Española de Ensayos No Destructivos.

Además, éste último, participó en la mesa redonda "Aspectos humanos y sociales de la NDE 4.0" en la que, entre otros asuntos, se pusieron de manifiesto tres aspectos:

- La importancia de los END y, la formación aparejada, especialmente, dada su relación con la seguridad y fiabilidad de las estructuras que se inspeccionan
- La necesidad de un comportamiento ético de todos los actores involucrados en los servicios de inspección
- La importancia de una certificación de tercera parte, rigurosa y con los mismos requisitos e interpretaciones a nivel internacional



Presentación de su ponencia por Esmeralda Cuevas, Responsable de Calidad de la AEND

Entre los patrocinadores, organizaciones institucionales y participantes comerciales en la exposición cabe señalar: OMS (Operations Management Systems), GE Aerospace, MQS Technologies, Ooga Technologies, Fill, Modsonic, ICNDE (Center for Non-Destructive Evaluation), Brahmos Aerospace, PeeKay Steel, UTEX Scientific, Visiconsult, VJ Imaging, TWI, Pallakki NDT, INSIGHT Quality Services, etc.

En relación con las ponencias presentadas, se observó una participación muy activa de entidades indias, tanto de centros tecnológicos estatales y privados (*Council of Scientific & Industrial Research, Gas Turbine Research Establishment, Indian Space Research Organisation National Thermal Power Corporation, Liquid Propulsion Systems Centre, Indira Gandhi Centre for Atomic Research, etc.*) como de universidades (*Centre for Non-destructive Evaluation at Indian Institute of Technology Madras, Sathyabama Institute of Science and Technology, Siddaganga Institute of Technology, ITT Hyderabad, Vel Tech Rangarajan Dr. Sagunthala R&D Institute of Science and Technology, etc.*). Da la impresión que la presencia de estas entidades contribuye a desarrollar un tejido activo y vertebrado en el ámbito de los END.



Presentación de su ponencia por Rafael Martínez-Oña, Vicepresidente de Certificación de la AEND



Participantes en la mesa redonda sobre Aspectos Humanos y Sociales de la NDE 4.0

Comité Ejecutivo del ICNDT

El pasado 18 de marzo, de forma telemática, tuvo lugar la reunión del Comité Ejecutivo del ICNDT. Los puntos más importantes que se discutieron en la reunión del mencionado Comité Ejecutivo, son los cinco que se indican a continuación. Estos temas serán los que marquen las novedades que se esperan en un futuro:

1. Aprobación de Thomas Wenzel, Director de la Asociación Alemana de END, como único presidente del grupo de trabajo WG3: se resolvió el conflicto en el liderazgo del mencionado grupo de trabajo WG 3, nombrando a Thomas Wenzel como único Presidente y a P. Ragopal, de la India, como nuevo miembro. Se destacó la importancia de tener un único líder con el fin de avanzar eficientemente
2. Preparativos para la VIII Conferencia Panamericana de END (PANNDT): se informó que los planes están avanzando bien, con 130 trabajos técnicos recibidos y casi todos los espacios de exhibición vendidos. Se detalló el programa de actividades, incluyendo sesiones técnicas, eventos sociales y reuniones internacionales
3. Actualización sobre el Comité Ejecutivo de Certificación (ICEC) y membresías: se discutió la posible incorporación del *Canadian Welding Bureau* (CWB) como miembro asociado del ICNDT y los desafíos



relacionados con la certificación en Canadá. También se mencionaron problemas con la recertificación en Europa y soluciones propuestas

4. Informe sobre la Federación Africana de END (AFN-DT): H. Jansen, de Sud África, presentó los desafíos logísticos y estructurales en la secretaría de la AFN-DT, así como los planes a largo plazo para incluir a los 54 países de África como cuerpos de certificación registrados en el Comité Internacional de END (ICNDT)
5. Actualización de que la Federación Europea de END (EFNDT) y de la Conferencia Internacional de END (WCNDT): la EFNDT planea una conferencia europea sobre certificación, enfocada en los usuarios finales y mejoras en su sitio web. Acerca de la WCNDT, se compartieron avances en la planificación de su próxima exposición, con un porcentaje significativo de espacios ya reservados



LOS **END** SON LOS ANÁLISIS MÁS
EXHAUSTIVOS **SIN DAÑAR SU MATERIAL**



Participación de la AEND y la EFNDT en la Conferencia Panamericana de END PANNDT 2025



Del 9 al 12 de junio de 2025 se celebró una nueva edición de la Conferencia Panamericana de Ensayos No Destructivos (PANNDT), en un enclave inigualable: el casino situado junto a las majestuosas Cataratas del Niágara, en Canadá. La AEND estuvo representada por Emilio González (Presidente AEND) y Fermín Gómez (Secretario General AEND), mientras que la EFNDT (*European Federation for NDT*) participó activamente a través de su Presidente, Fermín Gómez y Gema Llorente.

El evento, organizado bajo el paraguas de la *Pan-American Federation for Nondestructive Testing* (PANNDT) —entidad internacional que agrupa a organizaciones nacionales de END como ASNT (EE.UU.), CINDE (Canadá), ABENDI (Brasil), AAEND (Argentina), IMENDE y AMEXEND (México), y AENDUR (Uruguay)—, reunió a expertos, investigadores, profesionales y representantes institucionales de toda América y otras regiones del mundo.



Emilio González – Presidente la AEND, Bento Alves – Presidente de la Asociación Portuguesa de END/Miembro del BoD de la EFNDT, Ezio Tuberosa – Presidente de la AIPnD/Vicepresidente de la EFNDT y Fermín Gómez – Secretario General de la AEND/Presidente de la EFNDT



Silvano Vergura- Professor – *Polytechnic University of Bari/AIPnD*, Bento Alves – Presidente de la Asociación Portuguesa de END/Miembro del BoD de la EFNDT, César Belinco – Presidente WCNDT2028/AAENDE, Fermín Gómez – Secretario General de la AEND/Presidente de la EFNDT, Ezio Tuberosa – Presidente de la AIPnD/Vicepresidente de la EFNDT, Alejandro García – Presidente de la Asociación Argentina de END, Laura Obrutsky – CINDE (Canadá)

Inicio de los trabajos, reuniones del ICNDT

Durante el domingo 8 de junio, tuvieron lugar diversas reuniones de trabajo del ICNDT (*International Committee for NDT*), centradas en temas clave como la educación, la certificación y la comunicación. Estos encuentros sirvieron como preámbulo para una intensa agenda de actividades técnicas, formativas y de *networking*.



Casino – Sede PANNDT 25

Formación técnica de vanguardia: cursos cortos sobre IA, superresolución y XRF

La jornada del lunes 9 comenzó con una completa oferta de cursos técnicos, que se mencionan a continuación, y que reflejaron claramente el impulso hacia la innovación que vive el sector:

- *Digital Transformation and Artificial Intelligence in NDT*, a cargo de Lennart Schulenburg, abordó las posibilidades que ofrecen la inteligencia artificial y el aprendizaje automático en la interpretación de datos, la predicción de fallos y la mejora de la fiabilidad en sectores críticos como la aeronáutica o la energía
- *XRF Level 1 and Level 2*, impartido por Claude Lord, ofreció una introducción teórica y práctica al uso de la fluorescencia de Rayos X (XRF), su normativa de seguridad y la certificación exigida por Health Canada
- *The Art of Seeing the Unseen: Super-Resolution in NDT*, dirigido por el Dr. Aryaz Baradarani, mostró cómo la superresolución —una técnica computacional inicialmente desarrollada para uso militar— está transformando disciplinas como el diagnóstico industrial o la conservación artística
- *Next Generation NDE: How Artificial Intelligence Will Define the Future*, presentado por Dr. Ryan Scott, profundizó en el papel disruptivo de la IA y el aprendizaje profundo en la inspección estructural, analizando también los desafíos éticos, de validación y normalización que enfrenta su adopción

Exposición técnica y bienvenida institucional

La zona de exposición reunió a más de 90 expositores internacionales, entre los que destacaban organismos como la AEND, ICNDT y EFNDT. Durante la *Welcome Reception*, los asistentes disfrutaron de una velada distendida, propicia para el intercambio técnico e institucional.



Zona de la exposición técnica



Zona de la exposición técnica

Ceremonia inaugural y mensaje inspirador

La ceremonia de apertura, celebrada el martes 10 en el teatro del casino, contó con la participación de Cheryl Pounder, doble medallista olímpica de *hockey* sobre hielo. Su discurso motivacional, centrado en la importancia de conocerse a uno mismo, afrontar los retos y apostar por la mejora continua, fue especialmente inspirador en un contexto donde las competencias de los técnicos END están en plena revisión.

"Creer en uno mismo, incluso en el mundo de los END, es lo que permite detectar lo invisible y proteger lo esencial", destacó una representante de la EFNDT en *LinkedIn* tras su intervención.



Presentación del Dr. Sajeesh Babu – Chairman ICNDT / Presidente NDTSS



Presentación por parte de la medallista olímpica, Cheryl Pounder

Panel de expertos sobre formación en END

Durante la jornada técnica se celebró el Panel *"Present and Future Challenges in NDT Education in College and University Programs Around the World"*, con la participación de expertos internacionales como Etienne Martin (Francia), César Belinco (Argentina), Xavier Maldague (Canadá), Marc Kreutzbruck (Alemania), David Gilbert (Reino Unido) y otros. El panel abordó los retos comunes en la enseñanza del END, desde la modernización curricular hasta la necesidad de adaptar las competencias técnicas a los cambios generacionales y tecnológicos.

Conferencias técnicas, presente y futuro de los END

El miércoles 11 continuó la intensa actividad con una destacada intervención de Lennart Schulenburg, CEO de VisiConsult, titulada *"Bridging the Gap: From Big Ideas to Market Acceptance in NDT"*. En su ponencia, Schulenburg subrayó que el futuro del END será:

- Exponencial, no lineal
- Disruptivo
- Impulsado por tecnologías como la IA, realidad aumentada, *big data*, *machine learning* y robótica avanzada

En contraste, el profesor Younho Cho (Corea) puso el foco en la necesidad de no perder de vista los fundamentos, reivindicando el valor de la experiencia práctica y la formación sólida de los técnicos, por encima de las tendencias tecnológicas.



Presentación por Lennart Schulenburg, CEO de VisiConsult



Presentación por Younho Cho (Corea)

Cena de gala y clausura

La jornada concluyó con una Cena de Gala en el *Niagara Convention Center*, en la que se entregaron reconocimientos a entidades destacadas. Uno de los momentos más emocionantes fue el espectáculo de tango ofrecido por la delegación argentina para promocionar el próximo WCNDT 2026.

Durante la ceremonia de clausura, la AEND y la EFNDT ofrecieron un presente simbólico a los organizadores de la PAN-NDT como muestra de gratitud. Asimismo, representantes de ambas entidades, junto con la AIPnD, promovieron la próxima celebración de la ECNDT 2026 en Verona (Italia).


Representantes de la AEND y la EFNDT en la Gala *dinner*

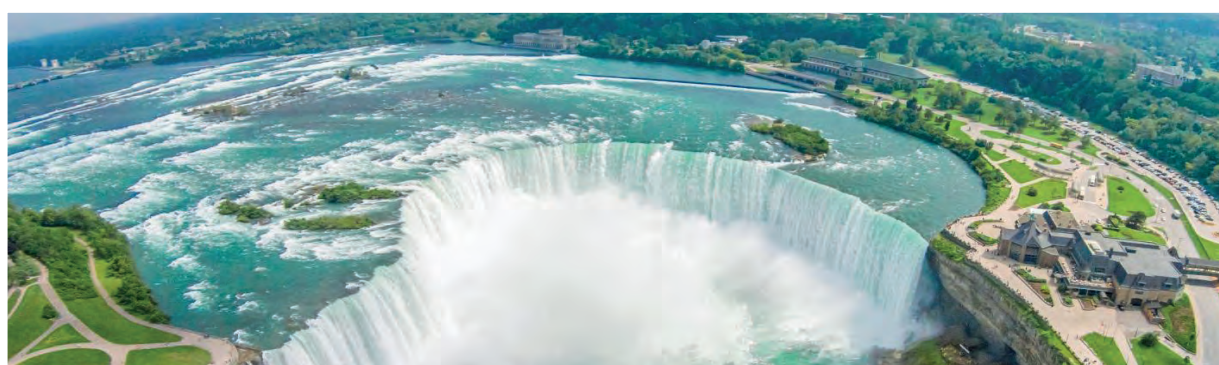
Representantes de la AEND y la EFNDT en la Gala *dinner*

Conclusión

La participación de la AEND y la EFNDT en la PANNDT 2025 ha reforzado los lazos con instituciones del continente americano, ha visibilizado el compromiso europeo con el avance de los END a escala global y ha permitido a nuestros representantes intercambiar conocimiento y experiencias en un entorno técnico y humano de primer nivel.



Fermín Gómez – Secretario General de la AEND/Presidente de la EFNDT



Cataratas del Niágara, Canadá



Esté listo para lo que se viene

Nuevo detector de defectos OmniScan™ X4

Creado para otorgar velocidad y facilidad

Tecnología de procesamiento de imágenes avanzada e interfaz de fácil uso que permiten a los usuarios de todo nivel de experiencia ejecutar inspecciones con rapidez y exactitud. Experimente una distribución de su trabajo potenciada y agilizada.

Rendimiento probado para resultados fiables

Plataforma de digitalización todo en uno, dotada de una portabilidad y versatilidad sin precedentes para ofrecer resultados excepcionales, incluso en los entornos de inspección más desafiantes.

Diseñado para evolucionar a la medida de sus necesidades

Actualizaciones de software trimestrales para el OmniScan X4, que le facultarán para adaptarse continuamente a sus necesidades de inspección futuras. Siéntase siempre preparado para enfrentarse a lo que viene.



RESUMEN DE NOTICIAS

NACIONALES

UNE y EJE&CON defienden el papel clave de los estándares internacionales para que la sostenibilidad se convierta en una ventaja competitiva para las pymes



El pasado 25 de junio de 2025 en Madrid, la Asociación Española de Normalización, UNE, y la Asociación Española de Ejecutiv@s y Consejer@s EJE&CON han celebrado la jornada "Nuevo escenario de información de sostenibilidad: ¿oportunidad o riesgo?". Un encuentro en el que ha quedado de manifiesto la necesidad de defender el papel clave de los estándares internacionales para que la sostenibilidad se convierta en una ventaja competitiva para las pymes.

La sesión ha reunido a directivos, expertos y representantes de pymes para debatir cómo afrontar los retos actuales en sostenibilidad y, sobre todo, cómo transformar esos desafíos en oportunidades reales de mejora competitiva.

El debate se produce tras las últimas decisiones de la Comisión Europea, que alivian algunas de las exigencias normativas sobre sostenibilidad, pero a la vez abren la puerta a que las pymes se posicionen como agentes activos en el ámbito ESG (*Environmental, Social, Governance*).

Javier García, director general de UNE y vicepresidente de ISO, defendió la importancia de los estándares internacionales como herramientas de gestión: "Las normas globales dan repuesta eficaz a los grandes retos ESG (ambiental, social y de buen gobierno), facilitando a las pymes su progreso en el ámbito de la sostenibilidad y reforzando su competitividad".

Cristina Sancho, presidenta de EJE&CON, destacó "el reto que supone para las pymes el exigente marco regulatorio europeo, incluso ahora que se han suavizado las obligaciones del informe que debe ajustarse para que sea aplicable. Si se logra, la sostenibilidad aportará un gran valor a las empresas: reputación, oportunidades de financiación, eficiencia e innovación".

Durante la jornada, Iván Moya Alcón, responsable de Transformación Sectorial de UNE, presentó las normas de referencia para los retos de sostenibilidad de las pymes, recordando que "aunque muchas pymes no están obligadas ahora a informar en ESG, contar con un modelo de gestión alineado con estos estándares es ya un factor diferenciador y de mejora de competitividad".

La mesa redonda moderada por Yolanda Pérez (vicepresidenta de Buen Gobierno de EJE&CON) reunió experiencias muy prácticas de empresas como Artech, Hispasat o Specialisterne, que están incorporando la sostenibilidad en su cultura y su modelo de negocio:

- **Cristina Ordóñez (Artech):** "El diálogo en torno a ESG se ha extendido a toda la organización. Es un proceso de cambio cultural a largo plazo"
- **Miguel Tauler San Miguel (Hispasat):** "Integrar estos estándares nos ayuda a reforzar el ADN de la compañía, aunque exige un esfuerzo continuado y el compromiso de la alta dirección"

- **Diana Bohórquez** (Specialisterne): "Los estándares internacionales nos han permitido reforzar la confianza con nuestros clientes e integrar la neurodiversidad en la toma de decisiones"

El Encuentro fue clausurado por **Luis Rodulfo**, vicepresidente de UNE, presidente de CEPYME y vocal de la Junta Directiva de CEPYME, que destacó el propósito de UNE: "contribuir al progreso compartido de la sociedad y a la creación de un mundo más seguro, sostenible y competitivo".

UNE y EJE&CON se comprometen a seguir impulsando el uso de los estándares técnicos como palanca para construir una economía más sostenible y competitiva, convencidas de que la sostenibilidad bien aplicada puede ofrecer a las pymes españolas una ventaja real en los próximos años.

Sobre UNE

La Asociación Española de Normalización, UNE, es una organización global cuyo propósito es desarrollar normas técnicas o estándares que contribuyan al progreso compartido de la sociedad y a la creación de un mundo más seguro, sostenible y competitivo. Las normas recogen el consenso del mercado sobre las mejores prácticas en aspectos clave para la competitividad de las

organizaciones y para los intereses de toda la sociedad, siendo el resultado del diálogo y la colaboración conjunta de los sectores económicos y las Administraciones públicas. Con la participación de 12.500 profesionales en sus mesas de trabajo, UNE es el representante español en los organismos de normalización internacionales (ISO e IEC), europeos (CEN-CENELEC y ETSI) y americanos (COPANT). Actualmente, el vicepresidente de ISO es el español Javier García, director general de UNE.

#UNEProgresoCompartido

Sobre EJE&CON

La Asociación Española de Ejecutiv@s y Consejer@s (EJE&CON) es una organización sin fines de lucro que promueve la presencia de mujeres en puestos de alta dirección y consejos de administración. Fundada en 2015, está compuesta por más de 2.100 profesionales de grandes empresas, directivos comprometidos con el talento sin sesgos de género ni de generación.

Entre los proyectos más relevantes, destacan los Premios EJE&CON al "Talento Sin Género", que reconocen a las organizaciones que trabajan para impulsar la igualdad, y el Código EJE&CON de Buenas Prácticas para la Gestión del Talento y la Mejora de la Competitividad de la Empresa, que cuenta actualmente con más de 150 empresas adheridas. Más información en www.ejecon.org



De izquierda a derecha, de fila superior a fila inferior: Iván Moya, responsable de Transformación Sectorial de UNE; Yolanda Pérez, vicepresidenta de Buen Gobierno de EJE&CON; Cristina Sancho, presidenta de EJE&CON; Luis Rodulfo, vicepresidente de UNE; Miguel Tauler, Chief of Resources & Organization de Hispasat; Cristina Ordóñez, Chief Compliance & Sustainability Officer de Artech; Javier García, director general de UNE y vicepresidente de ISO, y Diana Bohórquez, Managing Director de Specialisterne.

Francisco Javier Tajuelo

Con profundo pesar, compartimos la triste noticia del fallecimiento de nuestro querido amigo, Francisco Javier Tajuelo, quien nos dejó inesperadamente el pasado 23 de mayo. Desde la AEND, queremos rendirle homenaje reconociendo su dedicación y pasión por los Ensayos No Destructivos, a los que dedicó toda su vida profesional.

Francisco Javier comenzó su camino en los END en 1991 de la mano de GEOCISA, siendo una de las primeras personas en certificarse en 1997 con el CERTIAEND, el mismo año de la creación de nuestro organismo de certificación, como nivel 2 en inspección visual de acuerdo con la norma UNE-EN 473.



Las siguientes certificaciones como nivel 2 en otros métodos de END vendrían en el transcurso de los cinco años en los que trabajó como técnico de END en SCI, a la que se incorporó en el año 2000, donde destacan sus trabajos de inspección por radiografía y ultrasonidos automáticos de las soldaduras de varios gasoductos en España, Francia y Brasil. Sería en APPLUS, donde comenzó a prestar sus servicios en 2005 principalmente en la Comunidad Valenciana, donde obtendría, en el método de ultrasonidos, su primera certificación como nivel 3.

Francisco Javier, desarrolló sus últimos 15 años de actividad en el departamento de END de SGS en el área de Levante, como uno de los técnicos de ensayo más experimentados en END en los sectores petroquímico, nuclear y construcción civil, obteniendo durante estos años las certificaciones de nivel 3 de acuerdo con UNE-EN-ISO 9712 en los métodos de VT, PT y MT y nivel 2 en las técnicas *Phased Array* y TOFD.

Socio de la AEND desde 2009, Francisco Javier obtuvo, a lo largo de su carrera, más de 30 certificados de END según UNE-EN 473 e UNE-EN-ISO 9712, realizando su último examen con el CERTIAEND días antes de que nos dejara, sin saber que lo había superado.

Acompañamos en este duro momento a su familia y seres queridos, con los que compartimos el dolor de su marcha y a los que enviamos todo nuestro cariño.

Hasta siempre, amigo.

OBITUARIO

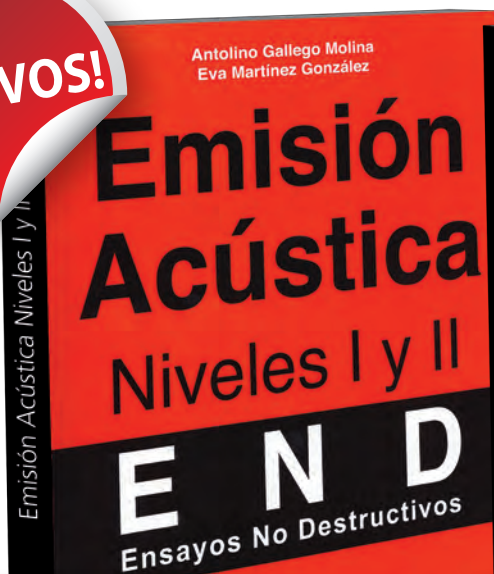


AEND

asociación española de
ensayos no destructivos

PUBLICACIONES

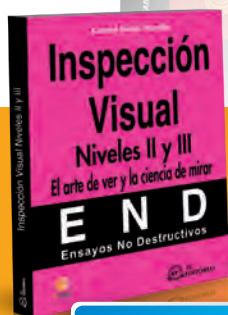
¡NUEVOS!



27€



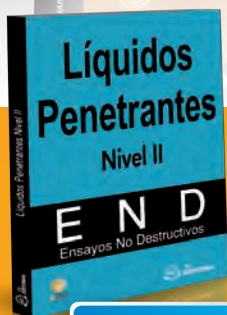
28€



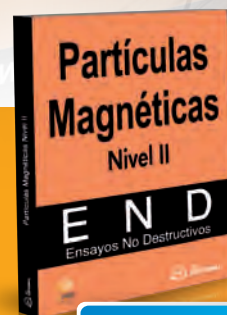
29€



23€



19€



21€



23€

Y recuerde, si es socio de AEND, disfrutará de un **10% de descuento**.

Precios con IVA incluido.

MÁS INFORMACIÓN:

AEND | C/ Bocángel, 28 - 2º Izda. | 28028 Madrid

Tfno.: 91 361 25 85 | Fax: 91 361 47 61

E-mail: informacion@aend.org

AEND | www.aend.org

Luis García Martín

Con profundo pesar, anunciamos el fallecimiento de Luis García, empresario destacado, fundador y Director General de TBN, empresa líder en el ámbito del mantenimiento industrial y los servicios integrales de lubricación. Asimismo, ostentaba con orgullo el cargo de **Presidente del Comité de Canarias** de la Asociación Española de Ensayos No Destructivos, desde donde impulsó importantes avances técnicos y formativos en el sector.



Luis fue mucho más que un empresario, fue un visionario que dedicó su vida a la innovación, al desarrollo del talento técnico local y a elevar los estándares de calidad industrial en el archipiélago. Bajo su dirección, TBN se convirtió en un referente regional, nacional e internacional, sin perder nunca su identidad cercana y su compromiso con el bienestar de su equipo.

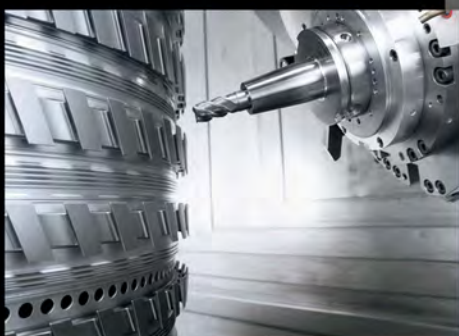
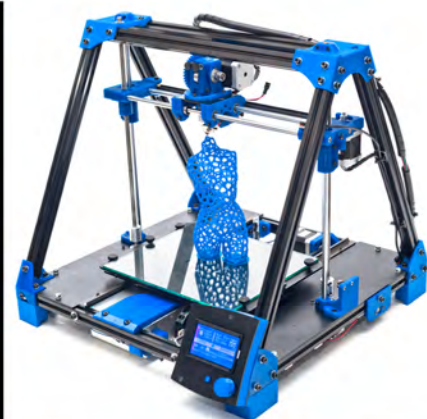
Su liderazgo en el Comité de Canarias de la AEND fue clave para fomentar el crecimiento del sector, promoviendo la especialización y la cooperación entre profesionales de toda España. Su capacidad para unir, inspirar y construir proyectos sólidos dejó una huella duradera en quienes tuvieron el privilegio de trabajar y colaborar con él.

Luis será recordado por su integridad, su pasión por el trabajo bien hecho y su incansable espíritu emprendedor. Su pérdida deja un vacío irreparable en la comunidad industrial canaria, en la AEND y entre todos los que le conocieron y admiraron.

Descanse en paz, buen amigo Luis.

OBITUARIO

- **SERVICIOS**
- **PROYECTOS**
- **FORMACIÓN**
- **CERTIFICACIÓN**
- **ASISTENCIA TÉCNICA**



CESOL

**ASOCIACIÓN ESPAÑOLA
DE SOLDADURA Y
TECNOLOGÍAS DE UNIÓN**

C/ Condado de Treviño nº 2, local F-31, 28033 (MADRID)
Tel.: 914 758 307
cesol@cesol.es

www.cesol.es



En el presente número de nuestra revista nos cabe la satisfacción de entrevistar a Ana Castellón Berdugo, miembro del Departamento Administrativo de la Asociación Española de Ensayos No Destructivos desde el año 2005.

Dentro de las responsabilidades de Ana están las relacionadas con las gestiones, en el ámbito del CERTIAEND, especialmente las relativas a la preparación de los exámenes de certificación para los candidatos que aspiran a ser certificados por nuestra entidad.

Como comienzo nos gustaría que hicieses un relato de tu amplia y larga experiencia en la AEND.

Mi trayectoria en la AEND comenzó en el año 2005, cuando me incorporé al equipo en el puesto de recepción. En aquel entonces, el departamento administrativo estaba formado por apenas tres personas, lo que nos obligaba a ser muy versátiles y a colaborar, estrechamente, en todas las tareas del día a día. Con el tiempo, mi actividad fue evolucionando y pasé a encargarme de realizar más gestiones en el departamento del CERTIAEND, así como, de la preparación de los exámenes de certificación para los candidatos.

En los primeros años, trabajábamos con un programa bastante antiguo para la elaboración de los exámenes. Aunque el sistema generaba los contenidos, yo debía clasificar manualmente cada examen y también imprimir las etiquetas correspondientes para asegurar que cada candidato recibiera el suyo. Era un proceso muy meticuloso que requería mucha atención al detalle.

A lo largo de estos años, he sido testigo de grandes cambios dentro de la Asociación. Uno de los más significativos fue la transición de la norma UNE EN 473 a la UNE EN ISO 9712,

lo que supuso una transformación completa del esquema de certificación. Este cambio implicó una profunda adaptación de todos los procesos relacionados con los exámenes, y fue un reto que afrontamos con mucho esfuerzo y compromiso desde el departamento de certificación.

Otro hito importante fue la implantación de un nuevo gestor para la creación y gestión de los exámenes. Este cambio tecnológico trajo consigo varios años de adaptación y un intenso trabajo en equipo para garantizar que todo funcionara correctamente. Gracias a ese esfuerzo colectivo, hoy contamos con un sistema mucho más moderno y eficiente.

He visto crecer a la AEND desde dentro, no solo en volumen de trabajo, sino también en personas. Con el paso del tiempo, se han ido incorporando nuevas compañeras al equipo administrativo, reflejo del crecimiento y la consolidación de la Asociación. Actualmente, estamos inmersos en una nueva etapa de transformación interna, adoptando un nuevo sistema de trabajo que nos exige adaptarnos rápidamente a los nuevos tiempos. Aunque supone una carga de trabajo considerable, también representa una oportunidad para seguir aprendiendo y mejorando.

A lo largo de estos años, he sido testigo de grandes cambios dentro de la Asociación. Uno de los más significativos fue la transición de la norma UNE EN 473 a la UNE EN ISO 9712, lo que supuso una transformación completa del esquema de certificación

Danos tu opinión acerca de la actividad actual de las mujeres en el campo de los END y como ves su participación en el futuro.

A lo largo de los años, el papel de la mujer en el ámbito de los Ensayos No Destructivos ha experimentado una evolución significativa. Cuando comencé mi trayectoria en la AEND en 2005, la presencia femenina en este sector técnico era todavía muy reducida, especialmente en áreas como la certificación, la inspección o la ingeniería. Sin embargo, con el paso del tiempo, hemos sido testigos de un cambio progresivo y esperanzador.

Hoy en día, cada vez son más las mujeres que se incorporan a este campo, tanto en el ámbito técnico como en el administrativo. En la propia AEND, hemos visto cómo se han ido sumando compañeras con perfiles muy diversos, lo que ha contribuido a crear equipos más equilibrados y dinámicos.

Este avance ha sido posible gracias al esfuerzo colectivo, pero también al impulso de referentes femeninos dentro del sector que han abierto camino y han servido de inspiración para las nuevas generaciones. Mujeres que, desde distintos ámbitos —ya sea la formación, la inspección o la gestión— han demostrado que el conocimiento, la profesionalidad y la pasión no entienden de género.

A pesar de los avances, aún quedan retos por delante. Es fundamental seguir trabajando para visibilizar el papel de la mujer en los END, fomentar vocaciones técnicas desde edades tempranas y, garantizar entornos laborales inclusivos y equitativos.

Estoy convencida de que el camino recorrido hasta ahora es solo el principio. Con compromiso, formación y oportunidades, el sector de los END seguirá avanzando hacia una mayor igualdad, y las mujeres seguiremos ocupando el lugar que nos corresponde: el de protagonistas activas en la construcción de un sector más fuerte, más justo y más innovador.

Por favor, dedica unas líneas para animar a las mujeres para que vean en los END un campo donde desarrollar su actividad profesional.

Mirando hacia el futuro, soy consciente de que los retos a los que nos enfrentamos en el ámbito de los Ensayos No

Destructivos y, en particular, en el área de certificación, serán cada vez más exigentes. La evolución tecnológica, la digitalización de procesos y la necesidad de adaptarse a normativas internacionales en constante cambio nos obligan a estar en continua formación y mejora.

Uno de los principales desafíos será seguir adaptándonos a los nuevos sistemas de gestión y automatización, que, si bien suponen una mejora en eficiencia, también requieren un gran esfuerzo de aprendizaje y adaptación por parte de todo el equipo. La implantación de nuevas plataformas de trabajo, la gestión digital de exámenes y la trazabilidad de los procesos son solo algunos ejemplos de los cambios que ya estamos viviendo y que seguirán evolucionando.

Además, el crecimiento del sector y la internacionalización de los servicios de certificación implican una mayor responsabilidad y una necesidad constante de garantizar la calidad, la transparencia y la imparcialidad en todos los procesos. Esto exigirá una coordinación aún más estrecha entre departamentos, así como una comunicación fluida con los candidatos y organismos externos.

Otro reto importante será seguir fomentando la incorporación de nuevos perfiles profesionales, especialmente jóvenes y mujeres, que aporten nuevas ideas y enfoques. Para ello, será clave mantener un entorno de trabajo inclusivo, colaborativo y abierto al cambio.

En definitiva, los retos del futuro no son obstáculos, sino oportunidades para seguir creciendo, aprendiendo y contribuyendo al fortalecimiento de la AEND como referente en el sector. Estoy convencida de que, con esfuerzo, compromiso y trabajo en equipo, sabremos estar a la altura de lo que viene.

Muchas gracias Ana por tu constante y muy dilatada dedicación a la, nada fácil tarea de la gestión administrativa, dentro del CERTIAEND, con el fin de lograr resolver todas y cada una de las diferentes situaciones, a veces problemáticas, que se presentan en los expedientes de los candidatos a la certificación por nuestra entidad, tu

trabajo, aunque para un profano pueda parecer de poca dificultad, no lo es y requiere de una atención máxima y meticulosa para poder mantener las condiciones de imparcialidad y confidencialidad que requiere el sistema.

Hoy en día, cada vez son más las mujeres que se incorporan a este campo, tanto en el ámbito técnico como en el administrativo. En la propia AEND, hemos visto cómo se han ido sumando compañeras con perfiles muy diversos, lo que ha contribuido a crear equipos más equilibrados y dinámicos

En definitiva, los retos del futuro no son obstáculos, sino oportunidades para seguir creciendo, aprendiendo y contribuyendo al fortalecimiento de la AEND como referente en el sector. Estoy convencida de que, con esfuerzo, compromiso y trabajo en equipo, sabremos estar a la altura de lo que viene



EF European Federation for
Non-Destructive Testing
NDT



CENTRO ITALIANO
DI COORDINAMENTO
PER LE PROVE
NON DISTRUTTIVE

Verona, 15/19 June 2026



EUROPEAN CONFERENCE ON NON-DESTRUCTIVE TESTING



FIRST ANNOUNCEMENT

AIPnD - Italian Society for Non-Destructive Testing



Message from EFNDT PRESIDENT

We are very pleased to extend a cordial invitation to participate in the European Congress of Non-Destructive Testing (ECNDT) to be held in the historic and charming city of Verona, Italy, in 2026.

As President of the European Federation of Non-Destructive Testing (EFNDT), your presence and contribution to this prestigious event would be invaluable.



The ECNDT is a unique platform that brings together the most prominent professionals and experts in the field of non-destructive testing, providing an exceptional forum for the exchange of knowledge, innovations and best practices.

At the conference, you will have the opportunity to share your valuable insights on the latest developments in the industry, participate in discussions on the challenges and opportunities of the sector, and contribute to the formation of future strategies that drive the progress of non-destructive testing in Europe and beyond.

We look forward to your acceptance of this invitation and we trust that your participation will significantly enrich the congress program.

Fermin Gomez
EFNDT President

EF European Federation for
Non-Destructive Testing
NDT

The EFNDT with its more than 25 years of history continue promoting the advancement of Non-Destructive Testing (NDT) technologies and practices across Europe. Our commitment is to foster excellence in the NDT community through collaboration, education, and innovation.

The overall mission of EFNDT is to bring together the resources of the national societies and organisations involved in NDT in Europe to create a more effective and more valuable voice for industry, the professions, users and the wider community. The EFNDT wants to continue being the voice of the NDT community in Europe, being the point of union between all NDT societies and all organizations with an interest in NDT.

The European Federation for Non-Destructive Testing (EFNDT) is pleased to invite all professionals in the Non-Destructive Testing (NDT) sector to participate in the 14th European Conference on Non-Destructive Testing (ECNDT), which will be held in Verona, Italy, in 2026.

NOVEDADES
AMPLIACIÓN DEL PLAZO DE
PRESENTACIÓN DE SOLICITUDES
HASTA EL
**31 DE AGOSTO
DE 2025**

TENGO UN PROYECTO DE END

4ª EDICIÓN

La Asociación Española de Ensayos No Destructivos, AEND, junto con el Instituto de Tecnologías Físicas y de la Información Leonardo Torres Quevedo ITEFI de la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC, convocan la **CUARTA EDICIÓN** del premio **TENGO UN PROYECTO DE END**, a los mejores Trabajos Fin de Grado o Proyectos Fin de Máster sobre temas relacionados con los Ensayos No Destructivos.

OBJETIVOS

Estimular y potenciar el desarrollo de los Ensayos No Destructivos a través de un proyecto basado en el desarrollo de alguna de las siguientes áreas de los END y para cualquiera de sus métodos, tales como (Corrientes inducidas (ET), Partículas magnéticas (MT), Líquidos penetrantes (PT), Ultrasonidos (UT), Inspección Visual (VT), etc.):

- Aplicaciones de los END a la monitorización de la condición ("Condition Monitoring") y salud estructural de las infraestructuras ("Structural Health Monitoring")
- Aplicaciones industriales: aeronáutica, nuclear, renovables, ferrocarril, civil, etc.
- Aplicaciones en la conservación de obras de arte y del Patrimonio construido
- Fiabilidad y factores humanos
- Digitalización
- Nuevas técnicas y procedimientos
- Investigación y nuevos desarrollos: sensores, equipos, algoritmos, etc.

BASES

La presente convocatoria tiene por objeto el reconocimiento de la calidad de los Trabajos Fin de Grado o Proyectos Fin de Máster presentados en el área de la evaluación no destructiva.

- Se entregarán dos premios, cada uno de ellos con una dotación de 1.000€:
 - ▶ El primero será para el mejor trabajo que cumpla los criterios indicados en los apartados que se listan en la PRESENTACIÓN
 - ▶ El segundo para el mejor trabajo que presente una innovación y aplicación industrial en el ámbito de los END
- Los Trabajos Fin de Grado o Proyectos de Fin de Máster deberán haber sido presentados en una universidad española del 1 de enero de 2023 al 30 de junio de 2025

PRESENTACIÓN

Las solicitudes y documentación deberán enviarse al correo electrónico: ltq75@itefi.csic.es

El plazo de presentación finalizará el **31 de agosto de 2025**.

DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

- ▶ Solicitud en la que conste: nombre y apellidos del solicitante, datos de contacto
- ▶ Título y resumen corto de proyecto (máximo 200 palabras)
- ▶ Resumen ampliado (máximo 12 páginas) incluyendo, además de cualquier aspecto que el autor considere de interés, al menos los siguientes apartados:
 - 1 El estado del arte en la materia
 - 2 Los resultados y su relevancia dentro del estado del arte
 - 3 El aporte de originalidad del trabajo
 - 4 Su desarrollo futuro
- ▶ Cualquier material gráfico adicional que ayude a su propuesta: vídeos, animaciones, etc.
- ▶ Documento acreditativo de fecha de entrega/lectura del trabajo

RESOLUCIÓN

- ▶ El premio será resuelto por una comisión compuesta por investigadores del ITEFI y miembros de la AEND
- ▶ La comisión valorará el trabajo a partir del resumen de 12 páginas. El material gráfico adicional no puede contener nueva información no referida en este texto y este no será considerado en el caso de que así fuera
- ▶ La comisión puede solicitar a cualquiera de los candidatos una copia del trabajo original con el objeto de verificar el resumen entregado





CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

itefi

**LA INVESTIGACIÓN PÚBLICA
ALIADA ESTRATÉGICA
DEL SECTOR PRIVADO**

ACÚSTICA AMBIENTAL

TECNOLOGÍAS ULTRASÓNICAS

**EVALUACIÓN NO DESTRUCTIVA
DE MATERIALES Y ESTRUCTURAS**

SENSORES Y ACTUADORES

CRİPTOGRAFÍA

CIBERSEGURIDAD

TECNOLOGÍAS CUÁNTICAS

*Test de paneles solares por onda
de Lamb con acoplamiento por aire*

DESARROLLO DE UN SISTEMA ULTRASÓNICO MEDIANTE ACOPLAMIENTO POR AIRE PARA CONTROL DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN Y EN TIEMPO REAL*

Autores

Alba Martín Ginel y Tomás Gómez Álvarez-Arenas

Instituto de Tecnologías Físicas y de la Información (ITEFI) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)



En este artículo basado en un trabajo que se basó en un sistema ultrasónico desarrollado para trabajar en la industria del "snack" y orientado a determinar textura del producto, utilizando transductores optimizados por acoplamiento por aire, donde se mejoraron características como el ancho de banda y la sensibilidad. Se pudieron adquirir y procesar medidas en laboratorio y entorno industrial, donde se correlacionó la textural instrumental con parámetros ultrasónicos, constituyendo así un sistema de análisis de medidas instantáneo que sirve como un parámetro de medida de calidad dentro de la industria agroalimentaria.

1. Introducción

Los ultrasonidos son ondas acústicas que se encuentran por encima del espectro audible (>20 kHz) y engloban un amplio abanico de frecuencias, que pueden llegar hasta el orden de GHz. Se pueden clasificar en función de sus rangos de intensidad y frecuencia, agrupándose en ultrasonidos de potencia o alta intensidad y ultrasonidos de señal o baja intensidad. En el primer caso, las frecuencias empleadas suelen encontrarse dentro del rango de entre 20 kHz y 100 kHz y las intensidades suelen situarse por encima de 1 W/cm^2 [1]. El objetivo de este tipo de ultrasonidos es interaccionar con el medio en el que se propagan y producir cambios en ellos, ya sean permanentes o transitorios. En la industria alimentaria se han utilizado ultrasonidos de potencia para numerosas aplicaciones, como, por ejemplo, inactivación microbiana, procesos de secado de productos cárnicos y vegetales, monitorización de procesos de salado y salmueras o estabilización de emulsiones entre otras [2], [3]-[7]. Por otro lado, se encuentran los ultrasonidos de señal o de baja intensidad, que abarcan, en la mayoría de las aplicaciones, frecuencias superiores a los 100 kHz e intensidades inferiores a 1 W/cm^2 . Estos evitan modificar las propiedades del medio en el que se propagan, y son empleados en la mayoría de los casos, para obtener información del mismo. Se han empleado ultrasonidos de

señal en numerosos estudios relacionados con los alimentos. En monitorización de procesos en congelación, marinado y salado de cárnicos, para el estudio del grado de maduración de carne [8], para la determinación de propiedades reológicas de quesos [9] y en almacenamiento de ciruelas, entre otras tantas aplicaciones.

Las magnitudes que se pueden obtener de la propagación de ultrasonidos en materiales son: la velocidad, que, en función de la información del material, se puede hallar a partir de la densidad y el módulo elástico o a partir del tiempo y el espesor de la muestra. El coeficiente de atenuación, que expresa la pérdida de energía de la onda al viajar por el material debido a que el propio material la absorbe. Y por último la impedancia acústica, que es el producto de la densidad y la velocidad de propagación y juega un papel determinante en procesos de reflexión y transmisión en discontinuidades.

Una medida ultrasónica puede llevarse a cabo empleando diversas configuraciones de transductores, en particular, cabe destacar los modos de emisión-recepción y pulso-eco [1], [11]. En el modo pulso-eco se pueden utilizar dos transductores, o un transductor bicristal, uno actuando como emisor de la señal ultrasónica y el otro como reflector, aunque lo normal es utilizar un solo transductor que actuará

* Este artículo se basa en un trabajo de fin de Máster que resultó premiado en el concurso del año 2024

tanto de emisor como de receptor de la señal [12]. En el modo emisión-recepción se emplean dos transductores, uno como emisor y otro como receptor. En este artículo se emplea esta última configuración, donde los transductores son colocados enfrentados con sus caras radiantes colocadas en paralelo y el medio o muestra a medir se coloca entre ambos. Los ultrasonidos se empezaron a usar para caracterizar alimentos en los años 30, pero su utilidad en la industria alimentaria se reconoció en los 80 [11]. Permiten conseguir una técnica de medida rápida, no destructiva y no invasiva, permitiendo evaluaciones detalladas de calidad. Se usan ultrasonidos de señal y de potencia en la industria cárnica, láctea y para limpiar frutas y verduras [12]-[14]. También se aplican ultrasonidos de potencia en la extracción de antocianinas y en el secado de alimentos [15]. Por otra parte, los ultrasonidos de señal ayudan a monitorizar la maduración, la detección de cuerpos extraños en productos cárnicos o la textura en productos como jamones o quesos [16].

Los objetivos que persiguió la realización de este trabajo fueron; demostrar la posibilidad de transmitir señales ultrasónicas en tortitas de maíz empleando ultrasonidos acoplados por aire. Demostrar la posibilidad de extraer algunos parámetros del material (velocidad, coeficiente de atenuación, variación con la frecuencia e impedancia) a partir de dichas medidas. Demostrar que existe una correlación entre los parámetros ultrasónicos medidos y la textura de las tortitas, bien sea por medida instrumental o por categorización hecha por un panel de cata. Por último, demostrar la viabilidad industrial de la técnica ultrasónica.

2. Hipótesis y objetivos

En general, los alimentos pueden considerarse sólidos viscoelásticos, esto es que su respuesta a una tensión mecánica tiene dos componentes, por una parte, una componente elástica, que representa una respuesta inmediata y que no contribuye a la atenuación de la onda ultrasónica. Esta contribución elástica viene determinada por la parte real del módulo elástico, que es el término lineal que relaciona tensión y deformación en las ecuaciones constitutivas. Por otro lado, una componente viscosa, que requiere de un término extra en estas relaciones constitutivas (entre tensión y deformación) que representa una respuesta retardada. Esta respuesta retardada, o comportamiento viscoelástico, es el origen de la atenuación del ultrasonido en el material, a la que se

Las magnitudes que se pueden obtener de la propagación de ultrasonidos en materiales son: la velocidad, el coeficiente de atenuación y la impedancia acústica

pueden sumar otras contribuciones, como puede ser el *scattering*. Además, la parte real del módulo elástico se relaciona con la velocidad del mencionado ultrasonido y, la parte viscoelástica que es la responsable de la atenuación. Ambas, velocidad y atenuación, además de la diferencia de impedancias entre la tortita y el medio de atenuación y el grosor de la tortita, determinan el coeficiente de transmisión. Al ser la textura un atributo mecánico, determinado por la respuesta elástica, viscoelástica y plástica de la tortita, cabe pensar que existirá una relación entre la textura y los parámetros ultrasónicos que se puedan medir (velocidad, atenuación, variación con la frecuencia, impedancia, coeficiente de transmisión, etc.). Más aún, cabe pensar que el incremento de la contribución viscoelástica (frente a la elástica), se podría relacionar con una textura más de tipo gomosa y si presentara una respuesta únicamente elástica (desde el punto de vista ultrasónico), se relacionaría con tortitas que tendrían una apariencia crujiente.

3. Materiales y métodos

3.1. Tortita de maíz

La matriz alimentaria de un producto es crucial para determinar las ventajas y problemas en la adquisición de medidas ultrasónicas y el procesamiento de datos. El estado y la forma de la materia prima (sólida, líquida, gaseosa, polvo, granulado, lámina, suspensión, sólido amorfo) influyen en la medición. Los parámetros ultrasónicos clave a determinar son la velocidad, la atenuación y la impedancia acústica, que se espera que correlacionen con las propiedades de la matriz alimentaria de interés para esta industria. La velocidad ultrasónica ayuda a determinar el módulo elástico, mientras que la atenuación proporciona información sobre la respuesta viscoelástica, la cual, a su vez, viene determinada por la organización molecular y la microestructura.

El uso de máquinas extrusoras en la industria alimentaria se remonta a hace un siglo, con productos extruidos de maíz. En los años 70, su uso se popularizó debido a la versatilidad de productos que se pueden fabricar. La extrusión es un proceso donde las materias primas se mezclan y se fuerzan a través de un troquel, cortándose en piezas individuales y moldeándose según la forma deseada. Se puede realizar a baja (< 70°) o alta temperatura (> 70°), siendo la técnica de alta

El uso de máquinas extrusoras en la industria alimentaria se remonta a hace un siglo, con productos extruidos de maíz. En los años 70, su uso se popularizó debido a la versatilidad de productos que se pueden fabricar

temperatura la más común, combinada con altas presiones [17]–[19]. Los cereales, especialmente el maíz, son buenos ingredientes para la extrusión debido a su contenido de almidón, que define la textura final del producto. La textura crujiente de las tortitas de maíz extrusionadas se debe a la explosión del grano en el molde, creando burbujas de aire y apelmazamiento en una estructura celular con paredes rígidas. El brusco colapso de dichas células bajo presión es el que aporta la característica de "crujiente" al consumidor. Sin embargo, esta irregularidad (sólido celular con gran variedad de tamaños de célula, baja concentración de sólido y saturado por aire) dificulta la adquisición de medidas ultrasónicas debido a la dispersión. Para estudiar la microestructura de las tortitas, se realizaron cortes con un microtomo y se observaron con un microscopio de transmisión Leica DM75) equipado con una cámara Leica ICC50 HP como se muestra en la Figura 1.

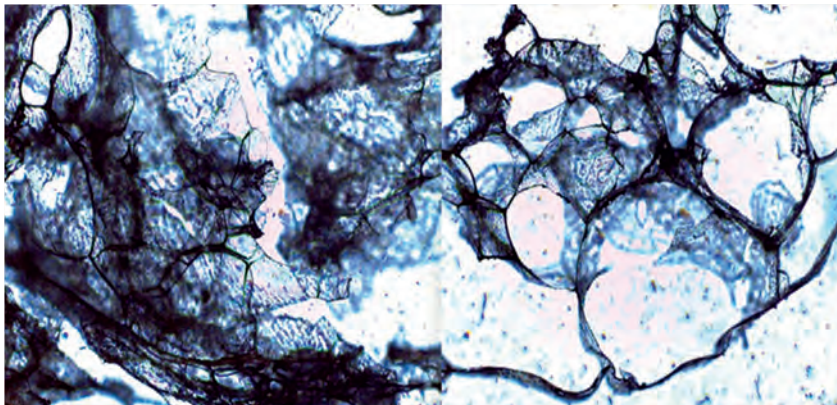


Figura 1. Imágenes de los cortes de tortita con microtomo, donde se observa una mayor aglutinación del maíz (izquierda) y zonas donde hay burbujas de aire (derecha)

Debido a su estructura interna, se puede afirmar que la tortita de maíz es un sólido celular, donde existen dos tipos de configuración de las celdillas, siendo cerradas o, abiertas. En la imagen izquierda de la Figura 1 se observa que la zona más oscura es una aglutinación de maíz. Pese a esto, se pueden observar las aristas y celdillas conectadas entre sí. La forma de las aristas es redondeada y de tamaño semirregular. Sin embargo, en la imagen derecha de la Figura 1, se puede observar que existe un menor aglutinamiento del maíz, se observan celdillas cerradas, ya que se pueden diferenciar bien todas las aristas. Se aprecian roturas, que probablemente se deben al corte con el microtomo. Se trata de una geometría medianamente regular que es fruto de la minimización de la energía superficial almacenada en el material que tiene lugar durante el proceso de extrusión.

Dentro de la industria alimentaria es importante poder utilizar dispositivos que perturben lo mínimo posible al alimento y, sobre todo, que no supongan una fuente de contaminación

3.2. Transductores ultrasónicos

A la hora de diseñar un transductor, es importante prestar atención a la aplicación a la que irá destinado, en particular, al medio de acople que se vaya a utilizar y al material a estudiar. Bajo esta premisa, cabe esperar diferentes especificaciones. En este caso se suprime esta etapa, de modo que el medio de acople será el aire, lo que supone una simplificación de esta tecnología muy notable en el campo de los Ensayos No Destructivos. Dentro de la industria alimentaria es importante poder utilizar dispositivos que perturben lo mínimo posible al alimento y, sobre todo, que no supongan una fuente de contaminación o que puedan comprometer su idoneidad para el consumo o reducir el tiempo de consumo aconsejado. Por este motivo, la idea de fabricar transductores con acoplamiento por aire resulta muy práctica y atractiva. Esta alternativa conlleva limitaciones. Por un lado,

la desadaptación de impedancias. En el caso de la impedancia de las cerámicas piezoeléctricas como las que se van a utilizar en la fabricación de estos transductores y la impedancia del aire ($Z \approx 40 \text{ MRayl}$ y $Z \approx 440 \text{ Rayl}$ respectivamente), se requerirá de la adición de capas de adaptación que permitan reducir el efecto de esta gran disparidad de impedancias y reduzcan así las pérdidas. La atenuación por absorción también puede llegar a suponer un problema, sobre todo a frecuencias superiores a 1 MHz [21]. Por último, las condiciones de medida también podrían interferir, como la humedad, temperatura, vibración de la estructura, ruido electromecánico, etc. Los criterios seguidos para la fabricación de los transductores utilizados en este

trabajo fueron [22], por una parte, mejorar la sensibilidad (por encima de los -40 dB), conseguir frecuencias centrales de 300 y 500 kHz respectivamente, conseguir el mayor ancho de banda, al menos del 40%. Por último, el criterio de optimización fue a partir de una figura de mérito consistente en el pico de sensibilidad multiplicado por el ancho de banda relativo a -20 dB desde el pico máximo. Los materiales escogidos para los transductores fabricados fueron el material que actuará como elemento activo en el transductor, que será un composite piezoeléctrico de geometría 1-3 operando en su modo espesor, una capa de adaptación de impedancias y un *backing* (material de respaldo) de baja impedancia. Para averiguar el número de capas de adaptación se utilizó un algoritmo de recocido (SA) [21], [22], basado en el método de "Monte Carlo".

Debido a los requerimientos de la industria alimentaria donde no todos los materiales están permitidos para la fabricación de maquinaria y dispositivos, los casquillos de los transductores, que habitualmente son de aluminio, se realizaron en acero inoxidable, para garantizar el aislamiento y protección frente al posible ruido generado en la industria y para protegerlos cuando se vaya a proceder a su limpieza.

Frecuencia nominal (MHz)	Frecuencia pico sensibilidad (MHz)	Frecuencia central (MHz) (Banda -20 dB)	Banda relativa a -20 dB (%)	Pico SNS (dB)
0.30	0.26	0.27	59	-21
0.50	0.57	0.50	73	-25

Tabla 1. Propiedades principales de los transductores de frecuencias centrales 300 y 500 kHz respectivamente

Se midió la impedancia eléctrica de los composites piezoeléctricos empleados para fabricar los transductores como forma de verificación inicial de que la respuesta piezoeléctrica de los mismos es la esperada. Se empleó un analizador de impedancias BODE 100 y se midió la respuesta en el entorno de la primera resonancia del modo espesor. Después se procedió a caracterizar su respuesta, midiendo en modo transmisión a unas distancias de entre 10 y 20 mm. Los transductores se conectan a un Generador/Receptor de pulsos Olympus Modelo 5077PR, donde el transductor emisor (Tx) es excitado mediante un semiciclo de onda cuadrada, sintonizado a la frecuencia central de los transductores de amplitud entre 100 V y 200 V. La señal generada por el transductor receptor (Rx) se envía al Generador/Receptor de pulsos, donde no se aplica ganancia, y desde éste se conecta a un Osciloscopio Tektronix DPO7054. Finalmente se transfiere a un PC donde se realizará el procesamiento de datos. Una vez procesados los datos. En la Tabla 1 se detallan las propiedades principales de los transductores y, como se puede observar, la sensibilidad obtenida es muy elevada (-21 dB y -25 dB para los transductores de 300 kHz y 500 kHz, respectivamente), manteniendo un ancho de banda medido a -20 dB bastante amplio (59% y 73% para 300 kHz y 500 kHz, respectivamente).

3.3. Electrónica de excitación-recepción

Las pruebas para determinar la configuración óptima de medidas ultrasónicas se realizaron en laboratorio y en un entorno industrial alimentario, utilizando equipos específicos para cada entorno. Además de los transductores, se detalla la electrónica de excitación y recepción utilizada.

3.3.1. Laboratorio

La configuración de la medida, así como las características de la excitación-recepción del transductor emisor para el sistema de laboratorio, se muestran en la Tabla 2. Para excitar el transductor emisor se utilizó un Generador/Receptor de pulsos Olympus Modelo 5058PR, en el que el tipo de señal utilizada es tipo *spike* (de tipo pico agudo). Los límites de amplitud se definieron entre 100 V y 900 V. En la Tabla 2 se resume la configuración de medida de la electrónica de excitación. Finalmente, los transductores se conectaron al equipo mediante cableado coaxial con conector BNC, al igual que la conexión entre el Generador/Receptor de pulsos y el Osciloscopio Tektronix modelo DPO7054 que se utilizará para la adquisición y visionado de la señal, también conectado a un PC. Cuando se procedió a la calibración, se realizó bajo las mismas condiciones, pero con ganancia 0 dB. La configuración de laboratorio se muestra en la Figura 2. Donde se colocó la tortita sobre un soporte hueco, para realizar 5 medidas por la superficie de la tortita de forma aleatoria.

CONFIGURACIÓN GENERADOR		
Frecuencia de repetición (Hz)	200	
DAMPING (amortiguamiento) (Ω)	500	
Amplitud de pulso (V)	900	
CONFIGURACIÓN RECEPTOR DE PULSOS		
Atenuador (dB)	0-40	
Ganancia	0-40	
Filtro (MHz)	HP Filtro paso alto	0.1
	LP Filtro paso bajo	3

Tabla 2. Configuración de la electrónica de excitación-recepción del transductor emisor en el montaje de laboratorio para adquirir una medida

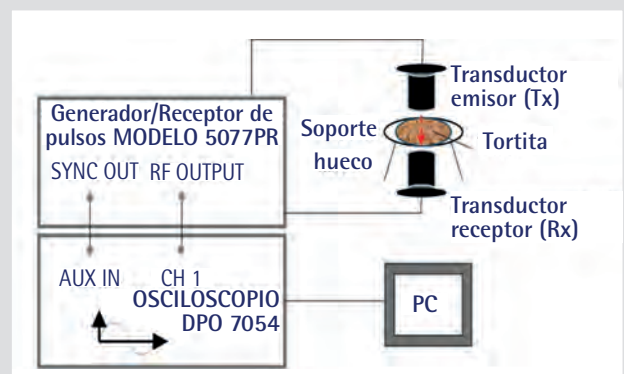


Figura 2. Esquema de la configuración en laboratorio para realizar una medida ultrasónica en la tortita de maíz

3.3.2 Industria

Para el entorno industrial se utilizó un *AirScope TT* (Dasel, España), que además de ser capaz de eliminar el ruido de impulsivo en tiempo real y mantener un rango dinámico elevado en entornos ruidosos, simplificando así la medida, su formato compacto facilitó la incorporación al entorno industrial. Incorpora un Generador/Receptor de pulsos y junto con un PC para la adquisición y visionado de medidas, se simplifica la adquisición de medidas en entorno industrial. La configuración en planta se muestra en la Figura 3, donde se observa que la colocación de ambos transductores se hizo en los huecos existentes entre las cintas que transportan las tortitas. Las medidas se adquirieron cuando la tortita pasó por la cinta transportadora.

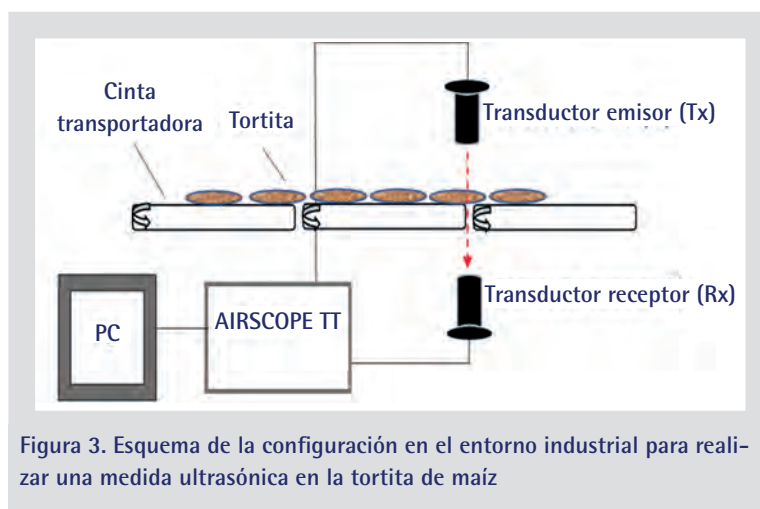


Figura 3. Esquema de la configuración en el entorno industrial para realizar una medida ultrasónica en la tortita de maíz

3.4. Adquisición y procesado de medidas

La adquisición de medidas se realizó con *Matlab*, con un código desarrollado por el grupo de investigación de Sistemas y Tecnologías Ultrasónicas (GSTU), perteneciente al ITEFI-CSIC. Se colocaron los transductores enfrentados y con las caras radiantes paralelas entre sí, a una distancia de unos 5 cm aproximadamente. Se adquirió la señal temporal, el módulo y la fase. Previo a la medida en la tortita de maíz, se adquirió una señal de referencia con 0 dB de ganancia y se adquirió una señal de referencia en cada cambio de tortita. Para cada medida en la tortita, se colocó sobre un soporte hueco, se movió de forma aleatoria y se aumentó la ganancia en 40 dB, además de

realizarse un promediado. Se adquirieron siete medidas por tortita. Cada paquete contenía cuatro tortitas de maíz, por lo que se garantizó así un elevado número de medidas.

Para el equipo industrial se utilizó el *software ScanView* (Dasel, España), ya que puede adquirir medidas en continuo. La velocidad de la cinta era de 1,5 m/s, lo que implicó un paso de unas 600 tortitas por minuto, que dio lugar a 50 medidas por tortita, una vez ajustados los parámetros de medida.

El procesado de las medidas se centró en minimizar la variabilidad debida a la forma irregular que presenta la tortita y que dificulta extraer información de interés. Las medidas se procesaron en *Python* (versiones 2 y 3), junto con el entorno Anaconda 3.0. El código también se desarrolló por el grupo GSTU del ITEFI-CSIC e incluyó procesado en el dominio temporal, donde se realizó un promediado de la señal y correlación cruzada, con enventanado de la señal mediante una ventana *Hamming* de 20 ciclos y cálculo del tiempo de vuelo. Con la señal preprocesada se procedió al paso del dominio frecuencial mediante una Transformada Rápida de Fourier (FFT) y una posterior regresión lineal del espectro de amplitud con reducción de puntos cuando el programa lo determinó para optimizar el resultado.

4. Resultados

4.1. Medidas en laboratorio

Dada la heterogeneidad de la tortita en geometría y espesor, fue muy complicado poder estimar el tiempo de vuelo (TOF, *time of flight*) en cada medida, que habitualmente es un parámetro de interés ya que proporciona información sobre el material objeto de análisis al poderse estimar la velocidad del material a través de él. En la Figura 4 se muestran

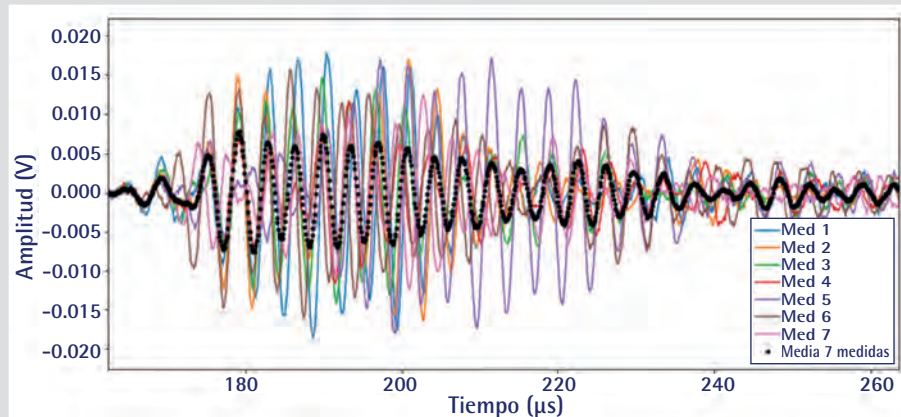


Figura 4. Señales adquiridas aleatoriamente en una tortita (colores) y señal promedio (negro) de las 7 medidas

siete medidas aleatorias realizadas en la tortita junto con el resultado del promediado de todas ellas, revelando la necesidad de un postprocesado una vez realizada la medida. Estas medidas fueron muy irregulares y se observaron señales muy largas. La superficie y estructura de la tortita es muy irregular debido a la extrusión, de modo que en algunas zonas se forman aglomeraciones y en otras, burbujas de aire. Esta compleja conformación puede dar lugar a rebotes de la onda ultrasónica en el interior de la tortita que explicaron que las señales adquiridas fueran tan alargadas. Para poder subsanar el efecto de estos rebotes indeseados se enventanó la señal y después se promedió. Para ello, se incorporaron al ensayo medidas realizadas con transductores de 400 kHz, para garantizar que se abarcaba un ancho de banda mayor.

La Figura 5a muestra las mismas medidas en el dominio frecuencial, previo al promediado. Se observa gran heterogeneidad entre las medidas confirmando la necesidad de un

La superficie y estructura de la tortita es muy irregular debido a la extrusión

postprocesado. En la Figura 5b se muestran las medias totales correspondientes a las 28 medidas adquiridas y una vez procesadas, tras realizarles un promediado, enventanado y una regresión lineal y haberlas adquirido con transductores de 300 kHz, 400 kHz y 500 kHz, respectivamente.

Los puntos que se encuentran al principio y al final de cada banda (señalados en rojo en la figura) fueron descartados por estar cerca del borde de la banda de los transductores y presentar una peor relación señal ruido. El nivel de ruido se señaló en -90 dB a -95 dB, por lo que no fue posible medir por debajo de este umbral que incluyó el promediado de la señal. Se puede observar también cómo se homogenizó la medida e incluso cómo las medidas con distintas parejas de transductores se solaparon, confirmando la robustez en el procesamiento de la señal.

4.2. Medidas en entorno industrial

Se realizaron medidas en el entorno industrial en una planta perteneciente a la empresa CEREALTO- SIRO FOODS (actualmente CEREALTO) en Jaén. En esta ocasión, las pruebas se realizaron únicamente con los transductores de frecuencia central 300 kHz ya que se testaron ambas parejas y la relación señal-ruido con el par de 500 kHz era inferior. Además de utilizar la disposición de los transductores en transmisión, se recurrió a un reflector a 90° para evitar la deposición de partículas en el transductor situado en la parte inferior de la cinta, pero se rechazó debido a que se formaba campo estacionario. La Figura 6 muestra un ejemplo del módulo del coeficiente de transmisión a 300 kHz de 5 medidas realizadas a una tortita en las instalaciones de la fábrica a su paso por la línea de producción.

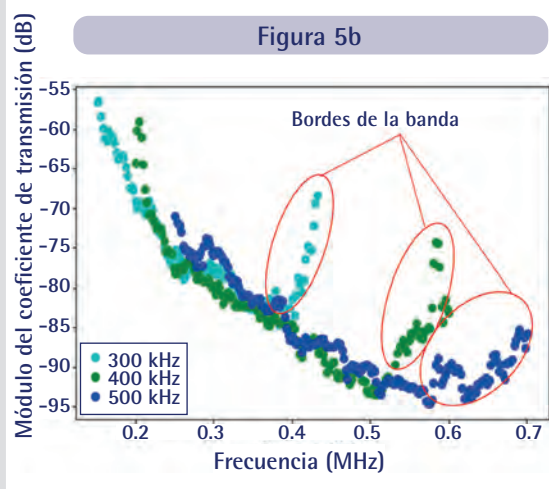
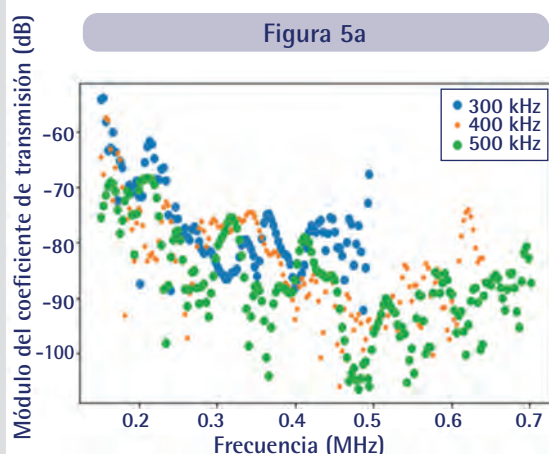


Figura 5. Módulos de los coeficientes de transmisión de una tortita de maíz sin promediar (a) y con promediado incluido (b) en el procesado

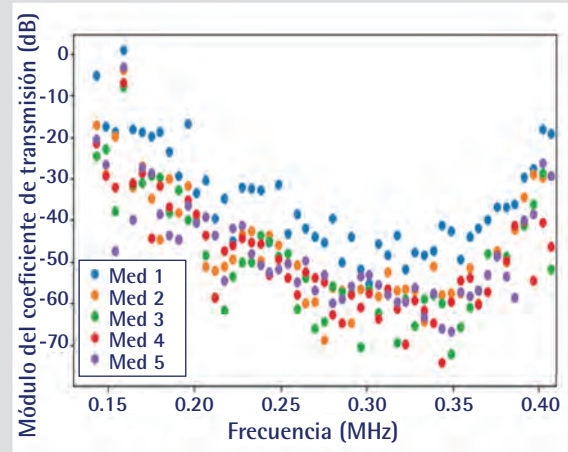


Figura 6. Módulo del coeficiente de transmisión para 5 medidas aleatorias en una tortita en el entorno industrial utilizando transductores de frecuencia central 300 kHz

Se observa en la Figura 7 el cálculo y ajuste del coeficiente de transmisión de todas las medidas realizadas en dos tortitas diferentes a su paso por la línea de producción con transductores de frecuencia central 300 kHz. Debido al elevado número de medidas por tortita, que ascendió a 50, se pudo realizar un postprocesado más exhaustivo. Primero se promediaron todas las medias del lote (*batch*) cargado, se realizó una regresión lineal en escala logarítmica y una reducción de los valores por delante y por detrás de 5 puntos por cada tramo de reducción, hasta alcanzar el valor óptimo de la regresión.

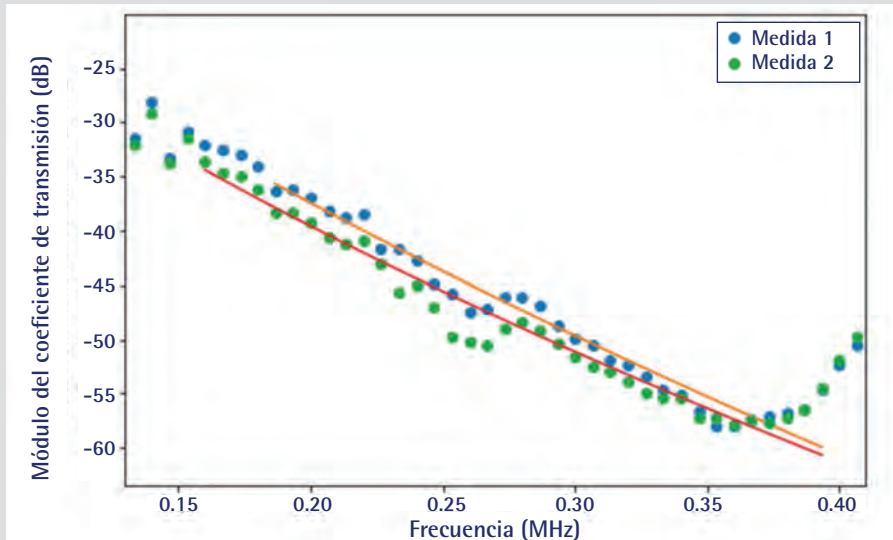


Figura 7. Módulo del coeficiente de transmisión para el promediado total de medidas en dos tortitas realizadas con los transductores de frecuencia central 300 kHz

La medida de textura en industria alimentaria se realiza habitualmente de forma instrumental. Para poder comparar la idoneidad del sistema propuesto con las medidas instrumentales estándar, se realizó un ensayo de textura con texturómetro, escogiendo como parámetro textural a analizar la fuerza máxima del ensayo de compresión-flexión. Este ensayo es un conjunto de dos técnicas diferentes ya que hallar la fuerza máxima es muy complicado debido a la variabilidad de la superficie de la tortita. Por ello se utiliza el esfuerzo (*Stress*), definido como $\sigma = F/A$, donde F es la fuerza aplicada y A es el área de contacto de la sonda con la tortita. El ensayo se corrigió por la velocidad de reducción del módulo de deformación (n), como consecuencia de las microrroturas producidas cuando se comprime la tortita. Al igual que se realiza un procesado de las señales ultrasónicas, en el caso del análisis de textura instrumental también se realiza un procesado de los datos obtenidos de las curvas fuerza-deformación, promediándose y aplicando un modelo matemático

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad \text{si } \varepsilon \leq \varepsilon_c \quad (1)$$

$$\sigma = E \cdot \varepsilon - E \cdot n(\varepsilon - \varepsilon_c)^2 \quad \text{si } \varepsilon \geq \varepsilon_c \quad (2)$$

(ecuaciones 1 y 2 para los tramos A y B respectivamente) que divide la curva de deformación en tramos, como se muestra en la Figura 8.

Se puede observar en la Figura 8 un primer tramo (A), donde el esfuerzo (*stress*) se incrementó de forma lineal con la deformación (ε) que sufre un material y cuya pendiente correspondería con el módulo elástico (E). En tanto que la tortita se siguió deformando, se fueron produciendo microrroturas, lo que se pudo traducir en un decremento del módulo elástico y que se aprecia en la curva como un descenso (tramo B). Se puede observar un punto de transición entre los tramos A y B, definido como deformación crítica (punto J, ε_{crit}). Este parámetro textural de esfuerzo corregido cuantifica tanto la deformación como la fragilidad de las tortitas de forma que, para valores altos del parámetro textual se asocian

tortitas duras, con valores de n elevados, significando este hecho, roturas contundentes durante la compresión. Para valores intermedios, la dureza de la tortita es media, al igual que la crocancia, relacionándose directamente con los

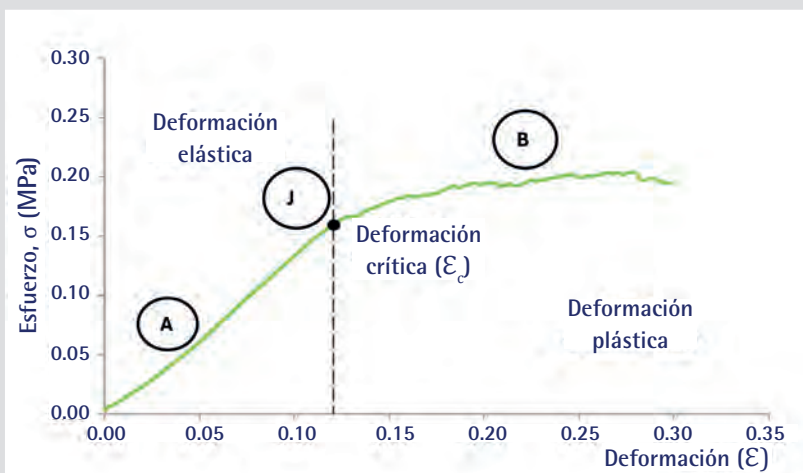
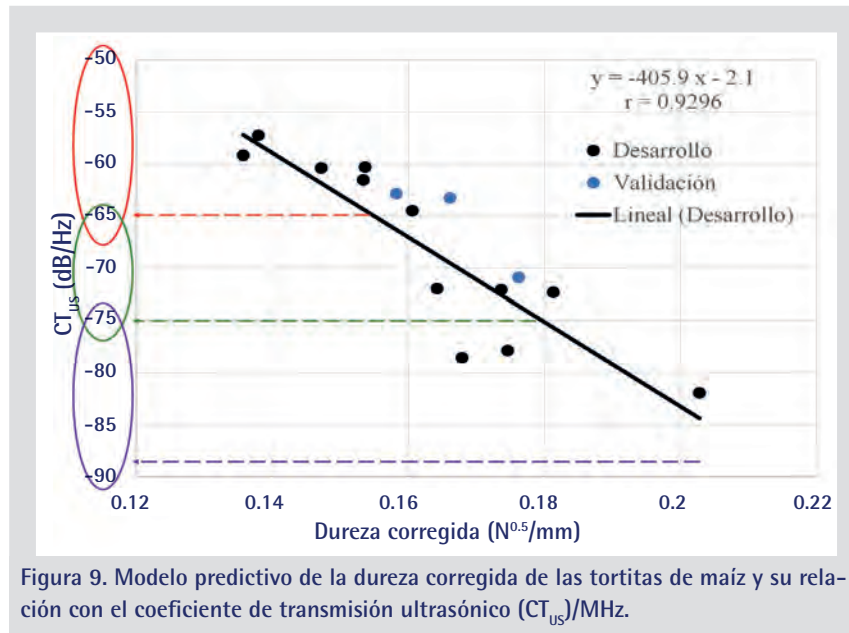


Figura 8. Curva promedio para test instrumental de flexión-compresión para un lote de tortitas comerciales

valores sensoriales identificados (apartado 2 del Apéndice 1). En la Figura 9 se muestra la relación que existe entre la pendiente del módulo del coeficiente de transmisión ultrasónico y el parámetro de dureza elegido para describir la textura de los distintos lotes medidos a lo largo de la ejecución del proyecto.



Como se puede observar en la Figura 9, se representa la dureza corregida (ecuación 3), donde, F_{max} es la fuerza máxima aplicada, A es una constante de ajuste y L es el espesor de cada tortita.

$$DC = \frac{F_{max}}{AL} \quad (3)$$

La correlación entre la textura y el coeficiente de transmisión ultrasónico fue elevada, lo que sugirió que se puede utilizar este parámetro ultrasónico para caracterización de propiedades texturales como la dureza o la crocancia

de tortitas de maíz. Los valores del eje Y, correspondientes a la pendiente del módulo del coeficiente de transmisión ultrasónico (CT_{us})/MHz, se correspondieron con tortitas duras y secas cuando los valores se encontraron en intervalos mayores a -65 dB/MHz (color rojo), tortitas crujientes, es decir, con la textura óptima, cuando se encontraron en valores de entre -65 dB/MHz y -75 dB/MHz (color verde) y finalmente a tortitas duras y correosas cuando el coeficiente de transmisión adoptó valores menores a -75 dB/MHz (color violeta) para lotes de tortitas analizados para el desarrollo del método de análisis (puntos negros) y el sistema de validación final del método propuesto.

5. Conclusiones

En el presente artículo basado en un trabajo de fin de Máster, se fabricaron transductores ultrasónicos acoplados al aire para medida de textura en tortitas de maíz extruidas en laboratorio y en entorno industrial en línea de producción y en tiempo real. Se ha podido demostrar la posibilidad de transmitir señales ultrasónicas en dichas tortitas de maíz empleando

dicha tecnología, principalmente mediante transductores de frecuencias centrales de 300 y 500 kHz, respectivamente y que abarcan un rango de frecuencias de 0.15-0.6 MHz en total. Además, se han podido extraer algunos parámetros ultrasónicos del material (velocidad, coeficiente de atenuación, variación con la frecuencia o impedancia) a partir de la adquisición de medidas de señal transmitida. En particular, se observó que es necesario promediar un número de medidas mayor de 10, seleccionando la atenuación y su variación con la frecuencia como parámetros análisis. Por último, se determinó la correlación entre los parámetros ultrasónicos medidos y la textura de las tortitas, obtenida mediante análisis instrumental quedando demostrado que es posible estimar la textura en tortitas de maíz extruido mediante ultrasonidos acoplados al aire. La gran ventaja de esta técnica es su capacidad para ser implementada en línea de producción para operar en tiempo real.



BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Mulet, J. Benedito, and N. Sanjuán, "Low intensity ultrasonics in food technology," *Food Sci. Technol. International*, vol. 5, pp. 285–297, 1999.
- [2] T. J. Mason, E. Riera, A. Vercet, and P. Lopez-buesa, *Ultrasound*. Elsevier Ltd, 2005.
- [3] P. G. Newman and G. S. Rozycki, "The history of ultrasound," *Surg. Clin. North Am.*, vol. 78, no. 2, pp. 179–195, 1998, doi: 10.1016/S0039-6109(05)70308-X.
- [4] M. Buonsanti et al., "Evaluation of Defects in Multilayer Carbon Fibre Epoxy for Aeronautics Applications," *Adv. Acoust. Vib.*, vol. 2009, no. January, pp. 1–8, 2009, doi: 10.1155/2009/647658.
- [5] T. Watson, "Ultrasound in contemporary physiotherapy practice," *Ultrasonics*, vol. 48, no. 4, pp. 321–329, 2008, doi: 10.1016/j.ultras.2008.02.004.
- [6] D. A. Lichtenstein et al., "Ultrasound diagnosis of occult pneumothorax," *Crit. Care Med.*, vol. 33, no. 6, pp. 1231–1238, 2005, doi: 10.1097/01.CCM.0000164542.86954.B4.
- [7] T. M. Mak, Y. P. Huang, L. K. Wang, and Y. P. Zheng, "Ultrasound biomicroscopy measurement of skin thickness change induced by cosmetic treatment with ultrasound stimulation," *Ultrasonics*, vol. 54, no. 5, pp. 1395–1400, 2014, doi: 10.1016/j.ultras.2014.02.015.
- [8] A. D. Alarcon-Rojo, H. Janacua, J. C. Rodriguez, L. Paniwnyk, and T. J. Mason, "Power ultrasound in meat processing," *Meat Sci.*, vol. 107, pp. 86–93, 2015, doi: 10.1016/j.meatsci.2015.04.015.
- [9] A. Chávez-Martínez, R. A. Reyes-Villagrana, A. L. Rentería-Monterrubio, R. Sánchez-Vega, J. M. Tirado-Gallegos, and N. A. Bolívar-Jacobo, "Low and High-Intensity Ultrasound in Dairy Products: Applications and Effects on Physicochemical and Microbiological Quality," *Foods*, vol. 9, no. 11, p. 1688, 2020, doi: 10.3390/foods9111688.
- [10] M. Soltani Firouz, A. Farahmandi, and S. Hosseinpour, "Recent advances in ultrasound application as a novel technique in analysis, processing and quality control of fruits, juices and dairy products industries: A review," *Ultrason. Sonochem.*, vol. 57, no. May, pp. 73–88, 2019, doi:10.1016/j.ultsonch.2019.05.014.
- [11] D. J. McClements, "Advances in the application of ultrasound in food analysis and processing," vol. 6, no. September, 1995.
- [12] E. Corona, "Caracterización de la calidad de productos cárnicos crudo-curados me," 2013.
- [13] A. Valero Díaz and R. García-Gimeno, Eds., "Ultrasound Application to Improve Meat Quality," in *Descriptive Food Science*, 2018.
- [14] E. Riera, J. A. Gallego-Juárez, and T. J. Mason, "Airborne ultrasound for the precipitation of smokes and powders and the destruction of foams," *Ultrason. Sonochem.*, vol. 13, no. 2, pp. 107–116, 2006, doi: 10.1016/j.ultsonch.2005.04.001.
- [15] N. Bhargava, R. S. Mor, K. Kumar, and V. S. Sharanagat, "Advances in application of ultrasound in food processing: A review," *Ultrason. Sonochem.*, vol. 70, no. June 2020, p. 105293, 2021, doi: 10.1016/j.ultsonch.2020.105293.
- [16] Collazos Escobar, Gentil & Prats-Montalban, José & García-Peréz, José. (2021). Multivariate image analysis for detection of foreign bodies in burger meat.
- [17] M. A. Brennan, E. Derbyshire, B. K. Tiwari, and C. S. Brennan, "Ready-to-eat snack products: The role of extrusion technology in developing consumer acceptable and nutritious snacks," *Int. J. Food Sci. Technol.*, vol. 48, no. 5, pp. 893–902, 2013, doi: 10.1111/ijfs.12055.
- [18] G. Moore, *Snack Food Extrusion*. Springer, Boston, MA, 1994.
- [19] M. S. Alam, J. Kaur, H. Khaira, and K. Gupta, "Extrusion and Extruded Products: Changes in Quality Attributes as Affected by Extrusion Process Parameters: A Review," *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, vol. 56, no. 3, pp. 445–473, 2016, doi: 10.1080/10408398.2013.779568.
- [20] R. S. Lakes, "Cellular solids," *Journal of Biomechanics*, vol. 22, no. 4, p. 2, 1989, doi: 10.1016/0021-9290(89)90056-0.
- [21] T. E. Gómez Álvarez-Arenas and F. Montero De Espinosa, "Materiales y técnicas para el acoplamiento mecánico óptimo de piezocerámicas en aire," *Bol. la Soc. Esp. Ceram. y Vidr.*, vol. 41, no. 1, pp. 16–21, 2002, doi: 10.3989/cyv.2002.v41.i1.690.
- [22] L. J. Bond, C. Chiang, and C. M. Fortunko, "Absorption of ultrasonic waves in air at high frequencies (10–20 MHz)," *J. Acoust. Soc. Am.*, vol. 92, no. 4, pp. 2006–2015, 1992, doi: 10.1121/1.405251.
- [23] T. E. Gómez Álvarez-Arenas, "Air-Coupled Ultrasonic transducers," in *Ultrasound in Food Processing and Preservation*, M. Villamiel, J. V. García-Pérez, A. Montilla, J. A. Carcel, and J. Benedito, Eds. 2017, pp. 713–739.
- [24] A. . Fallis, *Metaheuristics for hard optimization*, vol. 53, no. 9. 2013.
- [25] K. Du, Ke-Lin Du, M. N. S. Swamy auth. *Search and Optimization by Metaheuristics Techniques and Algorithms Inspired by Nature*.



EL ANÁLISIS MÁS EXHAUSTIVO,
SIN DAÑAR SU MATERIAL



FORMACIÓN



AEND

asociación española de ensayos no destructivos

MÁS INFORMACIÓN:

AEND | C/ Bocángel, 28 - 2º Izda. | 28028 Madrid

Tfno.: 91 361 25 85 | Fax: 91 361 47 61

E-mail: informacion@aend.org

AEND | www.aend.org

Innovar es nuestra órbita natural



SONODUR 3



DXR Flex



SERIE X-200



SMART NDT SL

Av. de Manoteras, 12 - Hortaleza

28050 Madrid - España

E info@smartndt.es

T +34 919 612 516

Waygate
Technologies
a Baker Hughes business

Waygate
Technologies
a Baker Hughes business

USM 100

USM GO+

viZaar

VUCAM

smartndt
INNOVATIVE SOLUTION PROVIDER

STILOZAK®

SMART NDT es una empresa joven y dinámica
creada para satisfacer las necesidades
de un mercado en constante evolución.



FORMACIÓN



SERVICIO



CERTIFICACIONES



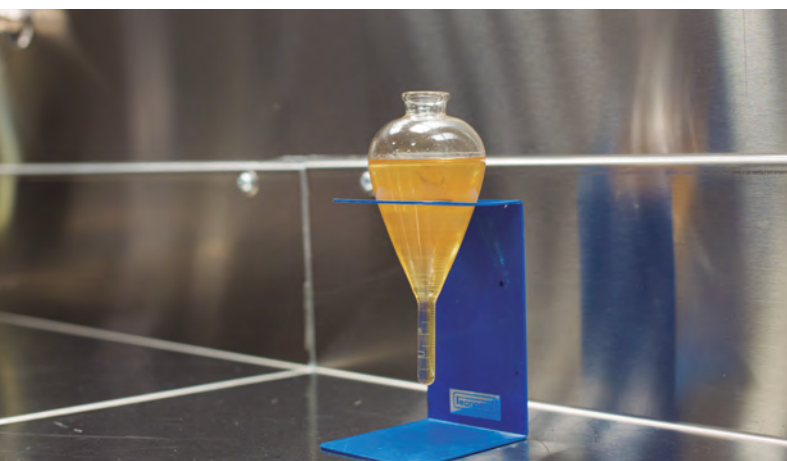
DISTRIBUCIÓN

Escanea el Código QR y descubre nuestras novedades
smartndt.es



LABORATORIOS de la AEND

Ven a visitar nuestras Aulas
y Laboratorios de Formación



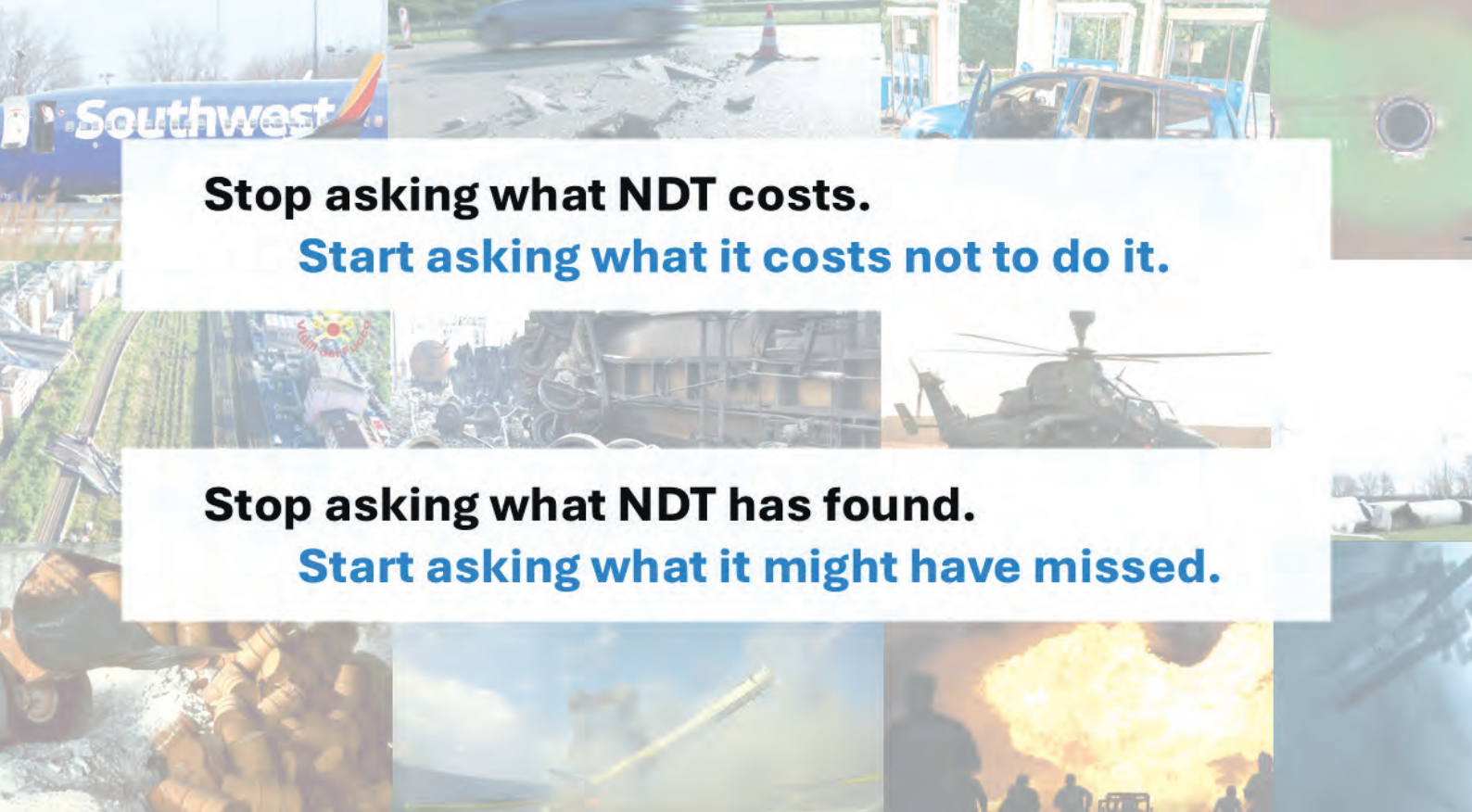
MÁS INFORMACIÓN:

AEND | C/ Bocángel, 28 - 2º Izda. | 28028 Madrid

Tfno.: 91 361 25 85 | Fax: 91 361 47 61

E-mail: informacion@aend.org

AEND | www.aend.org



Stop asking what NDT costs.
Start asking what it costs not to do it.

Stop asking what NDT has found.
Start asking what it might have missed.

NDT RELIABILITY is a process
We help you to reach your NDT goals with it:

Consultant for NDT Reliability

(reliability and efficiency evaluation for NDT, NDT value enabler)

External Moderator and Reviewer for Quality Assurance Concepts

(for general testing concepts, in expert committees)

Lecturer for Courses about NDT and Reliability

(conference tutorials, university courses, internal company-specific training)

External and 3-party Audits

(qualification of NDT for current and future requirements)

Contact information



**APPLIED
VALIDATION**

E: KanzlerD@av-ndt.com
T: +49 1590 4542678
W: <https://www.av-ndt.com>

EL FIN DE LA TECNOLOGÍA DE LOS END*

Autor

Dr. Daniel Kanzler, Validación aplicada de los END, Berlín (Alemania)



Bienvenidos al aparente fin de la tecnología de los END. Cada vez quedan menos trabajadores cualificados; los que aún están activos están siendo sustituidos por la Inteligencia Artificial (IA) y, en última instancia, de todos modos nadie parece dispuesto a pagar por los END. Esa es la sensación que podría tenerse en los tiempos actuales. Pero no saquemos conclusiones precipitadas. Lo que pueden hacer los END está cambiando precisamente ahora. En este artículo hablaremos sobre esa transformación, exploraremos las opciones de futuro para los END y esbozaremos las herramientas necesarias para su evolución.

Punto de partida

1. Falta de personal cualificado

En mi experiencia personal, he conocido a científicos brillantes y visionarios tenaces que dieron forma a lo que hoy conocemos como END. Sin embargo, muchos de ellos se han retirado, se han jubilado o ya no están disponibles. No podemos ignorar la creciente escasez de profesionales cualificados en este ámbito. El trabajo exigente —y en ocasiones peligroso— de realizar ensayos no siempre resulta atractivo para aprendices o ingenieros. Las exigencias de las carreras STEM (aquellas que se relacionan con Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) alimentan el temor hacia estas disciplinas y, la escasa visibilidad mediática, no ayuda. Falta personal.

La inteligencia artificial podría desempeñar un papel clave en diversos ámbitos donde se aplican los END

compleja y, los resultados obtenidos, suelen ser invisibles, ya que al mejorar los procesos de producción también se reducen los defectos visibles.

El valor de los END

Desde 2018, Tesla ha dejado claro que tanto reducir como eliminar las inspecciones finales puede impactar negativamente en la calidad del producto y, por ende, en los beneficios empresariales [1-3].

La alternativa pasa por un concepto de inspección que aporte valor y que, se caracterice por un uso sostenible y económicamente eficiente. La IA podría desempeñar un papel clave en diversos ámbitos donde se aplican los END [4].

No obstante, también entramos en terrenos regulados por la legislación europea sobre IA [5] y, aún más relevante, por la legislación sobre responsabilidad por productos defectuosos [6].

Ambas normativas nos obligan a garantizar un papel esencial del ser humano en la toma de decisiones. El enfoque *Human-in-the-loop* (rama de la IA que se basa en la inteligencia humana y automática para la creación de modelos de aprendizaje automático) se posiciona como el modelo decisional por excelencia. Es decir, la IA libera al operario de las tareas más repetitivas y lo empodera en aquellas en las que puede desempeñarse con confianza y orgullo. Pero para ello, es necesario formarlo adecuadamente.

Aquí surgen también obstáculos psicológicos frecuentes, como el *possibility bias* (sesgo frente a probabilidades pequeñas) o el *automation bias* (sesgo a favor de decisiones

2. Uso de la inteligencia artificial (IA)

Desde hace tiempo se ha promovido la automatización y, más recientemente, se ha incentivado que los ordenadores asuman tareas tediosas, monótonas y repetitivas. Podría pensarse que la IA es la salvación de los END.

3. Costes asociados a los END

Por último, pero no menos importante, los costes son otro factor determinante. Los END son caros: los equipos requieren una inversión considerable, la formación es profunda y

* Este artículo académico fue elaborado con la ayuda de inteligencia artificial (IA), especialmente como apoyo en la redacción, estructuración y formulación lingüística del contenido. No obstante, la responsabilidad del contenido recae íntegramente en el autor. La IA se utilizó únicamente como una herramienta de apoyo y no como una instancia decisiva en cuanto al contenido. Toda la información técnica fue cuidadosamente investigada y verificada por el autor.

automatizadas). Incluso la evaluación no entrenada de pérdidas potenciales puede inducir comportamientos de riesgo —como plantea la teoría de las perspectivas— que deben evitarse en ensayos no destructivos de sistemas altamente críticos [7].

Los errores de juicio en la toma de decisiones pueden minimizarse mediante la adopción de criterios objetivos e índices cuantificables, junto con procesos estandarizados.

Desde este año, Europa cuenta con una norma que describe este proceso de determinación de fiabilidad y proporciona una guía clara para estructurar y evaluar aplicaciones END: la DIN 19293:2025-04

Desde este año, Europa cuenta con una norma que describe este proceso de determinación de fiabilidad y proporciona una guía clara para estructurar y evaluar aplicaciones END: la DIN 19293:2025-04 [11]. Aunque, actualmente, solo se ha publicado como norma alemana, ya existe una versión en inglés y se está tramitando su adopción como norma europea.

Esto cierra una laguna normativa en Europa (véase EN 16991:2018) [12] y establece una base común con las normas estadounidenses,

especialmente en el sector aeroespacial [13].

Los índices objetivos en los END

El uso de índices objetivos tiene una doble ventaja:

1. Cumple con los requisitos para sistemas de IA altamente críticos
2. Facilita auditorías gracias al nivel de explicabilidad del proceso

Esto permite aplicar la IA en conformidad con la legislación de responsabilidad por productos, basándose en una evaluación objetiva y legalmente segura. Además, la transparencia del proceso fortalece la confianza en la inspección, lo cual también puede integrarse con otros sistemas de gestión de calidad.

El objetivo en los END

El objetivo fundamental de una aplicación END es lograr un alto grado de fiabilidad. Esta se define como “el grado en que un sistema END es capaz de cumplir su propósito en términos de detección, caracterización y minimización de falsos positivos” [8].

La herramienta más utilizada para ello es la **POD (probabilidad de detección)**, ampliamente implementada en la industria aeronáutica [9], así como en el sector del petróleo y gas [10].

Es importante no reducir la POD a un simple ratio: se trata de un método versátil para optimizar el uso de los END y generar valor añadido a partir de sus resultados.

Elementos clave de esta norma

Proceso de evaluación de fiabilidad

Aunque existen múltiples normas y guías que abordan la fiabilidad en distintos sectores industriales, la norma alemana DIN 19293:2025-04 es la primera en establecer un proceso general que integra diversos métodos y requisitos específicos para distintas aplicaciones END.

Además, incorpora avances recientes en materia de fiabilidad, que aún no están reflejados en muchas normas internacionales.

Este proceso de evaluación, representado en la Figura 1, se divide en cuatro pasos fundamentales:

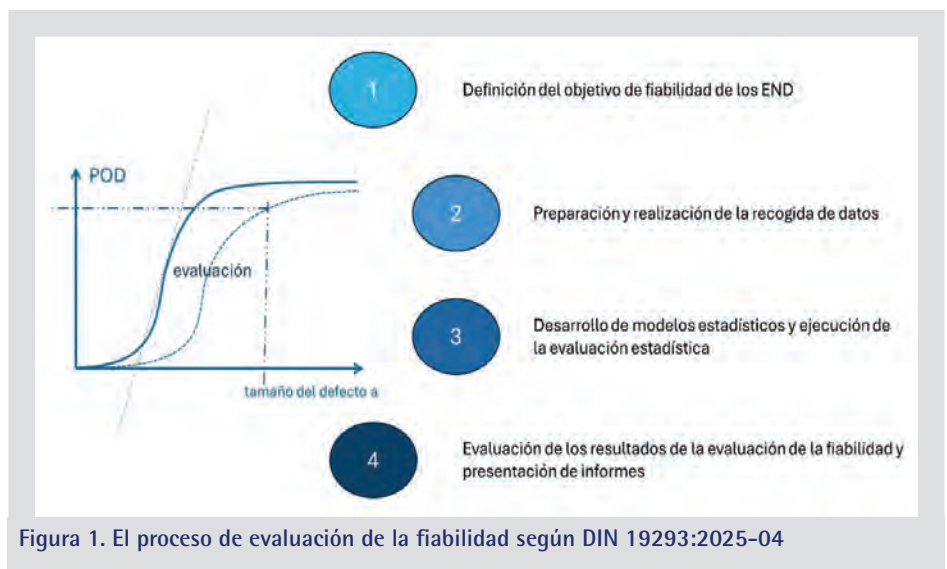


Figura 1. El proceso de evaluación de la fiabilidad según DIN 19293:2025-04

1. Definición del objetivo de fiabilidad de los END

El primer paso consiste en definir de forma clara y precisa el objetivo de fiabilidad de la aplicación END. Esto no solo establece el punto de referencia para todo el proceso, sino que también permite valorar la madurez actual de la aplicación de ensayo.

En este contexto, el uso de indicadores clave de rendimiento KPI (métricas específicas que permiten medir, cuantificar y evaluar el desempeño de una organización en relación con sus objetivos estratégicos) resulta especialmente beneficioso, ya que proporcionan una medida cuantificable y comprensible del rendimiento del sistema. La correcta formulación de estos objetivos permite adaptar el enfoque de evaluación a las necesidades específicas del usuario o del sector, garantizando así la relevancia de los resultados obtenidos.

El uso de indicadores clave de rendimiento (KPI) resulta especialmente beneficioso, ya que proporcionan una medida cuantificable y comprensible del rendimiento del sistema

2. Preparación y ejecución de la recogida de datos

La segunda fase implica la planificación estructurada y la ejecución cuidadosa de la recogida de datos. Este paso es fundamental, ya que de la calidad y representatividad de los datos dependerá la validez de la evaluación final.

Durante esta etapa, se identifican y documentan posibles **variables influyentes** —es decir, factores que pueden afectar significativamente a los resultados del ensayo—. Estas variables se tratarán con mayor detalle más adelante, en el contexto del modelo modular, pero ya deben considerarse en esta fase para garantizar que el análisis posterior tenga una base sólida.

3. Desarrollo del modelo estadístico e implementación de la evaluación

Esta es, con frecuencia, la etapa más compleja y, a menudo, la más criticada en evaluaciones anteriores: el desarrollo del modelo estadístico.

Tradicionalmente, esta fase ha sido una barrera de entrada para muchos usuarios debido a la necesidad de conocimientos estadísticos avanzados y a la falta de guías claras. La norma DIN 19293:2025-04 ofrece aquí un gran avance, proporcionando **recomendaciones prácticas** y ejemplos aplicables que facilitan la implementación del modelo y mejoran su transparencia.

Esto ayuda no solo a asegurar la solidez estadística del análisis, sino también a fomentar la aceptación de los resultados por parte de los distintos actores involucrados (auditores, reguladores, ingenieros).

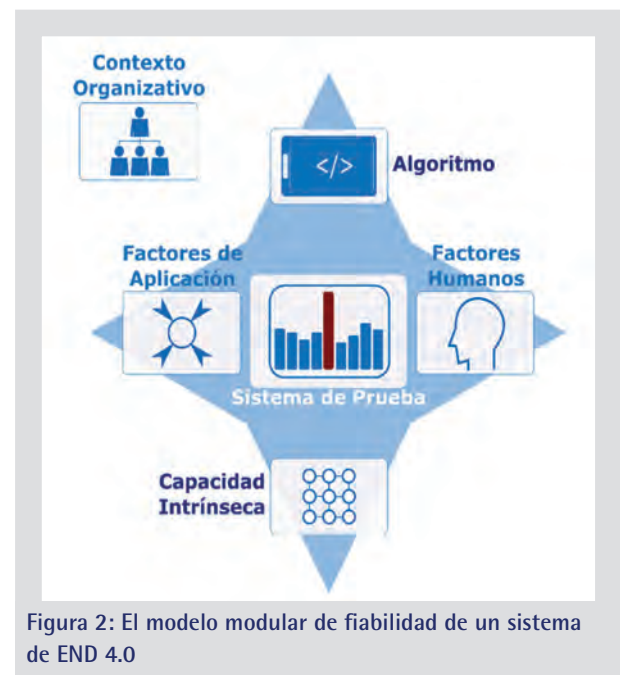
4. Evaluación de los resultados

El último paso cierra el ciclo iniciado en el punto 1: se evalúan los resultados obtenidos en función del objetivo de fiabilidad previamente definido.

Este paso permite una comunicación profesional y comprensible de los resultados del análisis, tanto internamente (por ejemplo, dentro del equipo de calidad o ingeniería) como externamente (hacia clientes o autoridades reguladoras).

La estructura proporcionada por la norma permite presentar los resultados con un alto grado de **trazabilidad, objetividad y relevancia técnica**, lo que contribuye significativamente a la toma de decisiones informadas.

El modelo modular de fiabilidad



El modelo modular de fiabilidad de los END tiene su origen en los cursos euroamericanos sobre fiabilidad de los END, como el más reciente: el 8th *International Workshop on Reliability of NDT/NDE* (SPIE Proceedings, Vol. 12491).

Este modelo proporciona una estructura conceptual completa para evaluar y comprender los distintos factores que influyen en la fiabilidad de los Ensayos No Destructivos. Se compone de cinco módulos clave:

- **Capacidad intrínseca:** representa el comportamiento físico del método de ensayo, es decir, lo que es técnicamente posible lograr en condiciones ideales
- **Factores de aplicación:** se refiere a las influencias externas, como las condiciones medioambientales o las características del entorno en pruebas de campo reales, que pueden afectar el rendimiento del ensayo
- **Factores humanos:** engloba los aspectos relacionados con el operario, como la formación, la experiencia, el estrés o la carga cognitiva, que pueden conducir a variaciones significativas en los resultados
- **Contexto organizativo:** considera el entorno organizacional en el que se lleva a cabo el ensayo, incluyendo estructuras jerárquicas, cultura de seguridad, coordinación entre departamentos e interacción entre distintos grupos de interés
- **Algorítmica:** abarca los efectos de la modelización, el uso de datos de entrenamiento, la calidad del *software* y la interacción entre diversos modelos algorítmicos, especialmente relevantes cuando se emplea inteligencia artificial

Este enfoque modular permite no solo analizar de forma integral los procedimientos de ensayo, sino también identificar oportunidades de mejora y aumentar el valor añadido de los END.

Además, puede ampliarse de manera flexible para incorporar indicadores adicionales de evaluación, como los utilizados en [4], siempre que esto aporte ventajas concretas.

Conclusiones

La implementación de una evaluación estructurada transforma el papel tradicional de los END. La medición objetiva de sus límites no solo mejora la fiabilidad del proceso, sino que también permite:

- Desarrollar conceptos de mantenimiento predictivo
- Integrarse con procedimientos de vigilancia
- Optimizar flujos de producción y toma de decisiones en tiempo real

Así, los END evolucionan: dejan de ser una herramienta puramente reactiva para convertirse en un generador de información valiosa, clave en entornos IoT (Internet de las cosas) y en todos los sectores que dependen de datos precisos para garantizar la calidad y la seguridad. Sin embargo, esta evolución conlleva un reto: **la transformación debe ser intencionada** y requiere valentía, inversión y esfuerzo para adoptar las métricas y metodologías presentadas. Entre los pasos necesarios, destacan:

- La creación de **nuevos programas de formación** para preparar a los expertos en END del futuro
- Una **nueva comprensión y valoración de los END** por parte de todos los actores: desde los propietarios de activos hasta los auditores de nivel 1
- Mayor **visibilidad y cooperación intersectorial**, esenciales para abordar con éxito las tareas más complejas

Ha llegado el momento de dejar atrás el enfoque convencional de los END. El cambio es inminente, y en medio de esta transformación, el papel de los END será más relevante que nunca. No obstante, su verdadero valor solo podrá alcanzarse si se les reconoce como una fuente crítica de conocimiento.

Y esta es la visión que impulsa a todos los que se sienten en casa en el mundo de los END.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] CNBC "Tesla stopped a 'brake and roll' test as it pushed to hit Model 3 goals" June 2018 <https://www.cnbc.com/2018/07/03/tesla-skipped-a-brake-and-roll-test-in-rush-to-hit-model-3-targets.html>
- [2] Roland Lindner "Tesla macht wieder Verluste" FAZ Julio 2019 <https://www.faz.net/aktuell/finanzen/finanzmarkt/aktienkurs-bricht-ein-tesla-macht-wieder-verlust-16301468.html>
- [3] Greg Potts "Uh oh, Tesla has recalled every single Cybertruck" topgear Apr 2024 <https://www.topgear.com/car-news/usa/uh-oh-tesla-has-recalled-every-single-cybertruck>
- [4] Rafael Pastor Vargas "Fundamentos de la Inteligencia Artificial y su Aplicación en el Dominio de los Ensayos no Destructivos" AEND revista no 107 - 2 trimestre 2024
- [5] Diario Oficial de la Unión Europea 2024/1689 "REGLAMENTO (UE) 2024/1689 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 13 de junio de 2024 por el que se establecen normas armonizadas en materia de inteligencia artificial y por el que se modifican los Reglamentos (CE) n.º 300/2008, (UE) n.º 167/2013, (UE) n.º 168/2013, (UE) 2018/858, (UE) 2018/1139 y (UE) 2019/2144 y las Directivas 2014/90/UE, (UE) 2016/797 y (UE) 2020/1828 (Reglamento de Inteligencia Artificial)" (12.7.2024)
- [6] Diario Oficial de la Unión Europea 024/2853 "DIRECTIVA (UE) 2024/2853 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 23 de octubre de 2024 sobre responsabilidad por los daños causados por productos defectuosos y por la que se deroga la Directiva 85/374/CEE del Consejo" https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202402853 (18.11.2024)
- [7] Daniel Kanzler, Marija Bertovic „Expertise oder KI – Was hilft uns in der ZfP?“ DGZfP Jahrestagung 2025. EN: „Expertise or AI - what helps us in NDT?“ (se publicará en alemán y en inglés)
- [8] ASNT Topical Conference Paper Summaries Book of the American-European Workshop on Nondestructive Inspection Reliability, September 21-24, 1999, NIST, Boulder, CO, USA, ISBN: 1 57117 041 3
- [9] David Perez Jara „Transformando la Inspección Aeronáutica en Servicio: Avances en Robótica Y Digitalización en End en el Ejército del Aire y del Espacio“ AEND revista no 109 - 4 trimestre 2024
- [10] Juan Alberto Torres, Jose Antonio Andrade "Ensayos no Destructivos Mediante Ultrasonidos Avanzados. Adecuación a los Procesos de Mantenimiento e Inspección en Servicio de Componentes en Plantas Petroquímicas" AEND revista no 109 - 4 trimestre 2024
- [11] DIN EN 19293:2025-04: "Non-destructive testing - Evaluation of testing data - Guideline to estimate the reliability of applications" Texto in Inglés <https://www.dinmedia.de/de/norm-entwurf/din-19293/389056276>
- [12] EN 16991:2018 "Risk-based inspection framework" 2018
- [13] U.S., Department of Defense. "MIL-HDBK-1823A". Nondestructive Evaluation System Reliability Assessment, Department of Defense Handbook, August 2010



TARIFAS de PUBLICIDAD

revista



2024*

Datos

Empresa / Persona de contacto:

Actividad:

Dirección:

Población:

Tfno.:

Fax:

E-mail:

C.I.F.:

C.P.:

Provincia:

Tarifas de anuncios y de noticias técnicas

Miembros AEND

Contraportada	709 €
Interior portada	625 €
Interior contraportada	550 €
Página interior	450 €

Anunciantes

Noticias técnicas de 1/2 pág.	150 €
Noticias técnicas de 1/4 pág.	100 €

** IVA 21% no incluido.

No Miembros AEND

Contraportada	780 €
Interior portada	680 €
Interior contraportada	600 €
Página interior	500 €

No Anunciantes

Noticias técnicas de 1/2 pág.	300 €
Noticias técnicas de 1/4 pág.	200 €

⁽¹⁾ Deseo la inserción de mi anuncio para el n° _____ que se publicará en el mes de _____ de 2025 para lo que les hago entrega del anuncio en formato digital, con prueba de color, indicando el espacio que deseo reservar:

Medidas página color: A4 (210 x 297 mm).

Las páginas con fondos o fotos a margen de la misma deben llevar sangre de 5 mm por todos los lados, cruces de recorte y en formato de color cmyk.

Ruego que la factura por n° aparecido (adjuntando prueba de inserción), y en la fecha que le corresponda sea con cargo a ⁽²⁾:

(Con la factura le adjuntaremos el n° correspondiente, donde aparezca su anuncio.)

Nota: El anuncio (marcar según proceda):

- ☐ Lo enviamos por mensajero a portes debidos, a:
AEND. Revista "AEND" (C/ Bocángel, 28 - 2º izda. 28028 Madrid)
- ☐ Rogamos lo recojan en: _____
- ☐ Lo enviamos por correo electrónico en alta resolución a: informacion@aend.org

⁽¹⁾ Si se contrata los cuatro números del año, la inserción del correspondiente al 4º trimestre será sin cargo, a condición de que, previamente, se hayan abonado las facturas correspondientes a las 3 anteriores.

⁽²⁾ La publicación de un anuncio implica el abono del correspondiente al n° anterior.

(*) Las tarifas correspondientes a 2025 están pendientes de aprobación por la Asamblea General.

Le informamos que sus Datos Personales recabados serán tratados por la ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (AEND), como Responsable del Tratamiento, para la gestión administrativa de los socios, así como para enviarle información sobre productos y servicios de AEND, siempre con su consentimiento previo. La base legal para el tratamiento de sus datos es la prestación de los servicios de la AEND a sus socios y el desarrollo de una relación de carácter asociativo. Los datos proporcionados se conservarán mientras se mantenga la relación con el socio y, posteriormente, durante el tiempo necesario para cumplir con las obligaciones legales. Los datos no se cederán a terceros, salvo en los casos que exista un imperativo legal. Usted podrá ejercer sus derechos de acceso, rectificación, supresión, limitación al tratamiento y oposición dirigiéndose a AEND, Calle Bocángel, 28, 2º Izquierda, 28028 Madrid, o por email a datos@aend.org, adjuntando copia de su DNI o documento identificativo equivalente. Mas información en: <https://www.aend.org/Política-privacidad>

Autorizo el envío de información comercial sobre productos o servicios de AEND. ☐



AEND

C/ Bocángel, 28-2º izda.
28028 Madrid

Tfno.: 913 612 585

Fax: 913 614 761

E-mail: informacion@aend.org

www.aend.org

ADVERTISING PRICE LIST

magazine



20 24*

Invoice Data

Company / Full Name:

Activity:

Address:

City:

Phone No.:

Fax No.:

E-mail:

VAT No.:

Postal Code:

Province / State:

Advertising and technical news publishing price list

AEND Members

Back Cover	709 €
Inner Cover	625 €
Inner Back Cover	550 €
Page	450 €

Advertisers

Technical News 1/2 page	150 €
Technical News 1/4 page	100 €

*21% VAT not included.

No Miembros AEND

Back Cover	780 €
Inner Cover	680 €
Inner Back Cover	600 €
Page	500 €

No Anunciantes

Technical News 1/2 page	300 €
Technical News 1/4 page	200 €

(1) I wish my add to be included on issue no. _____ which will be published in the month of _____, 2025. To this effect, I am forwarding you a copy in digital form, already colour proved. I wish to book the following space:

Colour page size: A4 (210 x 297 mm).

Pages with backgrounds and borderless printing pictures must have a 5 mm-bleed layout on all sides, carry crop marks and be set in cmyk colour format.

Please issue the invoice for adds published on each issue no. (enclose en insertion proof copy) on the corresponding date to (2): _____

(Together with the invoice, you will receive a copy of the issue where your ad was published).

Note: The add in JPEG high resolution file (mark as suitable):

☐ Will be couriered COD to:

AEND. Revista "END" (C/ Bocángel, 28 - 2º izda. 28028 Madrid - SPAIN)

☐ Will be e.mailed to: informacion@aend.org

(1) If the advertising for the 4 issues in the year is hired, the ad corresponding to the 4th term will be free of charge, provided the payment of the 3 preceding invoices has been received.

(2) Publishing an advert implies payment of the invoices corresponding to previous ads.

(*) 2025 price list pending for approval in the next General Assembly.

We inform you that the personal data collect will be treated by ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (AEND), as the Data Controller, for administrative management of its members, as well as, to send you information about AEND products and services, having received your prior consent. The legal base for control of your data is providing AEND services to its members and developing and keeping an associative relation. The data provided will be kept while there exists a relation with the member and, after that for the time span required to comply with any legal obligations. The data will not be forwarded to third parties except for those cases in which there is a legal obligation. You have the right to access your data, modify them and request their deletion contacting AEND, Calle Bocángel, 28, 2º Izquierda, 28028 Madrid, by email datos@aend.org, enclosing a copy of your ID. For further information, go to: <https://www.aend.org/Política-privacidad>

I authorise AEND to send me commercial information about its products and services. ☐



AEND

C/ Bocángel, 28-2º izda.
28028 Madrid (SPAIN)

Phone No.: +34 913 612 585

Fax No.: +34 913 614 761

E.mailed: informacion@aend.org

www.aend.org

Hoja de Inscripción como miembro 2024*



Datos

Entidad / Nombre de la Persona:

Actividad:

C.I.F. / N.I.F.:

Dirección:

Población:

C.P.:

Provincia:

Tfno.:

E-mail:

Deseo inscribirme como Miembro (Colectivo de Número o Asociado)

en la AEND.

Dirigir la correspondencia e información a:

Población:

C.P.:

Provincia:

Cuotas Asociados

Miembro Colectivo de más de 500 empleados

348 €/anual

Miembro Colectivo de hasta 500 empleados

243 €/anual

Miembro de Número

40 €/anual

Miembro Asociado (estudiantes y jubilados)

8 €/anual

Domiciliación Bancaria

Banco / Caja:

Agencia N°:

Calle / Plaza:

N°:

Población:

C.P.:

Cuenta Corriente / N° IBAN:

/

/

/

Titular de la Cuenta:

Muy Sres. míos / nuestros:

Sírvase tomar nota que al recibo de la presente y hasta nuevo aviso, deberán cargar en mi Cuenta / Libreta indicada, los recibos que le sean presentados para su cobro por ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.

Atentamente,

(*) Las cuotas correspondientes a 2025 están pendientes de aprobación por la Asamblea General.

Le informamos que sus Datos Personales recabados serán tratados por la ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (AEND), como Responsable del Tratamiento, para la gestión administrativa de los socios, así como para enviarle información sobre productos y servicios de AEND, siempre con su consentimiento previo. La base legal para el tratamiento de sus datos es la prestación de los servicios de la AEND a sus socios y el desarrollo de una relación de carácter asociativo. Los datos proporcionados se conservarán mientras se mantenga la relación con el socio y, posteriormente, durante el tiempo necesario para cumplir con las obligaciones legales. Los datos no se cederán a terceros, salvo en los casos que exista un imperativo legal. Usted podrá ejercer sus derechos de acceso, rectificación, supresión, limitación al tratamiento y oposición dirigiéndose a AEND, Calle Bocángel, 28, 2º Izquierda, 28028 Madrid, o por email a datos@aend.org, adjuntando copia de su DNI o documento identificativo equivalente. Mas información en: <https://www.aend.org/Política-privacidad>

Autorizo el envío de información comercial sobre productos o servicios de AEND. ☐

AEND

C/ Bocángel, 28-2º izda.

28028 Madrid

Tfno.: 913 612 585

Fax: 913 614 761

E-mail: informacion@aend.org

www.aend.org

Membership 2024*

Registration Form



Invoice Data

Company / Full name: _____

Activity: _____

VAT No.: _____

Address: _____

City: _____

Postal Code: _____

Province / State / Country: _____

Phone No.: _____

Fax No.: _____

E-mail: _____

I wish to register as a (Collective, Full Individual, Associate) _____

Member at the AEND. _____

Please, send all the correspondence and information to: _____

City: _____

Postal Code: _____

Province / State / Country: _____

Membership Fees

Collective Member of over 500 employees

348 €/yearly

Collective Member of up to 500 employees

243 €/yearly

Full Individual Member

40 €/yearly

Associate Member (students and retired professionals)

8 €/yearly

Bank Debit Order

Bank: _____

Office No.: _____

Address: _____

City: _____

Postal Code: _____

Province / State / Country: _____

SWIFT / IBAN: _____

Account holder: _____

Dear Sirs:

Please take note that on reception of this document and until further notice, invoices issued by the Spanish Society for Non-destructive Testing should be charged to this account.

Yours faithfully,

(*) 2025 dues pending for approval in the next General Assembly.

AEND

C/ Bocángel, 28-2º izda.

28028 Madrid (SPAIN)

Phone No.: +34 913 612 585

Fax No.: +34 913 614 761

E.mailed: informacion@aend.org

www.aend.org

We inform you that the personal data collect will be treated by ASOCIACION ESPAÑOLA DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (AEND), as the Data Controller, for administrative management of its members, as well as, to send you information about AEND products and services, having received your prior consent. The legal base for control of your data is providing AEND services to its members and developing and keeping an associative relation. The data provided will be kept while there exists a relation with the member and, after that for the time span required to comply with any legal obligations. The data will not be forwarded to third parties except for those cases in which there is a legal obligation. You have the right to access your data, modify them and request their deletion contacting AEND, Calle Bocángel, 28, 2º Izquierda, 28028 Madrid, by email datos@aend.org, enclosing a copy of your ID. For further information, go to: <https://www.aend.org/Politica-privacidad>

I authorise AEND to send me commercial information about its products and services. ☐



El valor de la **CERTIFICACIÓN**



ENAC
Entidad Nacional de Acreditación

Otorga la presente
ACREDITACION
a la entidad técnica

Asociación Española de Ensayos No Destructivos
Órgano de Certificación (CERTIAEND)
Según criterios recogidos en la norma EN 45013: 1989 (UNE 66513:1991),
para CERTIFICACIÓN de:

Personas

conforme a los documentos definidos en el Anexo Técnico adjunto.
Acreditación n.º: **01/C-PE001**
Fecha de entrada en vigor: **23/12/97**

La acreditación mantiene su vigencia hasta notificación en contra.
En Madrid, a 14 de abril de 2000

El Presidente

[Signature]
D. Antonio Muñoz Muñoz

Este documento es una copia correspondiente, cuyo número coincide con el del original registrado por ENAC en caso necesario.
El documento original y su validez al de fecha 23/12/97

EF European Federation for
Non-Destructive
NDT

Multilateral Agreement on Recognition of Certification
Certificate of Registration
Asociación Española de Ensayos no Destructivos
Órgano de Certificación (CERTIAEND)

has satisfied all of the qualification criteria of the EFNDT Multilateral Agreement for Recognition of NDT Personnel Certification Schemes, and has been accepted for recognition and registration within the terms of the Multilateral Recognition Agreement (MRA).

The Certification Body may therefore announce that holders of its certificates gained under these arrangements are certified by a scheme which is recognised by the European Federation for NDT as meeting the requirements of the European Standards and Technical Documents referenced in the schedule of accredited scope issued by the accreditor.

A copy of the MRA, including a list of the signatories and a schedule of those certification bodies registered as satisfying the criteria for recognition, is available from all organisations which are signatory to the Agreement.

Signed for the EFNDT

[Signature]

Secretary, EFNDT WGC

Initial registration date: June 1997
Issue date: 13th May 2003
Valid until: 22 December 2005

MÁS INFORMACIÓN:

AEND | C/ Bocángel, 28 - 2º Izda. | 28028 Madrid

Tfno.: 91 361 25 85 | Fax: 91 361 47 61

E-mail: informacion@aend.org

AEND | www.aend.org

SISTEMAS DE DESARROLLO PROPIO

AIVA

ULTRASOUND
NDT

Artificial Intelligence for Volume Analysis

Más información: <https://aivandt.com>

NUEVO MÉTODO PATENTADO DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDOS UTILIZANDO LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) DESARROLLO PROPIO, AIVA NDT PERMITE:

- 1- **VELOCIDAD Y EFICIENCIA REVOLUCIONARIA:** ACORTA LAS EVALUACIONES DE HORAS A SEGUNDOS, CON UNA MEJORA DE HASTA EL 95% FRENTE AL ANALISIS TRADICIONAL
- 2- **ANÁLISIS DE TODO EL VOLUMEN:** USA REDES NEURONALES PARA ANALIZAR TODO EL VOLUMEN ACÚSTICO DEL MATERIAL SIMULTÁNEAMENTE, CON ENTRENAMIENTO LOCAL
- 3- **SENSIBILIDAD Y ALCANCE:** SIN DESPLAZAR EL TRANSDUCTOR, DETECTA ALTERACIONES MÍNIMAS MAL ORIENTADAS O INACCESIBLES

SERIE CYCLOPS

SISTEMAS ROBÓTICOS DE UT CON 1 O 2 ROBOTS, Y DISTINTAS TÉCNICAS DE INSPECCIÓN CON INTERCAMBIO RÁPIDO.



CETA XS

CRAWLER UT PARA INSPECCIÓN DE CORROSIÓN EN TANQUES DE REFINERÍA



SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Ultrasonidos

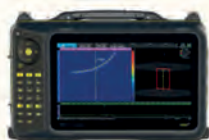
Convencional
WAVE

Superposición en tiempo real del AScan sobre la geometría de la pieza



Phased Array
VEO 3 + TFM-i

Superposición de distintos modos de propagación, con la técnica **TFM-i** intermodal



Medidores de espesores
SERIE ZX



Corrientes inducidas

ACFMT

Equipo con tecnología **ACFMT** para soldadura



WELDCHECK 3
Equipo para la inspección de soldadura



Radiografía Digital

Flat
Panels



Paneles
flexibles



Digitalizadora
Radiográfica



Realizamos calibraciones y mantenimiento de equipos

Normas: AITM-0013
AITM-0016
ISO EN 22232

Partículas Magnéticas y Líquidos Penetrantes

Bancadas magnéticas
SERIE EBU



Linternas de luz UV
LUMATOCH 2

Yugos electromagnéticos



Consumibles

PFINDER
280 - 251
150 - 115
890 - 871
902 - 860



SÍGUENOS EN



Tel: 91 796 14 18
Consultas: comercial@tecnitest.com

Control de Calidad Industrial

Radiografía digital

Tomografía por Rayos-X

Control de semillas

Corrientes inducidas

Dureza

Líquidos penetrantes

Partículas magnéticas

Soluciones Globales
Ensayos no destructivos

c•met
yxlon

c•met
x-ray

FOERSTER

GILARDONI

KUBTEC
SCIENTIFIC

MAGNAFLUX

NOVO
Digital Radiography

900 810 061
izasa@izasascientific.com

in | [izasascientific.com](https://www.izasascientific.com)

Izasa
Scientific
by Palex