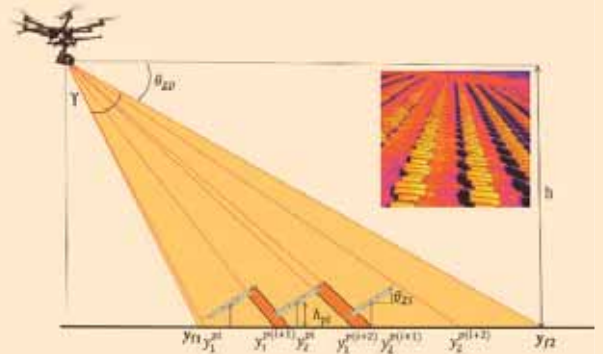
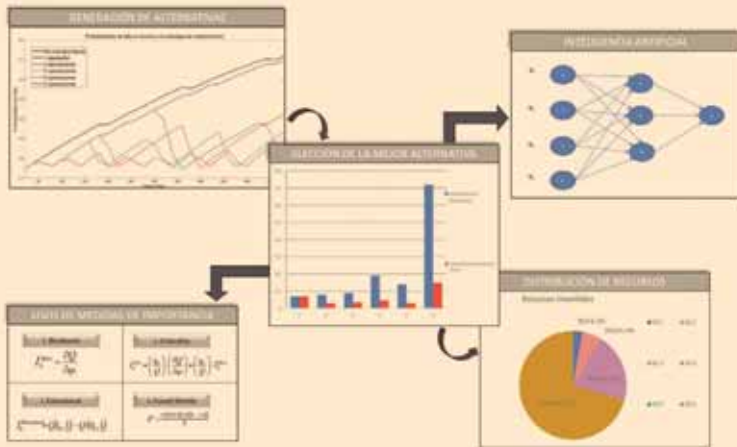
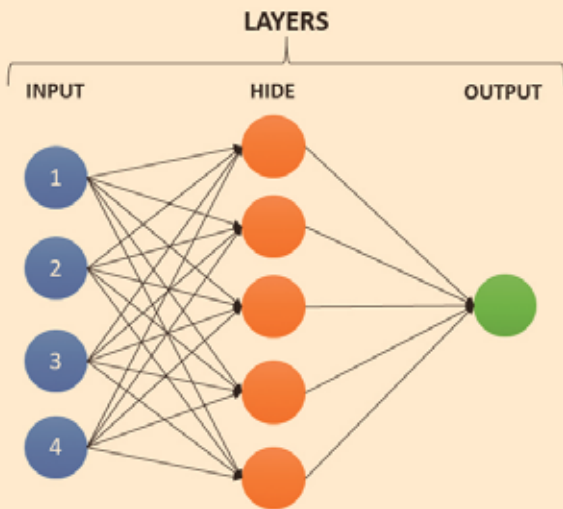




AEND

asociación española de ensayos no destructivos

revista nº 85 - 4º trimestre - 2018 - 6 €



¿VERDADERO
O FALSO?



ARTÍCULOS TÉCNICOS



SCARAB: herramienta inteligente de optimización de la operación y el mantenimiento de plantas fotovoltaicas, basada en nuevos sistemas de monitorización embarcados en UAVs



Análisis automático y clasificación de indicaciones de soldadura en adquisiciones TFM

Carestream

RADIOGRAFÍA CONVENCIONAL Y DIGITAL



LÍQUIDOS PENETRANTES Y PARTÍCULAS MAGNÉTICAS



Consumibles
y accesorios



EQUIPOS DE ULTRASONIDOS

Medidores de espesor
Phased Array
Palpadores
TOFD



EQUIPOS DE RAYOS X



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



INSPECCIÓN VISUAL REMOTA

Videoscopios
Fibroskopios flexibles
Boroskopios rígidos
Periféricos



COMERCIAL QUÍMICA MASSÓ, S.A.

Viladomat, 321, 5º - 08029 Barcelona - Tel. 93 495 25 00 - Fax 93 495 25 02 - E-mail: end@cqmasso.com



Comisión de Dirección:

Presidente:

Fermín Gómez Fraile

Vicepresidentes:

Rafael Martínez-Oña

Emilio Romero Ros

Jesús Sanz Yrazu

Jesús Serrano Sánchez

Antonio Soto Agüera

Secretario General:

Emilio González Álvarez

Director de la Revista:

Jesús Serrano Sánchez

Consejo de Redacción:

Gabriel Delojo Morcillo

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

Fax: 913 614 761

informacion@aend.org

www.aend.org

Maquetación y Producción:

QENTA NOVA, S.L.



**SCARAB: optimización de operación
y mantenimiento de plantas
fotovoltaicas**

Sumario



CARTA A LOS LECTORES 2



NOTICIAS 6



OBITUARIO 14



ENTREVISTA 16

Mireia Mestre Campa, *Cap de l'Àrea de Restauració y Conservació Preventiva del MNAC (Museu Nacional d'Art de Catalunya)*



ARTE Y PATRIMONIO 24

¿Verdadero o falso?



ARTÍCULOS TÉCNICOS 32

SCARAB: herramienta inteligente de optimización de la operación y el mantenimiento de plantas fotovoltaicas, basada en nuevos sistemas de monitorización embarcados en UAVs



ARTÍCULOS TÉCNICOS 44

Análisis automático y clasificación de indicaciones de soldadura en adquisiciones TFM



Estimados lectores,

No cabe duda de la vocación internacional de la Asociación Española de Ensayos No Destructivos (AEND), pues como narran las crónicas, el germen de su nacimiento se gesta en Hanover, allá por 1970.

Desde su fundación, hasta hoy, la AEND ha estado implicada en actividades internacionales y ha participado en la creación de la Federación Europea de Ensayos No Destructivos (EFNDT) y del Comité Internacional de Ensayos No Destructivos (ICNDT). Ha firmado los acuerdos de reconocimiento mutuo de las certificaciones, establecidos por cada una de estas dos organizaciones.

Participa, desde su creación, en el Comité de Dirección de la EFNDT y, en estos momentos, Fermín Gómez Fraile, Presidente de la AEND, ha sido elegido Vicepresidente de la EFNDT en su reunión celebrada este año en Gotemburgo.

Está presente en el Comité Europeo de Certificación, que vela por la armonización de la certificación y supervisa el acuerdo de reconocimiento mutuo de la EFNDT.

Forma parte del Grupo de Trabajo 1 del ICNDT, encargado de la armonización mundial de la certificación de personas que realizan Ensayos No Destructivos.

La AEND está presente en las conferencias mundiales y europeas mediante la presentación de ponencias y participación con un *stand* en las exposiciones comerciales.

Asimismo participa, activamente, en la normalización y es miembro de pleno derecho del Comité Técnico de Normalización ISO 135 y del Comité Europeo de Normalización CEN TC 138, donde, además, preside el grupo de trabajo encargado de la elaboración de normas en el método de partículas magnéticas.

Toda esta andadura ha conseguido que la AEND haya participado en diversos proyectos europeos, con gran protagonismo en algunos de ellos.

Actualmente, nuestra Asociación también está extendiendo su actividad a otros países y mantiene acuerdos de colaboración con varios de ellos, entre los que cabe destacar el convenio para la traducción al español de libros editados por la Asociación Norteamericana de Ensayos No Destructivos (ASNT), con la que se está tratando el establecimiento de un centro de examen para las certificaciones ASNT. Asimismo, mantiene conversaciones con ASME en aras a instaurar en España un centro de examen para la certificación del personal según ANDE.

Por otra parte, se están iniciando actividades para extender la certificación que realiza el CERTIAEND a otros países, tales como México y China.

Por consiguiente, que la AEND tenga una buena proyección internacional repercute, positivamente, en las empresas españolas, al difundir un mejor conocimiento de sus actividades en otros países, pero también por el hecho de que compartir actividad, codo con codo, con miembros de otras asociaciones, de otros países, de otros continentes, con maneras de pensar y sentir diferentes, nos permite contactar con la persona apropiada en cada momento.

Un saludo,



Rodolfo Rodríguez Juárez
Director Técnico de la AEND



Líquidos Penetrantes Partículas Magnéticas



Ardrox® Xmor®

Consumibles y equipos de END para cada industria y aplicación.
Beneficiense de nuestra experiencia e innovación.



Cut it. Clean it. Coat it. Control it. Conserve it.® with us! www.chemetall.com

Chemetal, S.A.U.
Paseo de la Ribera, 107
08420 Canovellas
Barcelona
España
Telf.: +34 938406 767
E-mail.: pedidos.ts@basf.com

BASF
We create chemistry

Chemetall
expect more⁺

El equipo de la



*Les desea
Felices Fiestas
y próspero 2019*

Virgen con el niño, hacia 1200. Talla de madera policromada. Procedente de Santa María de All (Isóvol, Baja Cerdaña)

© Museu Nacional d'Art de Catalunya, Barcelona (2014) Radiografías: Comella, Martí, Masalles

Equipos de Ultrasonidos, corrientes inducidas y despegados ATEX Versatilidad y tranquilidad en atmósferas explosivas



- EPOCH 650, NORTEC 600, BONDMASTER 600
- Conformidad con la Directiva ATEX*
- Sondas y palpadores en conformidad con ATEX
- Fiabilidad y funcionalidad
- Excelente protección

RESUMEN DE NOTICIAS

NOTICIAS NACIONALES

II Jornada de introducción a los END en Las Palmas de Gran Canaria

Los días 7, 8 y 9 de noviembre de 2018 tuvo lugar en el Salón de Actos de la Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, la II Jornada de introducción a los Ensayos No Destructivos organizada por el Comité de Canarias de la Asociación Española de Ensayos No Destructivos (AEND) y TBN – Ingeniería de Mantenimiento Industrial –. Este acto contó con la colaboración de la Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles, AEMIN (Asociación Provincial de Empresarios del Sector del Mantenimiento Industrial, Servicios de Ingeniería, Diseño, Consultoría Tecnológica y Asistencia Técnica de Carácter Industrial de Las Palmas), FEMEPA y el Clúster Marítimo de Canarias. El éxito de la Jornada quedó patente por la numerosa asistencia (cerca de 200 participantes) a lo largo de los tres días.

La composición de la Mesa de la Sesión Inaugural reveló, una vez más, la importancia proporcionada a esta II Jornada de Introducción a los Ensayos No Destructivos y, así lo manifestaron en sus intervenciones los diferentes participantes. De izquierda a derecha, estaba constituida por: Antonio Soto Agüera–Vicepresidente de Formación de la AEND; Norberto Angulo Rodríguez–Director de la Escuela

de Ingenieros Industriales y Civiles de la ULPGC; Raúl García Brink–Consejero de Área de Desarrollo Económico, Energía e I+D+i del Cabildo de Gran Canaria; Luis García Martín–Presidente del Comité de Canarias de la AEND, Presidente AEMIN y Director de TBN; José Pablo Suárez Rivero–Vicerrector de Investigación, Innovación y Transferencia de la ULPGC; Juan José Cardona González–Presidente de la Autoridad Portuaria; Vicente Marrero Domínguez–Presidente de FEMEPA, de ARN y del CMC; y Gregorio Martínez Royano, Gerente del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Canarias Oriental.



Mesa de la Sesión Inaugural

Como ponentes en la mencionada Jornada intervinieron:

- Antonio Soto Agüera, Nivel 3 en END y Vicepresidente de Formación de la AEND
- Antonio Nicolás Rodríguez, Nivel 3 en END y miembro de la Junta Rectora de la AEND

- Pedro Fleitas Cabrera, Nivel 3 en END sector aeronáutico (ADM TECH – BINTER)

Es de destacar que, con fecha 27 de octubre del presente año, el Vicerrector de estudiantes y deportes de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria resolvió establecer el reconocimiento de valor académico de las horas de asistencia a nuestra Jornada.

Drones equipados con cámaras térmicas y sensores radiométricos para supervisar el funcionamiento de las plantas de energía solar

Este es el proyecto del grupo de investigación Ingenium, de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) que ha merecido el premio de la Sociedad Internacional de Gestión de Ciencia e Ingeniería de Gestión (ISMSEM).

El grupo de investigación Ingenium ha desarrollado un nuevo sistema de monitorización de plantas solares a través de vehículos aéreos no tripulados equipados con cámaras térmicas. La utilización de estos drones facilita, enormemente, la supervisión de estos parques solares, cada vez más extensos, mejorando la eficiencia y la rentabilidad de las instalaciones. También se optimizan la detección de defectos en las placas o la existencia de factores externos que afectan al rendimiento de las plantas, según explica el investigador principal y responsable de Ingenium, el profesor Fausto Pedro García Márquez.

Este novedoso proyecto ha merecido el premio en Gestión de Ciencia e Ingeniería (*Advancement Prize for Management Science and Engineering Management*) de la Sociedad Internacional de Gestión de Ciencia e Ingeniería de Gestión (ISMSEM), en su reciente conferencia celebrada en Melbourne, Australia. La iniciativa de Ingenium cuenta con la financiación del Ministerio de Economía y Competitividad, en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación, y la colaboración de la empresa *Ingeteam*.



Ingenium Research Group es un grupo de investigación multidisciplinar formado por una quincena de miembros de la UCLM, además de otros externos en España, Reino Unido e Italia. El grupo tiene amplia experiencia en proyectos nacionales e internacionales y, según ellos mismos explican, su objetivo pasa por la mejora del bienestar social mediante la realización de proyectos a medida de las organizaciones en los ámbitos de la ingeniería, la administración de empresas y la economía, así como en la búsqueda de la excelencia investigadora.



Integrantes el Grupo Ingenium



Modificaciones en el procedimiento PC03

Como consecuencia de las auditorías, tanto interna como externa por parte de ENAC, así como de las acciones derivadas de la mejora continua del funcionamiento del CERTIAEND y con objeto de hacer algunas modificaciones para adaptarse a la normativa, se ha procedido a la revisión del procedimiento PC03 dando como resultado su revisión 18, que ha entrado en vigor el 3 de diciembre pasado.

Además se han realizado algunas otras modificaciones para incluir la certificación en la técnica de ultrasonidos *Phased Array*.

Como consecuencia de las modificaciones realizadas en el citado procedimiento se han cambiado los formatos de solicitud de certificación DCER-02.15 y de renovación/recertificación DCER-21.14.

Las modificaciones más importantes son las siguientes:

- **Posibilidad de presentación a examen sin experiencia previa.** De acuerdo a la norma UNE EN ISO 9712 "Cuando parte de la experiencia industrial se adquiera después de aprobar el examen, los resultados de éste deben conservar su validez durante el mayor de los dos periodos siguientes, dos años o el tiempo total de la experiencia requerida para los métodos correspondientes"

Esta modificación supone que se puede acceder a examen sin tener la experiencia necesaria requerida para obtener la certificación y, en el caso de superar el examen, la nota se conservará durante el mayor de los periodos siguientes dos años o el tiempo total de la experiencia requerida para los métodos correspondientes.

Una vez, que dentro del periodo, anteriormente descrito, se aporten las evidencias documentales de poseer la experiencia requerida, se procederá a la emisión del certificado con fecha de emisión coincidente



con la que se haya tomado la decisión por parte del órgano de gobierno.

- **La fecha de emisión de los certificados será la correspondiente en la que se tome la decisión de la certificación.** La emisión de los certificados se producirá una vez que el Órgano de Gobierno o, por delegación el Presidente del CERTIAEND, haya dado su visto bueno y figurará como fecha de emisión aquella en la que se haya tomado la decisión, una vez que se ha verificado que los candidatos cumplen con todos los requisitos para ser certificados
- **No se renovará/recertificará a personas con el certificado caducado.** De acuerdo a lo requerido por la norma ISO 17024 no se renovarán o recertificarán a personas que no tengan su certificado en vigor

En el apartado 9.6.2 de la norma ISO 17024 "Durante el proceso de renovación de la certificación, el organismo de certificación debe asegurarse de confirmar la continuidad de la competencia de la persona certificada y de su continua conformidad con los requisitos vigentes del esquema de certificación". Por lo tanto, las renovaciones o recertificaciones deben hacerse con la certificación en vigor

Por consiguiente, los trámites para la renovación o recertificación deben iniciarse con suficiente antelación para que haya tiempo para la revisión de la documentación y, en su caso, para la realización de los exámenes y, llegado el caso, los reexámenes, antes de la fecha de validez del certificado.

No obstante, se establece un periodo de adaptación que mantendrá las condiciones actuales de renovación y recertificación hasta el 31 de diciembre de 2019


Esto supone que, hasta esa fecha se podrá renovar/recertificar los certificados que se posean hasta los 12 meses posteriores al fin de la validez del certificado, tal como se venía aplicando en la revisión 17 del procedimiento PC03.

- **Certificación en Phased Array.** Esta revisión del procedimiento ya recoge los requisitos para la certificación como nivel 2 de

ultrasonidos mediante la técnica de *Phased Array*, para los sectores de materiales metálicos y soldadura

Básicamente, para el acceso a esta certificación, será necesario estar en posesión de un certificado de nivel 2 en ultrasonidos convencionales, haber superado un curso aprobado por el organismo de certificación, superar un examen teórico y práctico y, poseer la experiencia requerida.

Queremos destacar que, tanto el procedimiento, como los documentos revisados se encuentran perfectamente actualizados en la página web de la AEND (www.aend.org).

	CUALIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN DEL PERSONAL QUE REALIZA ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS SEGÚN LA NORMA UNE EN ISO 9712:2012		PC03 Rev.:18 Fecha: 16/10/2018		
	CONTENIDO:				
1	OBJETO		2		
2	ALCANCE		2		
3	NORMAS, DOCUMENTOS Y DEFINICIONES APLICABLES		7		
4	FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES		9		
5	NIVELES DE CUALIFICACIÓN		12		
6	ADMISIÓN A EXAMEN		14		
7	EXÁMENES DE CUALIFICACIÓN		26		
8	SOLICITUD Y EMISIÓN DE LA CERTIFICACIÓN		44		
9	RENOVACIÓN Y RECERTIFICACIÓN		48		
10	REVISIONES, RECLAMACIONES Y APELACIONES		55		
11	REGISTRO DE EXÁMENES Y CERTIFICACIONES		59		
12	PERIODO TRANSITORIO		60		
13	ANEXO: FORMATOS		62		

Este procedimiento entrará en vigor el 3 de diciembre de 2018.

De acuerdo a lo requerido por la norma ISO 17024 no se renovarán o recertificarán a personas que no tengan su certificado en vigor. No obstante, se establece un periodo de adaptación hasta el 31 de diciembre de 2019 para poder renovar/recertificar los certificados hasta 12 meses posteriores al fin de la validez del certificado, tal como se venía aplicando en la revisión anterior de este procedimiento. Los requisitos figuran en el apartado 12.1.

Procedimiento	Revisión	Fecha	Preparado por:	Conforme: Director Calidad	Aprobado por: Presidente del CERTIAEND

PROCEDIMIENTO DE CALIDAD Pág.1 de 62



RESUMEN DE NOTICIAS

NOTICIAS INTERNACIONALES

Reunión del plenario del CEN/TC 138

El día 28 de septiembre pasado se celebró en la sede de AFNOR, en París, esta reunión con la presidencia de Robert Levy (Francia) y la asistencia de 13 miembros en representación de 9 asociaciones, entre ellas la AEND.

Los puntos más importantes y las decisiones adoptadas fueron:

- Como consecuencia del informe de la secretaria del Comité, se toma la decisión de actualizar su alcance que pasa a ser:

"Normalización de la terminología, los equipos y los principios generales de todos los métodos reconocidos de END" a saber:

RT, UT, ET, PT, MT, AT, VT, TT, LT y "difracción de rayos X", así como la normalización de los principios de cualificación y certificación del personal de END y de la metodología para la cualificación de los END

- Se mantienen durante tres años más los coordinadores de los grupos de trabajo, entre ellos Fermín Gómez Fraile (España) en MT, aunque Robert Levy (Francia) dejará próximamente el WG 3 (ET) al ser el presidente, a la vez, del CEN/TC 138
- Los distintos coordinadores de los grupos de trabajo presentaron sus informes de actividades, pudiéndose destacar que se deshace el WG 12, agudeza visual, al no tener ningún proyecto de norma nuevo desde 2015
- Ante esta decisión, el representante austriaco Gerhard Aufricht señala que una vez disuelto el WG 8 (VT), no queda ningún grupo de trabajo que se dedique al método visual



- La secretaria del CEN/TC 138, Cyrielle Fournier (Francia), presentó los resultados de las *systematic reviews* de las normas que han pasado cinco años desde su publicación
- Respecto a la información del estado de revisión de la norma ISO EN 9712, el presidente, Robert Levy (Francia) informó de lo que se trató en las reuniones celebradas en Gotemburgo:

Para el reconocimiento de las entidades de formación, la norma revisada pedirá a estas organizaciones que presenten un procedimiento completo sobre su organización

Respecto al tratamiento de los métodos y de las técnicas, los primeros irán en el cuerpo de la norma y las segundas, en anexos

Respecto a la renovación, como existen criterios muy distintos, se aplazó la decisión para ser tratada en la próxima reunión del ISO/TC135/SC7

Se acordó introducir en la norma, como una opción, el tema de la psicometría en la preparación y la calificación de los exámenes

- Con relación a la propuesta de la inclusión de la figura de nivel 3 administrativo, el comité no



tiene objeción a que pueda existir, aunque debe demostrar su experiencia técnica, por ejemplo, realizando un examen práctico de nivel 2

- Se aprobó establecer una relación con el *Standard Council of Canada (SCC)*

La próxima reunión del plenario del CEN/TC 138 será el 17 de octubre de 2019 en la sede de AFNOR en París.

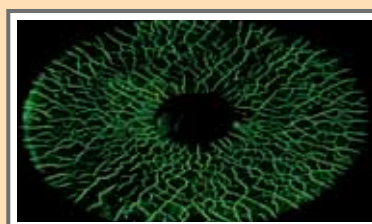


Reunión del CEN/TC 138 WG4 y WG5

Durante los días 26, 27 y 28 de noviembre, se reunieron en la Asociación Alemana de END, los grupos de trabajo WG4 y WG5 (Líquidos Penetrantes y Partículas Magnéticas) para acabar la revisión de la norma EN-SO 3059, Condiciones de Visión y corregir el anexo de fórmulas de la EN-ISO 9934-1, Principios Generales de Partículas Magnéticas, donde se había cometido un error de imprenta en una fórmula de su Anexo informativo.

La norma EN-ISO 3059 sigue sin finalizarse debido a

múltiples discusiones de carácter científico, no normativo, sobre las luces LED. La norma EN-ISO 9934-1 ha sido corregida y revisada en su totalidad, quedando finalizada.



Foro Marino de la EFNDT

La EFNDT asignó a España la preparación y puesta en marcha del Foro Marino. Este foro, tiene por objeto la potenciación de los END dentro de la Industria Naval, tanto en la construcción como en el mantenimiento, incluyendo la preparación de posibles proyectos de normas, informes técnicos, etc., específicos que ayuden a mejorar la seguridad en este sector marino. Durante este año, se empezaron a realizar las primeras actuaciones para su puesta en marcha. El pasado 17 de octubre, el Presidente del Comité Canario, Luis García y el Presidente de la AEND, Fermín Gómez Fraile estuvieron reunidos en Las Palmas con el presidente del Cluster Marítimo de Canarias, Vicente Marrero y con el Presidente de la Autoridad Portuaria de Las Palmas, Juan José

Cardona, a fin de lanzar este Foro. La acogida fue magnífica y el Comité Canario de la AEND será el encargado de la puesta en marcha de dicho Foro. La primera reunión está prevista en Madrid, en una fecha a determinar, en los próximos meses de marzo o abril. Desde la EFNDT se ha pedido la colaboración de las diferentes asociaciones europeas para que se invite a las empresas más significativas en este sector de sus respectivos países.

Reunión del Comité de Normalización ISO/TC 135 SC7

Los días 28 29 y 30 de octubre de 2018 coincidiendo con la celebración de la conferencia anual de la ASNT en Houston (EE.UU), se mantuvo la reunión del subcomité SC7 del comité de normalización de ensayos no destructivos ISO 135, para la revisión de la norma ISO 9712.

A la citada reunión asistieron 33 personas, representando a 18 países y, en la misma, se debatieron las propuestas preparadas por los diferentes grupos de trabajo.

- TG 1: Factores psicométricos y calificación de exámenes prácticos
- TG 2: Requisitos de experiencia, responsabilidades de la empresa y responsabilidades del candidato
- TG 3: Requisitos de visión
- TG 4: Requisitos de formación
- TG 5: Métodos, técnicas, sectores
- TG 6: Periodo de validez del certificado, renovación/recertificación
- TG 7: Organismo de certificación



En principio, lo más discutido fue el cambio de la tabla de formación en la que aparecerán días en lugar de horas lectivas, con una nota en la que los días se consideran de siete horas y la de experiencia en la que se pretende cambiar de meses a horas.

Se resolvió continuar los trabajos actuales para preparar un primer borrador de la revisión de la norma, fijándose dos reuniones.

La primera de ellas, prevista para el mes de marzo de 2019 en Berlín, en la que se prevé que se reúnan los coordinadores de los siete grupos de trabajo para elaborar el primer borrador de la norma, ya revisada.

La segunda reunión tiene prevista su celebración en Edmonton (Canadá) en el mes de junio, con el objetivo de que el plenario del subcomité ISO/TC 135 SC 7 revise el borrador preparado por los coordinadores de los grupos en la primera reunión.



Foto de familia de los asistentes a la reunión del Comité de Normalización ISO/TC 135 SC7



AEND
CERTIAEND

El valor de la **CERTIFICACIÓN**



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

Obituario

CARLOS DUPUY DE LOME

Recientemente nos ha dejado, a la edad de 88 años, el veterano miembro de nuestra Asociación y buen amigo **Carlos Dupuy de Lome**.

Carlos colaboró, activamente, con nuestra Asociación desde sus inicios, cuando se creó el Comité de END de la entonces Asociación Española para el Control de la Calidad (AECC).

En un principio formó parte del Subcomité Este de la mencionada AECC y, posteriormente, del Comité Valenciano de la AEND, allí estuvo colaborando junto a los que pasaron a formar parte de su amplia lista de amigos entre los que debemos destacar a Carlos Ranninger, Carlos Ferrer, quien firma estas líneas y todos los demás que, posteriormente, organizamos en el año 1982 el IV Congreso Español de END, que, por cierto, fue el primero en ostentar la apelación de "Congreso" ya que los tres precedentes se consideraron "Jornadas". En esta actividad también colaboró, activamente, su esposa María.

Desde estas líneas nos unimos en su dolor y enviamos un fuerte abrazo a su esposa e hijos, en nuestro nombre y el de todos los miembros de la AEND.

Amigo Carlos, descansa en paz.

Gabriel Esteller Lores
Secretario del Comité Valenciano



IV congreso español
de ensayos no destructivos

ALICANTE, 5 / 6 / 7 Octubre 1.982



MUSEU NACIONAL D'ART DE CATALUNYA



Colección de Renacimiento y Barroco

Nueva presentación

- Un fondo de arte extraordinario bajo una nueva luz
- Una colección por descubrir: obras inéditas, nuevos depósitos y nuevas atribuciones
- Las colecciones Cambó y Thyssen integradas
- Criterios temáticos y cronológicos para un nuevo discurso expositivo
- Nueva instalación de obra gráfica



#RenaixementiBarroc

MUSEU NACIONAL D'ART DE CATALUNYA

Parc de Montjuïc
Barcelona
www.museunacional.cat

Mecenas



Benefactores



Protectores



Colaboradores



Medios



En esta ocasión entrevistamos a Mireia Mestre Campa, *Cap de l'Àrea de Restauració y Conservació Preventiva del MNAC (Museu Nacional d'Art de Catalunya)*

Mireia, ante todo nos gustaría que hicieses una rápida semblanza del MNAC y de vuestro departamento

El Museu Nacional d'Art de Catalunya es fruto de la reunión, a principios de los años 90, de varios museos y colecciones que había gestionado hasta entonces el Ayuntamiento de Barcelona: de arte medieval, arte moderno, dibujos, grabados y numismática, además de la biblioteca de historia del arte y las colecciones añadidas posteriormente de fotografía y arte contemporáneo.

Después de un proceso de remodelación del Palau Nacional de Montjuïc, que albergaba parte de las colecciones desde 1934, el museo inauguró la última fase de su instalación en 2004 con las salas de arte moderno. Actualmente, es un consorcio constituido por distintas administraciones y su órgano de gobierno es un patronato. El equipo directivo prioriza hoy la accesibilidad del público a las colecciones, formadas por alrededor de 300.000 objetos, así como su uso social y educativo para promover el conocimiento y la investigación.



En cuanto al departamento de restauración, fue creado ya en 1934 bajo el impulso del director Joaquim Folch i Torres para prestar servicio al conjunto de los



Estudio radiográfico de un paso procesional de Semana Santa de Damià Campeny, 1816-1817. Exposición "El Museo explora", celebrada en el Museu Nacional d'Art de Catalunya 2012-2013

museos de arte de Barcelona, aunque en aquel tiempo también intervenía en el patrimonio de toda Catalunya. Durante la Guerra Civil mantuvo su actividad en las instalaciones provisionales en Olot, junto a las colecciones que se trasladaron allí para su salvaguardia y, acabado el conflicto bélico, retornó al Palau Nacional. Sin embargo, no fue hasta mediados de los años 80 que se fundó un laboratorio de análisis con la incorporación de un químico en la plantilla, para dar respuesta a las necesidades de los restauradores y conservadores de la colección. El Área de Restauración y Conservación Preventiva del Museo cuenta hoy con profesionales de diversas especialidades que consagran sus esfuerzos tanto a preservar y restaurar las obras expuestas, almacenadas, en préstamo o en depósito, como a estudiar los aspectos materiales y técnicos con metodología científica. El personal técnico se esfuerza por actualizar sus conocimientos, permanentemente, y difundir sus actuaciones y resultados de investigaciones a través de publicaciones, conferencias, participaciones en congresos y colaboraciones en exposiciones.

Describenos cuáles son las áreas o sectores en los que desarrolláis vuestras actividades

En nuestro equipo hay profesionales de la conservación preventiva que evalúan, globalmente, los riesgos a los que sometemos las colecciones cuando las movemos, exponemos, almacenamos o restauramos, y que proponen medidas y protocolos para minimizar estos riesgos. Luego están los conservadores-restauradores

especializados en las disciplinas más representadas en las colecciones: pintura sobre tela, pintura mural traspasada, pintura sobre tabla y talla de madera policromada, mobiliario y marcos históricos, obra de arte sobre papel y fotografía, escultura de materiales inorgánicos. Cuando necesitamos profesionales de otras especialidades como, por ejemplo, la conservación-restauración de tejidos, de esmaltes o de vitrales, recurrimos a especialistas externos que contratamos para proyectos concretos. Pero también tenemos una especialista en documentación de los procesos de conservación-restauración que gestiona los historiales clínicos de las obras y el material de archivo y, finalmente, una química que está al cargo del laboratorio, realiza los análisis de materiales y hace de enlace con los científicos del patrimonio y grupos de investigación locales e internacionales.

Aunque nuestro trabajo está al servicio de las actividades del museo, como son las exposiciones propias, los préstamos y depósitos a otras instituciones o las adquisiciones, también intentamos dar respuesta a investigadores externos, a la justicia o a los cuerpos de seguridad cuando requieren una expertización de obras de arte.

Cuáles son los métodos de ensayos no destructivos que utilizáis habitualmente

Para el mundo de la conservación-restauración, la utilización de gran parte de las radiaciones del espectro



Fotografía con radiación ultravioleta de una pintura sobre tabla

electromagnético es indispensable para el examen, la comprensión y el conocimiento de las obras de arte, pero también para establecer un diagnóstico de su estado de conservación y realizar una propuesta de intervención adecuada. De hecho, aunque de forma excepcional, hemos hecho algunos ensayos con la ayuda de científicos externos para obtener imágenes hiperespectrales recopilando y procesando información de la obra a lo largo de todo el espectro. Es habitual, sin embargo, la simple iluminación con luz rasante de una superficie porque revela alteraciones, acentúa deformaciones y texturas, o bien la transluminación de un papel para descubrir una marca de agua, o la utilización de luz ultravioleta que nos permite distinguir intervenciones anteriores en la capa pictórica de una pintura o una escultura. Mediante la cámara de reflectografía infrarroja es posible estudiar el dibujo subyacente, el trazo característico, las anotaciones, las correcciones que hizo el artista antes de pintar aplicando el color.

Pero el empleo de la radiografía como técnica exploratoria de las obras de arte es, quizás, la más conocida. Con ella podemos descubrir las fisuras internas o la estructura de una escultura, de una pintura sobre tabla o sobre tela, la superposición de composiciones

pictóricas y tantos detalles invisibles en un examen organoléptico.

En nuestro caso, son los propios restauradores quienes se han formado para poder aplicar estos métodos de examen, además de realizar los trabajos de restauración en sus respectivos campos de especialización. Tres restauradoras de distintas especialidades forman el equipo de reflectografía infrarroja, una restauradora de pintura y un restaurador de materiales inorgánicos ejercen de operadores de RX y un especialista en soportes de madera es el supervisor de la instalación radiológica. Nos gustaría disponer de una pistola de fluorescencia de RX para analizar algunos materiales sin necesidad de extraer muestra, pero, de momento, cuando la hemos necesitado hemos recurrido a equipos del CSIC o de otros laboratorios especializados.

Por otra parte utilizamos, constantemente, las técnicas microscópicas como herramienta imprescindible para observar a otra escala nuestras obras y para analizar, identificar y caracterizar sus materiales constituyentes, además de aquellos productos que queremos añadir en nuestras intervenciones o poner en contacto cuando las embalamos, las exponemos o las almacenamos. En nuestro campo, cuando es necesario, extraemos



Estudio mediante transluminación de obras sobre papel del Gabinet de Dibuixos i Gravats del Museu Nacional

micromuestras para examinarlas, prepararlas y analizarlas con microscopía óptica, electrónica, espectroscopía FTIR, o incluso con luz sincrotrón, pero no lo consideramos un ensayo destructivo. Y esto es así porque la muestra – extraída, procesada y analizada por la química del museo – pasa, a continuación, a formar parte de un archivo de referencia y, por consiguiente, sigue siendo un elemento de nuestra colección, que puede re-analizarse al cabo de los años con nuevas técnicas y métodos de análisis más sofisticados.

¿Puedes facilitarnos detalles de algunos de los trabajos realizados o en curso que consideréis mas representativos?

Con motivo de la reciente renovación en el museo de las salas dedicadas al Arte del Renacimiento y Barroco, nuestros equipos han estudiado, desde el punto de vista material, técnico y del proceso creativo varias pinturas del Siglo de Oro, obteniendo resultados interesantes que se han podido comparar con pinturas de otras instituciones. También hemos examinando en profundidad las obras de Bartolomé Bermejo y de su entorno con motivo de la exposición que se ha inaugurado en el Museo del Prado y que se celebrará después en nuestro museo. Los primeros resultados se han presentado en

un congreso monográfico que ha organizado El Prado y se van a difundir en la publicación de las actas.

Pero no quiero dejar de mencionar un proceso de conservación-restauración muy complejo y espectacular, en el cual estamos trabajando desde hace años, para detener la degradación de una escultura de plomo de nuestra colección, *El Violinista* de Pablo Gargallo (1920). Las planchas de plomo se iban deformando y para descubrir qué ocurría en el interior de la escultura, tuvimos que recorrer a una radiografía con neutrones o neutrografía (se pudieron extraer tomografías de la neutrografía) que resultó determinante. El restaurador acompañó la obra al Paul Scherrer Institute en Suiza y las imágenes obtenidas permitieron ver el alma de madera, una talla de pino donde el artista fue adaptando y clavando el plomo trabajado. También pudimos cuantificar y localizar la afectación y, junto con estudios químicos de la madera, se pudo diagnosticar la causa de la alteración. Se trata de una reacción química por la cual los compuestos orgánicos volátiles, como el ácido acético entre otros, emitidos por la madera del soporte interior, provocan una carbonatación del plomo que adelgaza y se deforma hasta el punto que llega a agujerearse y a desfigurar la obra.



Reflectografía infrarroja de la pintura sobre tabla "Mare de Déu dels Consellers" de Lluís Dalmau, 1445

Con la ayuda del Institut Químic de Sarrià se ha podido tratar el plomo para estabilizarlo, mientras que, con la colaboración de la Fundación Bosch i Gimpera de la Universidad de Barcelona, se está diseñando una nueva alma que sustituirá la de madera. Esta nueva alma, de resina inerte, se imprimirá en 3D con el patrocinio de la empresa Stratasys. Se trata de una intervención delicada y excepcional que los "Amics del MNAC" han patrocinado con una campaña de micro-mecenazgo. Esperamos mostrar la escultura terminada la primavera del 2019.

Coméntanos un poco vuestra previsión de actividades a corto y medio plazo

Estamos ya inmersos en las intervenciones para las exposiciones programadas por el museo: sobre un pintor local de finales del S. XIX, Antoni Fabrés, considerado un seguidor de Mariano Fortuny, que donó muchas obras para nuestras colecciones y, más adelante, sobre Isidre Nonell, el gran pintor catalán del Modernismo que, a pesar de no llegar a los cuarenta años, dejó una obra muy interesante tanto en pintura sobre tela como en papel.

Pero junto a esto, el trabajo en las colecciones medievales y, especialmente, en los conjuntos de pintura mural románicos es una constante de nuestra área.

¿Qué cambios consideráis que serían necesarios o

deseables, tanto en medios como en estructura para llevar a cabo estas actividades?

Nos gustaría trabajar con más técnicos y científicos en el laboratorio, contar con perfiles de disciplinas como la biología, la ingeniería o la física aplicadas al patrimonio e incrementar la colaboración con los historiadores del arte que tenemos en el museo. Hemos propuesto la creación de becas remuneradas para jóvenes graduados y esperamos que el Departamento de Marca y Desarrollo encuentre patrocinio empresarial que quiera apostar por este campo. También, como ocurre con otros departamentos, anhelamos más recursos para comprar algún instrumental o renovar equipos que han envejecido.

¿Qué ha supuesto para el MNAC la existencia de la AEND?

Nosotros hemos contado siempre con el asesoramiento de AEND, principalmente para la instalación radiográfica, la formación de los técnicos y para el uso de la radiografía especializada en el ámbito de los objetos artísticos. Especialmente, pienso en los numerosos consejos, recomendaciones y ánimos de Jesús Serrano que ha estado siempre a nuestro lado sin dejarnos desfallecer. Sus conocimientos técnicos, curiosidad y sensibilidad para el arte lo han convertido en un consejero ineludible en muchos proyectos. Nos ha brindado la posibilidad de conocer nuevas tecnologías, aunque no



Equipo de microscopía óptica en el laboratorio del Museu Nacional



El supervisor y los operadores evaluando unas radiografías en el negatoscópico

siempre las hayamos podido aplicar en nuestro campo. Además, debemos agradecerle su estímulo constante para participar en congresos, reuniones especializadas y a publicar artículos en la revista "AEND" para dar a conocer y divulgar los trabajos del museo.

¿Qué esperáis de ella? ¿qué valor positivo ha aportado la AEND en la realización de vuestras actividades?

Nos gustaría mantener el contacto con la AEND para que nos siga asesorando en el ámbito de la radiografía industrial y de los ensayos no destructivos, en la formación y actualización de los conocimientos técnicos, en materia de instrumental y de innovaciones que vayan surgiendo. Hasta ahora, sus aportaciones han sido extremadamente útiles para las actividades de conservación-restauración en el museo. Hay algunas pruebas a las que nosotros hemos recurrido sólo puntualmente, como la termografía o el análisis de vibraciones y ruidos, y para las cuales seguramente recurriremos a la AEND cuando necesitemos utilizarlas.

¿Consideráis que se podría incrementar la colaboración mantenida hasta el presente con la AEND? ¿cómo?

Esperamos que llegue el día en que la radiografía digital sea aplicable sistemáticamente al examen y la investigación en el mundo del arte y que podamos obtener imágenes de igual calidad que la radiografía analógica. Estamos seguros que la AEND estará a nuestro lado para realizar este cambio y que tendrá un papel catalizador para que distintas instituciones de la conservación-restauración compartamos las experiencias.

Evidentemente, el mundo de la cultura y del arte, al contar con recursos limitados, suele ser lento a la hora de aplicar las innovaciones que la industria ya ha adoptado. La AEND es, sin duda, una fuente solvente que nos aporta información sobre las novedades y resultados de los ensayos no destructivos que usan otros sectores.

Muchas gracias Mireia tanto por el tiempo que nos has dedicado en un momento en el que tu carga de trabajo es considerable, como por tus palabras, en las que pones de manifiesto la alta estima que sientes por nuestra Asociación. Podéis estar seguros de que siempre que sea necesario nos tendréis a vuestro lado. Es un verdadero placer poder colaborar con vosotros.



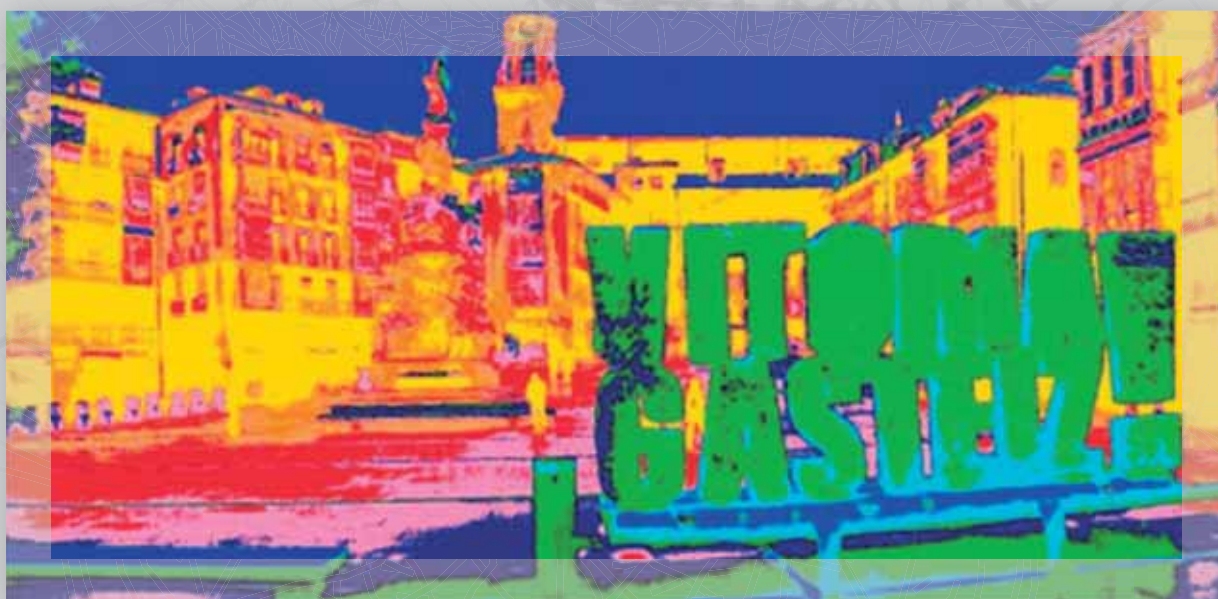
14º CONGRESO NACIONAL DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

12-14 de junio de 2019

Nueva fecha límite de presentación de resúmenes: 07/01/2019

Fecha límite de cuota de inscripción reducida: 31/03/2019

Fecha límite de contratación de *stand*: 22/04/2019





La búsqueda de calidad no cesa

IPLEX GX/GT – La herramienta idónea para su trabajo

La herramienta adecuada debe ser versátil para realizar múltiples aplicaciones. Sectores de enorme producción como la fabricación de automóviles, exigen soluciones de inspección versátiles para garantizar la calidad de su producto. Otros sectores como son el petroquímico, energético, aeronáutico, seguridad, etc. no son ajenos a esta necesidad. Olympus ha pensado en todos los usuarios y ha desarrollado el videoscopio modular IPLEX GX/GT.

Versatilidad debido a:

- Sondas intercambiables con diámetros de 4 mm o 6 mm y longitudes de 2.0, 3.5, 7.5 y 10 metros
- Fuentes de luz intercambiables (blanca, UV, IR) para ampliar sus capacidades de inspección
- Inspecciones compartidas mediante intercambio de imágenes con IPLEX IShare en tiempo real con IOS
- Puntas ópticas con sistema de eliminación de aceite
- Estereomedida y funciones de tratamiento de imagen avanzadas
- Captura a 60 fps para mayor detalle

Descubre más en: www.olympus-ims.com/iplex_gxgt



¿VERDADERO O FALSO? *

Autora: María C. Arroyo del Rey

Resumen

Desde que el hombre comenzó a producir objetos como manifestación de un hacer artístico, las obras de arte han sido copiadas, repetidas, imitadas y falsificadas dentro de un espectro de propósitos que se encuentra entre la mera utilidad y el más puro engaño. La historia de la falsificación de objetos artísticos es muy curiosa y variada a lo largo del tiempo, por lo que con el presente artículo damos comienzo a una serie en la que trataremos sobre aspectos interesantes de lo verdadero y lo falso en el mundo del Arte y de los

medios técnicos disponibles para distinguirlo. ¿Qué mueve a los falsificadores para inundar el mercado de obras de arte falsas? Está claro que es el dinero el objetivo principal, ya que el valor de los objetos artísticos es muy subjetivo y depende de factores a veces excesivamente "caprichosos". La lucha contra el fraude en el mundo del arte es cada vez más difícil y sofisticada, pues en este mercado cada vez hay más demanda, más clientes y más dinero, y la delincuencia se integra como una pieza más del conjunto.

1. Introducción

El fraude y la falsificación en el tema que nos ocupa son conceptos tan antiguos como las propias obras de arte. El mercado de las antigüedades, utilizado como inversión, produce en momentos de bonanza económica una creciente demanda; a los clientes habituales se suman entonces otros ajenos al sector, que ven las antigüedades como bienes de segura revalorización. Esto propicia un auge de la falsificación de objetos artísticos, no sólo pinturas, sino también monedas, sellos, objetos suntuarios, como era de esperar.

A la vez que mejoran las técnicas para descubrir falsificaciones también se desarrolla la pericia de los falsificadores para engañar a los expertos. Muchas veces se han alzado reclamando mayor atención a la hora de detectar bienes artísticos falsos, que parece ser abundan en los museos más de lo que oficialmente se suele reconocer.

Hay muchos casos sobre los que reflexionar. Sin ir más lejos, Vincent van Gogh según parece, pintó solamente durante los últimos diez años de su vida y destruyó

la mayoría de sus lienzos tras una profunda crisis religiosa; en cambio los grandes museos del mundo están llenos de obras atribuidas, directamente, a su mano. Esto es, o pintaba muy deprisa, o no es cierto que destruyera la mayoría de sus obras, pues en ese caso los datos históricos no cuadran.

Habría que preguntarse si un buen estudio científico no pondría la verdad en su sitio, que quizás confirmaría que parte de los lienzos atribuidos al pintor serían falsos, con la consiguiente pérdida de valor de mercado, pues automáticamente pasarían a dejar de ser obras maestras, a la vez que también se degradaría su valor estético. Eso mismo se planteó una comisión que estudió la obra de Rembrandt que redujo, drásticamente, la lista de obras originales.

¿Cuándo se plantean dudas sobre si una obra es o no falsa? Una obra no catalogada, una obra perdida durante mucho tiempo y hallada en circunstancias poco claras, una obra desconocida hasta su aparición a la luz pública... nos pueden hacer dudar de su autenticidad. Pregunta obligada entonces será

*Nota de la redacción: el presente artículo se publicó en los números 29 (4º del año 2003) y 30 (1º del año 2004), debido al interés y actualidad del tema, hemos decidido volver a publicarlo, se ha adaptado al estilo actual de nuestra publicación y se han añadido algunas imágenes.



qué se considera exactamente una falsificación, una réplica, una copia, etc. A veces es muy fino el hilo del que pende la autenticidad y la falsedad de una obra de arte. En el período Barroco los maestros firmaban obras realizadas en su mayor parte por los miembros del taller que, oficialmente, consideraban como de su propia mano. Casos complicados son los que plantean las falsificaciones de autores actuales con una prolífica obra, como Dalí; no digamos Andy Warhol.

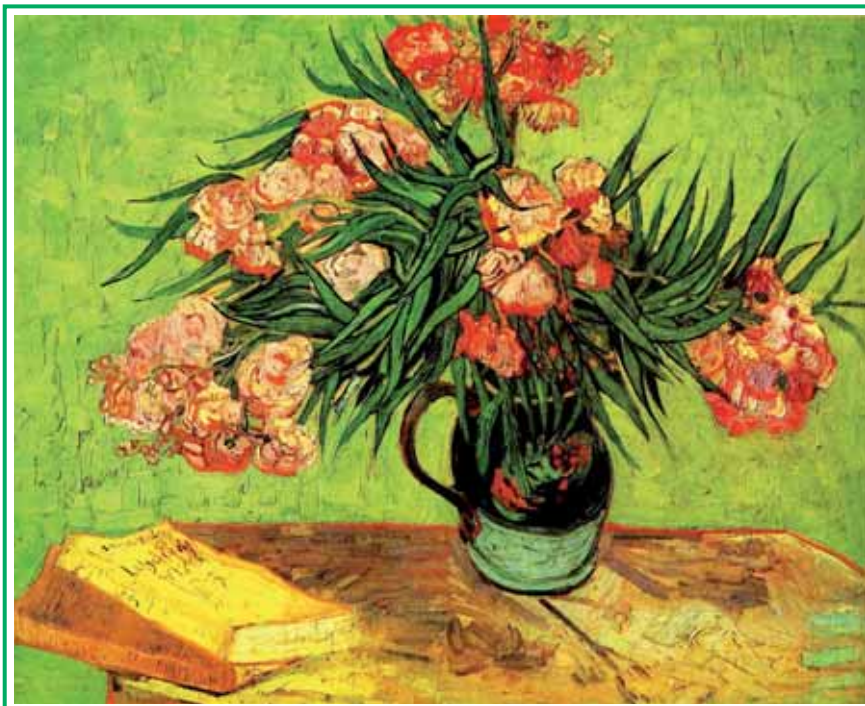
2. Cómo identificar las falsificaciones

Hasta que se emplearon los métodos científicos para identificar falsificaciones, el criterio estilístico era el único válido entre los historiadores del arte para certificar la autenticidad de una obra. El mercado de falsificaciones ha sido siempre tan amplio que incluso hay museos que exhiben, conscientemente, obras falsas. Ejemplo de ello es el Museo Victoria & Albert de Londres, que muestra una sala dedicada solamente a falsificaciones de obras que un día estuvieron colgadas en las paredes como auténticas, obras entre las que podríamos destacar las de Giovanni Bastianini, famoso falsificador que vivió entre 1830 y 1868. La intencionalidad de la sala no puede ser más didáctica; el museo no pretende engañar, sino enseñar.

La lógica evolución del uso de técnicas científicas en la investigación termina con la utilización del criterio estilístico por sí sólo para autenticar un bien artístico. A su vez, los falsificadores se han preocupado por investigar cualquier avance en el mercado de la técnica que les pueda servir para afinar más en su falaz propósito. Pero tarde o temprano se les descubre. ¿Qué posible defensa hay ante la sofisticación de las técnicas de los falsificadores? La única respuesta está en la demostración empírica de que una obra es falsa. A veces es casi imposible hallar pruebas concluyentes pero, en general, se termina por encontrar el "punto flaco" del objeto y demostrar su no autenticidad.

3. Métodos de análisis

El uso de análisis científicos presenta ciertas dificultades. Precisa de una estrecha colaboración interdisciplinar entre historiadores y profesionales de materias como Química, Física, etc. En ocasiones, son los propios historiadores los que, por desconfianza, rechazan los resultados de tales pruebas. Por otro lado, la necesidad de infraestructuras específicas, (laboratorios), muchas veces inexistentes en los museos, supone un obstáculo insalvable. A esto se añade el hecho de que, si los resultados no son los que se esperan, se desechan sin ser justamente ponderados. Como es obvio, los



"Adelfas". Vincent van Gogh. 1888 Museo Metropolitano de Nueva York. Las flores eran uno de los motivos favoritos del pintor



ensayos no destructivos que se utilizan para verificar la autenticidad o falsedad de una obra no producen sobre el objeto alteración alguna, excepto cuando es necesario tomar una micromuestra, que debe proceder de las partes menos visibles del objeto y produce una alteración casi inapreciable. Ello evidencia la importancia de este tipo de pruebas en el campo del arte.

Los profesionales afrontan el problema de lo verdadero y lo falso en los objetos artísticos cada vez con más conocimiento. No obstante, la distinción entre lo verdadero y lo falso siempre resulta ser un largo y tortuoso camino, donde el uso de métodos científicos como radiografías, reflectografía infrarroja o luz ultravioleta, por mencionar los métodos más conocidos, se muestran como fundamentales para elaborar un diagnóstico acertado.

falsificación de una obra antigua, a la "pericia" de realizar una obra para hacerla pasar por un artista o una Escuela conocida, hay que añadir la dificultad de utilizar materiales apropiados: pigmentos, telas, maderas, aceites, aglutinantes, etc. lo que complica mucho más la perfecta falsificación, ya que es, precisamente, en el análisis científico de los materiales que componen la obra donde se puede detectar que ésta es falsa. Así se descubrió que unas supuestas memorias de Hitler eran falsas al analizar el papel sobre el que estaban escritas, totalmente anacrónico a las fechas en las que supuestamente se escribió. Es, por lo tanto, en la detección de la autenticidad de estos materiales donde los métodos científicos adquieren un importante papel a la hora de investigar los objetos falsos cuyo previo análisis histórico y estilístico no ha podido probar su autenticidad de manera clara.



"Primeros pasos, siguiendo a Millet". Vincent van Gogh. 1890 Museo Metropolitano de Nueva York. El pintor admiraba y copiaba la obra de Millet, pero no pretendía falsificarla

Cada vez aparecen con más frecuencia en los medios de comunicación noticias relacionadas con el "mercado" de la falsificación de obras de arte, sobre todo de artistas contemporáneos como Dalí, Miró, Warhol o Modigliani. Falsificar una pintura o escultura contemporánea es mucho más fácil que una barroca o renacentista, pues en el primer caso no es necesario hacer el esfuerzo adicional de manipular los materiales para hacerlos pasar por antiguos. En el caso de

4. Técnicas de detección

Las técnicas que se utilizan para realizar este tipo de análisis son muy variadas, en muchas ocasiones, es necesario recurrir a más de una para poder realizar el estudio:

En Arqueología se usan con éxito los isótopos de carbono cuando aparecen materiales orgánicos, para determinar la antigüedad.



En pinturas y esculturas policromadas las técnicas más extendidas son los rayos x y los infrarrojos para estudiar el interior de las obras, la fluorescencia ultravioleta para modificaciones en las capas superficiales, la microscopía de luz polarizada para pigmentos.

A veces ocurre, por circunstancias, que se investiga una obra que se considera original y se descubre que es falsa. Sobre esto, la Guardia Civil, que persigue este tipo de delitos en España a través del Grupo de Patrimonio Histórico, nos contó una curiosa anécdota: no hace mucho tiempo recibió una denuncia por parte del dueño de un lienzo atribuido a un autor clásico español del siglo XVI, que fue cedido a una persona para efectuar su venta. Y ni fue vendido, ni devuelto a su legítimo propietario. Efectuada la denuncia por apropiación indebida, el Juzgado se puso en contacto con la persona acusada y le requirió para que devolviera esa obra. El acusado devolvió una copia burda y evidentemente malísima, que nada tenía que ver con el cuadro original.

La Guardia Civil se puso en marcha para buscar la obra auténtica. A través de investigaciones llegó a situarla en París, hacia donde había salido de contrabando. Con ayuda de la policía francesa se localizó la obra y se pidió su devolución en base a un tráfico ilícito en España. La calidad de la obra era francamente buena, por lo que el siguiente paso consistió en enviarla a un Museo Estatal, ya que al haber salido



Figurilla de bronce que representa al Halcón Horus con la corona del Alto y Bajo Egipto, presuntamente de la época Saíta y que resultó ser falsa, una vez adquirido como verdadero

de España de contrabando era condición legal necesaria. En el Museo se hicieron los estudios pertinentes y sorprendentemente concluyeron en que esa obra realmente no era original, sino una copia excelente del



Relojes blandos. Salvador Dalí



siglo XIX, y no de un autor clásico del siglo XVI, como tenía entendido su propietario. La obra fue restituida a su dueño, pero a pesar de haber sido recuperada y de tener un gran valor, es evidente que carece del valor que hubiera tenido si hubiera sido original. La paradoja de esta historia es que, si no hubiera habido una apropiación indebida y una fuga de la obra por contrabando, puede que la obra no hubiera sido estudiada con la minuciosidad científica necesaria para detectar que no era el original que parecía.

El 90% de los casos que investiga la Guardia Civil se centra en robos, expolio y contrabando de Patrimonio Histórico Artístico. En menor medida lleva casos de falsificación, que en España la Ley tipifica como delito contra la propiedad intelectual, y de ésta sobre todo investiga piezas arqueológicas, muy difíciles de detectar a pesar de los esfuerzos de los arqueólogos y científicos.

En una operación, que comenzó en julio de 2017, el Grupo de Patrimonio Histórico de la Policía de la Generalitat Valenciana ha intervenido 36 falsificaciones de obras de arte en diferentes ciudades de España.

Se trata de una nueva operación contra el tráfico de obras de arte, ya que estas piezas se estaban intentando vender por un valor de 91.000 euros.

Para destapar estas falsificaciones se pidió asesoramiento a expertos del Museo San Pío V de Valencia y a técnicos de la Dirección General de Cultura de la Conselleria de Educació. Según un comunicado del Gobierno valenciano, entre estas obras se encontraban piezas de artistas como Mariano Benlliure, Ignacio Pinazo, Francisco Lozano, José Royo, Luis Feito, Mariano Bertuchi, Julio González y Joan Hernández Pijuán.

En algunas ocasiones, se falsifica la obra para denunciar fraudes en el propio mercado del arte contemporáneo, tan lucrativo para algunos como subjetivo en cuanto a calidad. A principios de 2003 se exhibió una pintura de manera irregular en el Museo Guggenheim de Bilbao, donde una pareja entró por la puerta de Museo, en horas de visita y colgó un lienzo con su correspondiente cartela informativa. El Departamento de Seguridad tardó relativamente poco tiempo en darse cuenta del suceso, pero el "mal" ya estaba



Algunas de las obras intervenidas en la operación



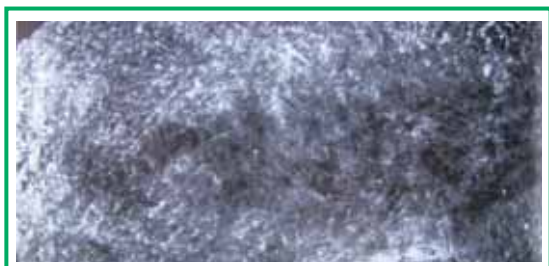
hecho. En este caso, el falsificador no tenía intención de lucrarse con la obra, sino de demostrar lo relativo del valor del arte actual. Anécdotas parecidas a esta ocurren con más frecuencia de la que se cree en el mundo de la Museología, no obstante, el interés económico se suele "llevar la palma".

Un ejemplo de lo indicado es el que ocurrió con la pintura de Frans Hals "Retrato de un caballero", que fue vendida en 10,8 millones de dólares a través de una de las más afamadas empresas de subastas de obras de arte a nivel mundial y que, posteriormente, se descubrió que era falsa.



Frans Hals "Retrato de un caballero"

Como hemos dicho anteriormente, en el período Barroco los maestros firmaban obras realizadas en su mayor parte por los miembros del taller que, oficialmente, consideraban como de su propia mano, pero, en ocasiones, era el "alumno" que había realizado la obra quien la firmaba, en ese caso su "valor de mercado" se veía drásticamente reducido, hay falsificadores



Fragmento de cuadro donde se ha borrado la firma original



Obras como éstas son atractivas para los falsificadores

que se han dedicado y se dedican a localizar estas piezas y sustituir la firma del verdadero autor por la de su cotizado "maestro", con lo que su precio aumenta de forma muy importante.

5. Conclusiones

La lucha contra el fraude se ha intentado llevar a cabo de muy diversos modos. Por ejemplo, para el arte contemporáneo se ha buscado una forma de certificación, que podría considerarse un sistema de calidad parecido al desarrollado para la Industria. Lo malo es que, rápidamente, han aparecido los falsificadores de certificaciones, por lo que el sistema en muchos casos no es válido.

El mejor medio de luchar contra el fraude en el subjetivo mundo del arte, tanto antiguo como contemporáneo, ha de pasar por una mayor inversión y planificación en el desarrollo de técnicas científicas y la elaboración de amplias bases de datos de uso restringido que permitan luchar contra el fraude y la falsificación con la mayor objetividad posible. Pero no es tarea fácil. Sin duda los Ensayos No Destructivos son una herramienta eficaz para detectar las falsificaciones.

EL ANÁLISIS MÁS EXHAUSTIVO,
SIN DAÑAR SU MATERIAL



FORMACIÓN



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

CURSO AVANZADO DE PILOTOS DE DRONES

Una de las profesiones con más futuro

**airgenium**



✓ 60 horas de Teoría presencial

✓ 20 horas de Práctica en campo de vuelo



Curso homologado por AESA

Diferentes Modelos de Dron

Experiencia en el sector

Formación especializada de calidad



Agencia Estatal de Seguridad Aérea Univ. Castilla-La Mancha Empresa ATO asociada

www.ingeniumgroup.eu



SCARAB: HERRAMIENTA INTELIGENTE DE OPTIMIZACIÓN DE LA OPERACIÓN Y EL MANTENIMIENTO DE PLANTAS FOTOVOLTAICAS, BASADA EN NUEVOS SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN EMBARCADOS EN UAVs

Autores: ¹Fausto Pedro García Márquez, ¹ Isaac Segovia Ramírez, ¹ Álvaro Huerta Herráiz, ¹ Alberto Pliego Marugán,

² Ignacio G^a de Carellan Esteban-Infantes, ² Marcos Navarro Leal

¹ *Ingenium Research Group*, Universidad de Castilla-La Mancha, España
[FaustoPedro.Garcia; Isaac.Segovia; Alvaro.Huerta; Alberto.Pliego]@uclm.es

² *Ingeteam Power Technology* – Service, España
[gnacio.carellan; Marcos.Navarro]@ingetteam.com

Resumen

El objetivo principal del proyecto SCARAB es desarrollar un sistema de monitorización para la operación y el mantenimiento de plantas fotovoltaicas compuesto por los siguientes subsistemas:

- Vehículo aéreo no tripulado (UAV o "dron") adaptado para alojar diferentes sensores y seguir diferentes trayectorias según la tecnología y tipo de instalación del panel fotovoltaico
- Algoritmos que permiten detectar y clasificar las posibles causas de reducción del rendimiento de los paneles como roturas, suciedad o degradación

- Algoritmos que, en base a los sensores embarcados e información SCADA, facilitan indicadores fiables y robustos del rendimiento técnico y económico del sistema

- Aplicación de optimización de las actividades de mantenimiento

Con todo ello, se contribuye a dar respuesta al principal reto que afrontan las plantas solares fotovoltaicas: conseguir una alta rentabilidad que les permita competir con otras fuentes de energía tanto fósiles como renovables.

Palabras clave: SCARAB, Drone, Monitorización de la condición, Termografía, Radiometría,

1. Antecedentes

La energía renovable está siendo hoy en día uno de los sectores industriales que más crece [1]. Los costes de inversión (*CAPital EXpenditures*, *CAPEX*) varían en función de la tecnología de los módulos, pero también del sistema de seguimiento que posea la instalación [2]. A nivel estimativo, para una instalación fija (sin seguimiento solar) de tecnología cristalina, los costes de inversión se estiman entre 2,27 y 2,77 €/Wp. Si el

sistema de seguimiento es de un eje, el coste estimado en el año 2010 aumentaba, aproximadamente, 0,2 €/Wp, y si el seguidor es de doble eje, el coste se podría incrementar en 0,25 €/Wp. Los costes de operación y mantenimiento (*OPerating EXpense*, *OPEX*) en instalaciones fotovoltaicas son relativamente bajos en comparación con la inversión inicial. Este hecho ha extendido la idea de que no se requiere mantenimiento. Sin embargo, el rendimiento de una planta solar requiere un perfecto funcionamiento de



todos sus componentes que están sujetos a múltiples modos y, con frecuencia, las actividades y los costes de operación y mantenimiento se infravaloran. Todo ello repercute en el coste de la electricidad de origen solar y es uno de los motivos por los cuales sigue siendo más elevado que el coste logrado con otras tecnologías [3].

Cada vez más, debido a la competitividad de otras fuentes y a la reducción de las primas en muchas regiones, el mantenimiento es clave para obtener el retorno de la inversión esperado para hacerlas rentables [4]. La falta de una adecuada planificación y ejecución del mantenimiento acaba produciendo fallos que redundan en un balance económico negativo de las plantas [5].

Estimar los costes de O&M de una planta fotovoltaica nueva de la que no se disponen datos es un reto. El análisis de cada coste es necesario para identificar qué operaciones requerirán una mayor atención cuando la planta esté en marcha [6,7].

La Tabla 1 presenta un desglose de los costes para cinco plantas fotovoltaicas de 10MW en cuatro categorías [8]: mantenimiento planificado; mantenimiento reactivo (no planificado); sustitución de equipos; seguros, costes del terreno y margen del propietario.

- **Tecnología 1:** Inclinación fija con módulos policristalinos "c-Si" montados a 30 grados de inclinación hacia el sur
- **Tecnología 2:** Inclinación fija con módulos de teluro de cadmio "CdTe" montados a 30 grados hacia el sur
- **Tecnología 3:** Inclinación fija con módulos de silicio amorfo "a-Si" montados a 30 grados de inclinación hacia el sur
- **Tecnología 4:** Inclinación fija con módulos monocristalinos "c-Si" sobre un eje norte-sur de seguimiento a 20 grados
- **Tecnología 5:** Eje sencillo seguimiento con módulos monocristalinos de "c-Si" sobre un rastreador eje norte-sur

La tendencia en O&M es tratar de anticiparse a los fallos en lugar de reaccionar a ellos [9-11]. Es decir, pasar de un mantenimiento correctivo o planificado, a un mantenimiento predictivo basado en indicadores que permitan detectar fallos incipientes y planificar de forma óptima tanto a nivel técnico como económico las acciones de O&M [12,13]. La termografía es el método más utilizado para detectar la disminución del rendimiento de paneles. Dichos servicios constan

ESTIMACIÓN DE COSTES O&M DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS A GRAN ESCALA					
Coste de O&M (\$ / MW · año)	Tecnología1	Tecnología2	Tecnología3	Tecnología4	Tecnología5
Mantenimiento / limpieza planificado	20 k\$	25 k\$	25 k\$	30 k\$	30 k\$
Mantenimiento reactivo	2 k\$	2 k\$	2 k\$	5 k\$	5 k\$
Sustitución de equipos (stock)	10 k\$	10 k\$	10 k\$	10 k\$	10 k\$
Subtotal O&M	32 k\$	37 k\$	37 k\$	45 k\$	45 k\$
Seguros, terrenos y propietario	15 k\$	15 k\$	15 k\$	15 k\$	15 k\$
Total O&M	47 k\$	52 k\$	52 k\$	60 k\$	60 k\$

Tabla 1. Costes orientativos de O&M para plantas fotovoltaicas [8]

	TIEMPOS Y COSTES DEL SERVICIO DE TERMOGRAFÍA EN FOTOVOLTAICA			
	Fija	S1 Eje vertical	S2 Eje vertical	S1 Eje horizontal*
Tiempo	25 horas / MW	30 horas / MW	30 horas / MW	70 horas / MW
Coste	600 €/MW	700 €/MW	700 €/MW	1500 €/MW

Tabla 2. Estimación de tiempos y costes del servicio de termografía. *(El sobre coste del eje horizontal se debe a la necesidad de utilizar dos recursos y una plataforma elevadora)



básicamente de cinco actividades [14]: inspección termográfica manual para la detección de puntos calientes mediante cámara termográfica; análisis de termogramas por parte de un técnico especialista con la ayuda del software de propósito general de la cámara; detección visual, durante el post-procesado de las imágenes, de defectos térmicos en los módulos; realización de informes con los termogramas analizados, y; establecimiento de defectos tipificados y recomendación de acciones asociadas. Los tiempos y costes para llevar a cabo el servicio descrito varían en función de la tecnología del seguidor fotovoltaico instalado. La Tabla 2 muestra una estimación hecha en SCARAB. Para instalaciones fotovoltaicas fijas ubicadas en cubiertas, como sucede en naves industriales y edificios, los costes se incrementan con respecto a los indicados en la Tabla 2 a razón de 100€/día.

Conforme las plantas pierden la garantía inicial y desaparecen los subsidios en países como España, Italia o la República Checa, la O&M se vuelve más necesaria en un mercado cada vez más competitivo. Al margen de Europa, el mercado sigue evolucionando en áreas como Estados Unidos o Asia, donde la tendencia es el desarrollo de grandes plantas de varios cientos de MW. Gracias a las nuevas geografías, se esperaba que el mercado global para la O&M se triplicase entre 2014 (con unos 88GW) y 2018.

El principal reto que afronta esta tecnología está relacionado, por tanto, con O&M. Un estudio desarrollado por TÜV Rheinland en 125 plantas de gran escala mostró que el 30% tenía defectos con severidad o frecuencia alta [15]. En torno al 50% de los errores se debía a una mala instalación. Se estima que aumentar el rendimiento en un 1% puede traducirse en un incremento de beneficio de hasta el 10%. Sin embargo, las prácticas actuales se basan en técnicas sencillas de inspección y estrategias de mantenimiento programado o correctivo poco eficientes.

La tendencia es la aplicación de nuevas tecnologías, como la monitorización centralizada, la geolocalización de activos, el uso de *Big Data*, la robótica y los vehículos aéreos no tripulados (UAVs), que podrían reducir, drásticamente, los tiempos y los costes [16,17].

Cuando una celda está averiada o recibe la radiación del sol de forma no óptima, se producen pérdidas energéticas que pueden ser clasificadas en diferentes

categorías [18]. Las más relevantes consideradas en SCARAB han sido: pérdidas por no cumplimiento de la potencia nominal; pérdidas angulares y espectrales; pérdidas por temperatura; pérdidas por sombreado del generador fotovoltaico; pérdidas por polvo y suciedad, etc. La Figura 1 muestra un ejemplo de los fallos considerados en planta.

Las pérdidas de producción se manifiestan no sólo a nivel eléctrico, sino también a través de la degradación física de los materiales. Se trata de un fenómeno natural que afecta a los módulos fotovoltaicos a través de los denominados modos/mecanismos de degradación: delaminación, decoloración, oxidación, corrosión, rotura, etc. [19].

Actualmente, el método más extendido para la detección de fallos es la termografía, ya que las pérdidas se producen, generalmente, a través de un incremento de temperatura que puede ser detectada mediante una cámara termográfica de mano operada por el personal de mantenimiento [20].

En los últimos dos años, se ha popularizado el uso civil de "drones" o "UAVs" [21,22]. Algunas de las ventajas de la utilización de esta herramienta agrupadas en seis puntos principales son: ahorro de tiempo y eficiencia de mano de obra; solución móvil y flexible; mejor accesibilidad y seguridad; recolección de datos mejorada; mayor precisión; capacidad de ampliación y diversificación de funciones.

A nivel comercial, existen ya empresas que ofrecen servicios de fotografía aérea, inspección de obras, líneas de alta tensión o plantas fotovoltaicas. Este tipo de producto ahorra tiempo en la inspección al facilitar las imágenes de uno o varios *arrays* fotovoltaicos en cada vuelo. No obstante, tienen una autonomía limitada, requieren pilotar, manualmente, el sistema sin ayudas y no ofrecen un software específico del sector fotovoltaico para la detección y/o clasificación de fallos. Se requiere, por tanto, un post-procesado manual por parte de un técnico especializado tal y como se hace actualmente [23].

En el trabajo [24] se diseñó y realizaron pruebas preliminares de un sistema automatizado utilizando drones y cámaras, tanto térmicas como de espectro visible, capaz de procesar los datos y detectar algunos defectos. El objetivo del artículo era demostrar la



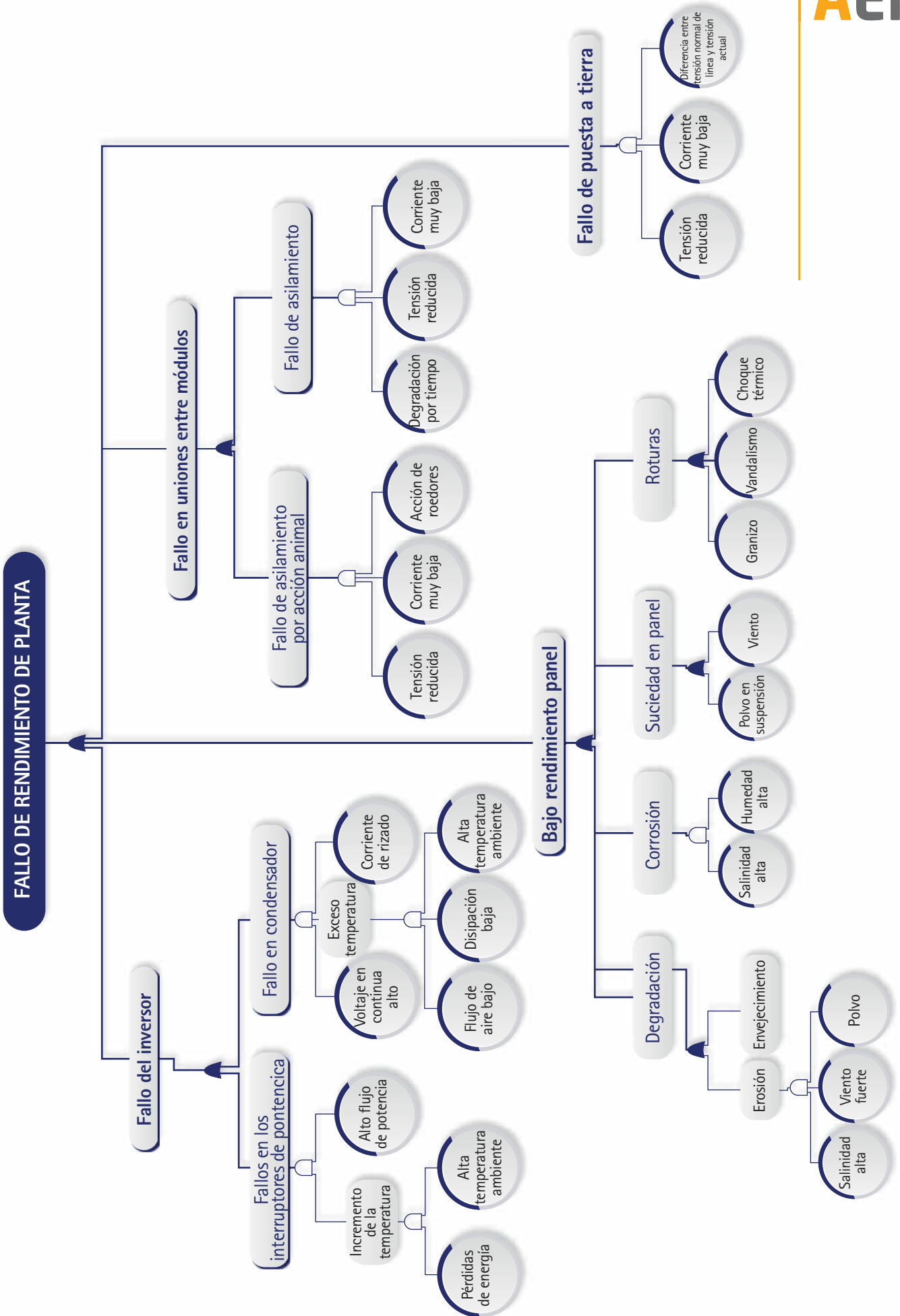


Figura 1. Análisis de fallos en plantas fotovoltaicas



viabilidad de tal sistema y, como conclusión, se afirma que es necesario una mayor investigación para desarrollar el sistema por completo, orientarlo al mercado y ser capaz de proveer servicios O&M avanzados para plantas fotovoltaicas.

El proyecto SCARAB optimiza los modos de vuelo para drones de inspección de paneles fotovoltaicos, debido a que actualmente no existen comercialmente sistemas específicos y adaptados a diferentes casuísticas de plantas solares. Asimismo, ha desarrollado algoritmos de detección y clasificación automática o semi-automática de fallos de los paneles fotovoltaicos, ya que, actualmente, no existen comercialmente sistemas específicos y adaptados a diferentes casuísticas de plantas solares. Asimismo, ha desarrollado algoritmos de detección y clasificación automática o semi-automática de fallos.

El proyecto SCARAB analiza la viabilidad de utilizar sensores con otras tecnologías, como sensores radiométricos de bajo coste que devuelvan valores discretos, más rápidos de adquirir y más fáciles de procesar de manera automática. En función de los resultados, se desarrolló un sistema de medida y un protocolo específicos para plantas fotovoltaicas.

2. Proyecto SCARAB

SCARAB ha estudiado en detalle y caracterizado las causas y los efectos de los fallos más frecuentes en varias tecnologías y configuraciones fotovoltaicas, revisando las prácticas actuales de O&M, y se han definido las oportunidades de mejora. Esto se ha

tomado de referencia para especificar y determinar los requisitos que debe cumplir el diseño de detalle.

Se ha establecido un modelo teórico del funcionamiento de los paneles fotovoltaicos (curva de potencia) en función de los parámetros ambientales y otras variables que influyen en su rendimiento (e.g. Figura 2). Asimismo, se ha creado un análisis de modos y efectos de fallo para diferentes tecnologías fotovoltaicas.

Se han establecido todos los requisitos iniciales que servirán de punto de partida para el desarrollo de la solución propuesta por el proyecto SCARAB. Fundamentalmente, se recogen los requisitos funcionales demandados por el usuario (tipo de fallos a detectar, información de salida que se espera del sistema, etc.), y los requisitos no-funcionales (seguridad, estándares a emplear durante el diseño, protecciones, etc.).

3. Sensores embarcados en drones

Esta actividad ha agrupado todas las actividades necesarias para automatizar las tareas previas a la inspección de los paneles: desplazamiento de un panel al siguiente de forma secuencial; posicionamiento del sensor con el ángulo adecuado respecto al punto a medir. Para cada tecnología de seguimiento (fija, 1-eje y 2-ejes) existen requisitos y limitaciones específicos. En muchos casos se requieren medios de elevación para tomar la medida en el momento en que el panel está orientado hacia arriba, fuera del alcance del técnico. De lo contrario, la medida no se haría en las condiciones adecuadas para detectar fallos. Por este

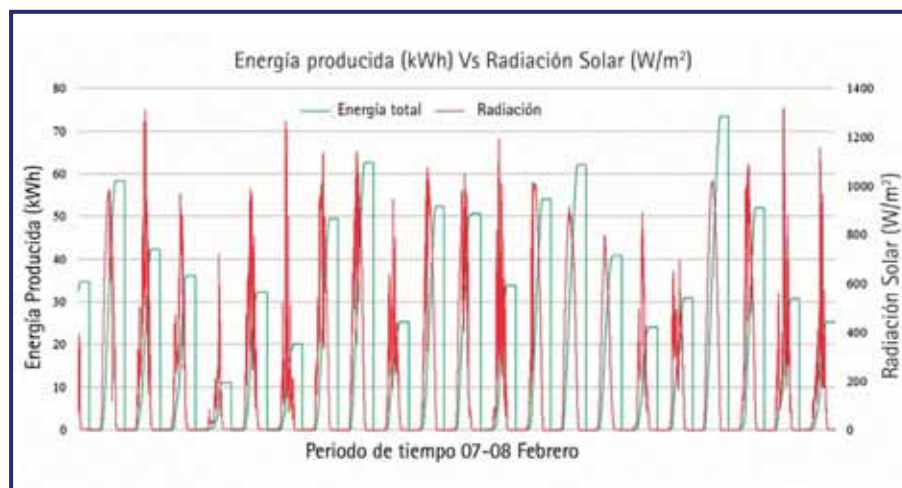


Figura 2. Energía diaria producida en función de la radiación solar durante un mes



motivo, se ha considerado la casuística de las plantas fotovoltaicas y desarrollar un sistema electromecánico (de alimentación, fijación mecánica, delimitación y orientación) para montar los sensores sobre un vehículo aéreo que tenga el rango, la autonomía y la potencia suficientes para ello.

El novedoso sistema de monitorización de la condición consiste en un sensor radiométrico (Figura 3.a), con el fin de medir la radiación infrarroja en un área (Figura 3.c). El sistema cumple con las restricciones fijadas en cuanto a las interfaces eléctricas, electrónicas, mecánicas y de comunicaciones con el resto de componentes, costes, etc. El área exacta de medida depende de la distancia del UAV con respecto a la superficie de medición y no es posible determinar, visualmente, si la medida se está haciendo correctamente (Figura 3.c). Por lo tanto, ha sido necesario implantar un sistema de marcación que indica con la mayor exactitud posible qué se encuentra dentro de la zona de medición para obtener datos fiables. Este sistema está compuesto por varios módulos LED de tipo láser que proyectan puntos sobre la superficie, y una corona con el tamaño e inclinación necesarios para que los módulos LED se ajusten al ángulo del sensor (Figura 3.a).

El registrador de datos está conectado con el marcador láser vía cable mediante un sistema inalámbrico.

El sensor comprende una termopila, una lente de germanio, cuyo ángulo de visión es variable, configurada para captar la radiación infrarroja en un intervalo de longitudes de onda y un termistor configurado para medir la temperatura. El soporte podrá mover el sensor con cuatro grados de libertad (Figura 3.b). También lleva la electrónica de adquisición de datos, así como las interfaces de comunicaciones con el equipo de tierra al que se volcarán los datos (ya sea por cable o de forma inalámbrica). En esta tarea se integran todos los equipos con el fin de realizar pruebas en las condiciones de carga que tendrá en funcionamiento normal.

4. Diagnóstico de paneles PV

Después de la misión de vuelo del UAV, se reciben los datos de los sensores. Para evitar la necesidad de un análisis costoso por parte de un experto en termografía o en la técnica de detección utilizada, SCARAB ha automatizado la interpretación de los datos (ver Figura 4). Para ello, se han desarrollado algoritmos que generan indicadores de fallo, determinan si están fuera del rango de funcionamiento óptimo y clasifican la desviación. De esta forma se consiguen ahorros considerables a nivel de tiempos y costes, que sin duda son determinantes tanto en pequeñas plantas distribuidas como en plantas de varios cientos de MW.

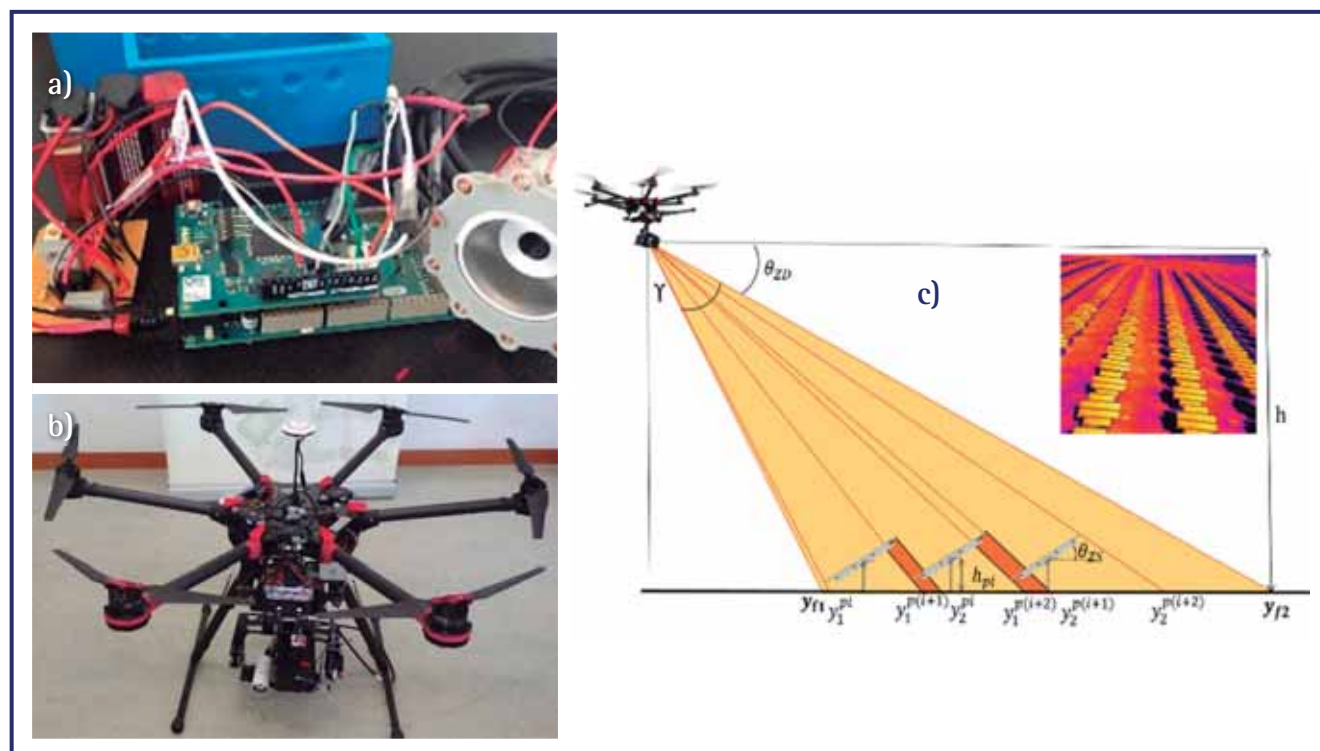


Figura 3. a) Sensor radiométrico, b) UAV y soporte, c) área de inspección



Además de los fallos puntuales que puedan encontrarse durante la inspección de los paneles, es importante detectar pérdidas progresivas de rendimiento que, generalmente, se producen por la degradación de las células o por la suciedad acumulada sobre su superficie. Este objetivo no podría alcanzarse sin tener en cuenta las condiciones ambientales en las que se realizan las medidas y sin disponer de datos históricos. Por tanto, se analizan las variables del SCADA de planta y otras exógenas como, por ejemplo, el precio de la energía, predicciones meteorológicas, etc., desarrollando algoritmos de

correlación de variables, comparación y detección de tendencias con datos históricos.

Estos *inputs* servirán para los algoritmos de tratamiento de datos que detecten los fallos previamente caracterizados. En el caso de que exista, por ejemplo, un fallo en el panel, el sensor devuelve una serie de datos que serán analizados por el algoritmo e identificados como un estado anómalo correspondiente (con una determinada probabilidad) a una rotura y, del mismo modo, para el estado de limpieza del mismo. Estos algoritmos deberán

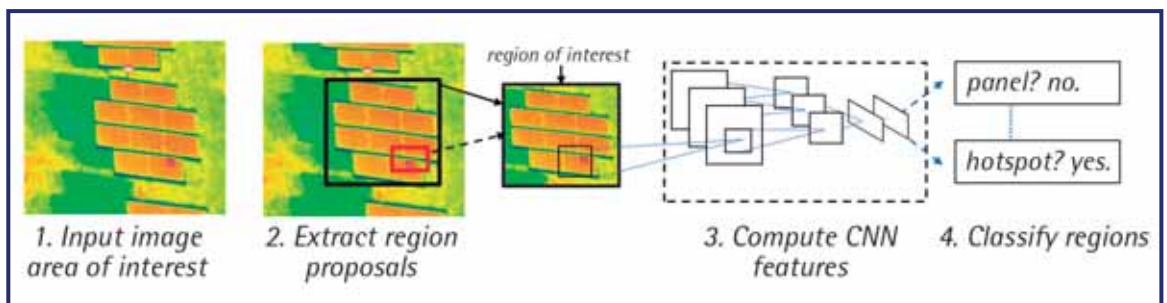


Figura 4. Proceso de diagnóstico de paneles solares

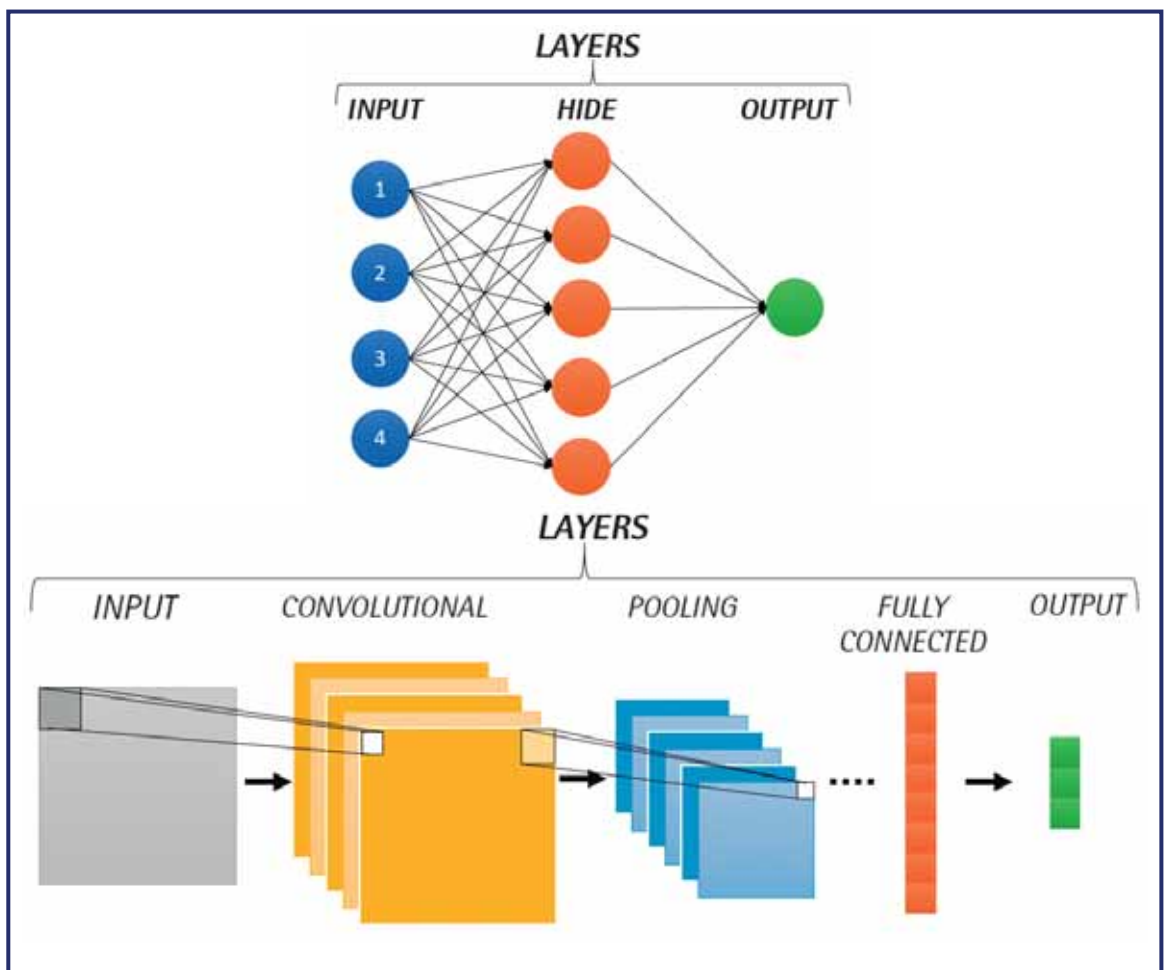


Figura 5. Red neuronal convencional (arriba). Red convolucional (abajo)



considerar no solo los fallos en un determinado instante, sino también la tendencia y la evolución que se prevé. Para ello se han utilizado técnicas de análisis de datos históricos, combinando distintos tipos de señales y, empleando métodos basados en inteligencia artificial, concretamente redes neuronales convolucionales basadas en regiones [25-27]. La Figura 5 muestra el esquema del algoritmo.

5. Optimización de O&M de plantas PV

El disponer de información fiable acerca de la condición de los paneles fotovoltaicos y la planta en su conjunto, no sirve de nada si esa información no se asimila y se utiliza para tomar decisiones que mejoren la situación a través de O&M. SCARAB facilita la información al operador de tal forma que pueda tomar decisiones óptimas. La herramienta considera parámetros no sólo técnicos, sino también económicos, y proporciona una estimación cuantitativa del impacto que tendría una determinada acción sobre el rendimiento del sistema.

Los resultados generados en los paquetes anteriores se utilizan como entrada a éste, donde se emplean

algoritmos de análisis cualitativo y cuantitativo para determinar indicadores como la fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad del sistema, y para decidir qué acciones conviene llevar a cabo teniendo en cuenta tanto el estado de salud como los costes asociados a la planta. Es decir, se determina la estrategia óptima de O&M. El problema se aborda como la optimización de una función objetivo que representa el conjunto de las posibles inversiones a realizar en una planta fotovoltaica sujeta a una serie de restricciones, como son el rendimiento, la inversión a realizar o la disponibilidad, además de las restricciones exógenas como son las condiciones climáticas, permisos, oportunidades de mercado, etc. De este modo, se obtiene un árbol de toma de decisiones para su posterior análisis cualitativo y cuantitativo [28]. Dado el elevado número de restricciones que tendrá el modelo, se genera un problema de tipo *NP-Hard* que no puede ser resuelto mediante métodos clásicos ni exactos. Para ello se emplean métodos metaheurísticos.

6. Conclusiones

El objetivo general del proyecto SCARAB es incrementar la eficiencia y eficacia de las actividades de

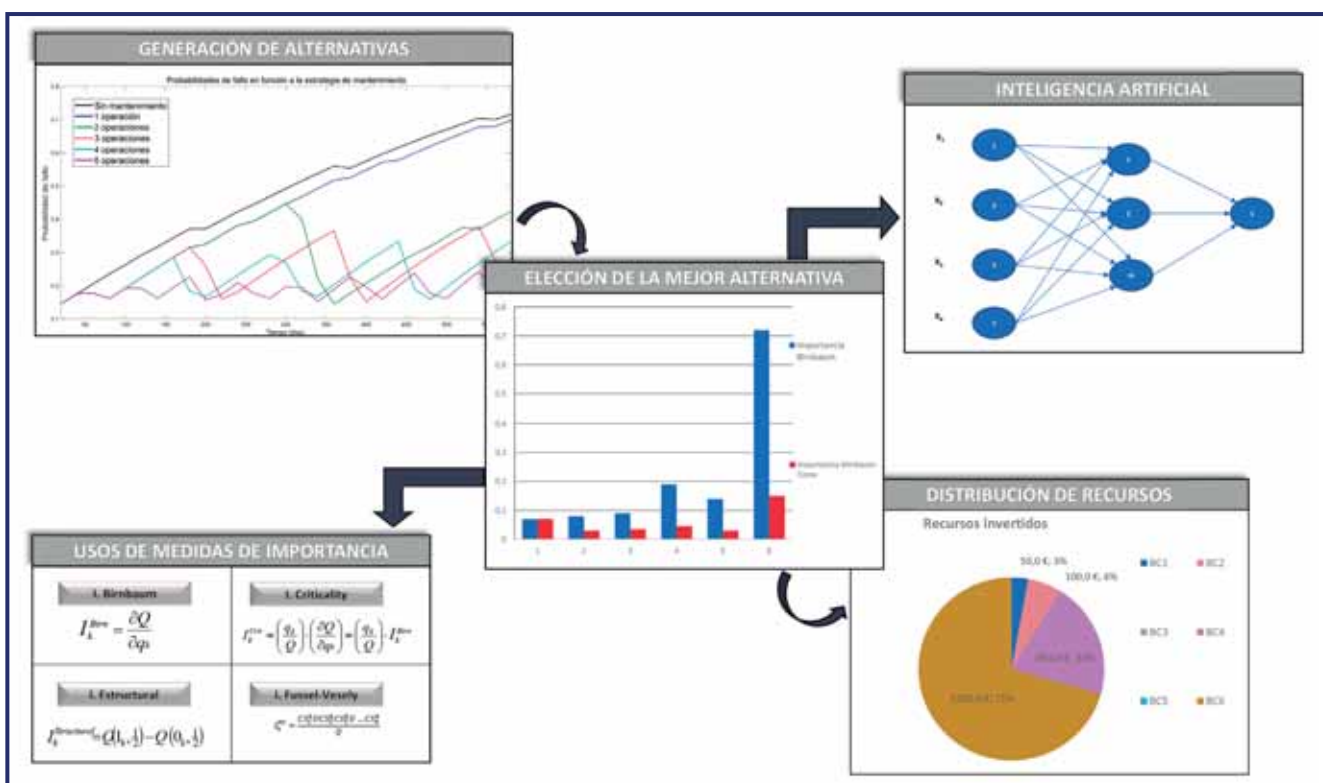


Figura 6. Diagrama ilustrativo de los procesos de soporte a la decisión



O&M en plantas solares fotovoltaicas. Para ello, se han desarrollado nuevas técnicas y tecnologías de automatización de inspecciones, diagnóstico y análisis inteligente de la información en parques fotovoltaicos, que dan soporte a la empresa proveedora de servicios de mantenimiento y mejorarán, notablemente, su competitividad.

Las mejoras que aporta el proyecto a nivel operativo pasan por eliminar medios de elevación para la inspección de paneles, reducir los tiempos de toma de medidas y post-procesado y facilitar la toma de decisiones a fin de realizar las actividades de operación y mantenimiento con los mínimos costes y maximizando el tiempo de vida de la planta.

A nivel técnico, el proyecto SCARAB aborda el desarrollo de nuevas tecnologías en dos ramas:

- Monitorización y tratamiento de señales para la inspección y la detección automática de fallos en paneles fotovoltaicos mediante la utilización de sensores más eficientes. El presente proyecto plantea la automatización del análisis para complementar la reducción de tiempos y costes conseguida con la inspección aérea, mediante la optimización

adicional que se consigue con el diagnóstico automático a partir de los datos recopilados

- Tecnologías de la información, desarrollando algoritmos avanzados de clasificación de fallos, estimación del estado de la planta solar y optimización de estrategias de mantenimiento. El proyecto va más allá del estado del arte actual, desarrollando algoritmos inteligentes empleando los indicadores de fallo detectados con el subsistema anterior y las correlaciones con la información exógena más relevante (potencia producida, climatología, costes de la energía y la mano de obra, tiempos de reparación, etc.). Como resultado, el operador de planta dispone de una herramienta de soporte a la decisión para determinar la estrategia óptima de mantenimiento

Agradecimientos

Este trabajo se ha financiado por el MINECO, Proyectos de I+D, del Retos-Colaboración del Programa Estatal de Investigación, Desarrollo e Innovación Orientada a los Retos de la Sociedad, con el proyecto SCARAB (Ref.: RTC-2016-5694-3).

Referencias

1. Papaelias, M.; Karyotakis, A.; Márquez, F.P.G. *Renewable energies: Business outlook 2050*. Springer: 2018.
2. Marugán, A.P.; Márquez, F.P.G. *Decision making approach for optimal business investments*. In *Advanced business analytics*, Springer: 2015; pp 1-20.
3. Carlos Quiterio Gómez Muñoz, Fausto Pedro García Márquez, "Energy Environment Maintenance Management", 2015 GFEECC International Conference for Energy, Environment and Commercial Civilization, Chengdu, Sichuan, China, 23rd - 27th October 2015.
4. Muñoz, C.Q.G.; Márquez, F.P.G. *Future maintenance management in renewable energies*. In *Renewable energies*, Springer: 2018; pp 149-159.
5. Márquez, F.P.G.; Lev, B. *Advanced business analytics*. Springer: 2015.
6. Pliego Marugán, A.; García Márquez, F.P.; Lorente, J. *Decision making process via binary decision diagram*. *International Journal of Management Science and Engineering Management* 2015, 10, 3-8.
7. Pliego Marugán, A.; García Márquez, F.P.; Lev, B. *Optimal decision-making via binary decision diagrams for investments under a risky environment*. *International Journal of Production Research* 2017, 55, 5271-5286.
8. Stolte, W. *Engineering and economic evaluation of central-station photovoltaic power plants*. Final report; Electric Power Research Inst., Palo Alto, CA (United States); Bechtel Group, Inc., San Francisco, CA (United States): 1992.



9. Ramirez, I.S.; Muñoz, C.Q.G.; Marquez, F.P.G. *In A condition monitoring system for blades of wind turbine maintenance management, Proceedings of the tenth international conference on management science and engineering management, 2017; Springer: pp 3-11.*
10. García Márquez, F.P.; Chacón Muñoz, J.M.; Tobias, A.M. *B-spline approach for failure detection and diagnosis on railway point mechanisms case study. Quality Engineering 2015, 27, 177-185.*
11. García Márquez, F.P.; Pliego Marugán, A.; Pinar Pérez, J.M.; Hillmanssen, S.; Papaelias, M. *Optimal dynamic analysis of electrical/electronic components in wind turbines. Energies 2017, 10, 1111.*
12. Gómez Muñoz, C.Q.; Arcos Jimenez, A.; García Marquez, F.P.; Kogia, M.; Cheng, L.; Mohimi, A.; Papaelias, M. *Cracks and welds detection approach in solar receiver tubes employing electromagnetic acoustic transducers. Structural Health Monitoring 2017, 1475921717734501.*
13. Arcos Jiménez, A.; Gómez Muñoz, C.Q.; García Márquez, F.P. *Machine learning for wind turbine blades maintenance management. Energies 2017, 11, 13.*
14. Muñoz, C.Q.G.; Márquez, F.P.G.; Tomás, J.M.S. *Ice detection using thermal infrared radiometry on wind turbine blades. Measurement 2016, 93, 157-163.*
15. Herrmann, W.; Adrian, M.; Wiesner, W.; Rheinland, T. *In Operational behaviour of commercial solar cells under reverse biased conditions, Proceedings of the Second World Conference on Photovoltaic Solar Energy Conversion, 1998; Citeseer: pp 2357-2359.*
16. Márquez, F.P.G.; Lev, B. *Big data management. Springer: 2017.*
17. Pliego, A.; Márquez, F.P.G. *Big data and web intelligence: Improving the efficiency on decision making process via bdd. In Handbook of research on trends and future directions in big data and web intelligence, IGI Global: 2015; pp 190-207.*
18. Goossens, D.; Van Kerschaever, E. *Aeolian dust deposition on photovoltaic solar cells: The effects of wind velocity and airborne dust concentration on cell performance. Solar Energy 1999, 66, 277-289.*
19. Hooshyar, H.; Baran, M.E. *Fault analysis on distribution feeders with high penetration of pv systems. IEEE Transactions on Power Systems 2013, 28, 2890-2896.*
20. Márquez, F.P.G.; Papaelias, M.; Zaman, N. *Non-destructive testing. 2016. Editorial Intech.*
21. Ramírez, I.S.; Marugán, A.P.; Márquez, F.P.G. *In Remotely piloted aircraft system and engineering management: A real case study, International Conference on Management Science and Engineering Management, 2018; Springer: pp 1173-1185.*
22. Muñoz, C.Q.G.; Gonzalo, A.P.; Ramírez, I.S.; Márquez, F.P.G. *In Online fault detection in solar plants using a wireless radiometer in unmanned aerial vehicles, International Conference on Management Science and Engineering Management, 2017; Springer: pp 1161-1174.*
23. Herraiz, Á.H.; Marugán, A.P.; Márquez, F.P.G. *In Optimal productivity in solar power plants based on machine learning and engineering management, International Conference on Management Science and Engineering Management, 2018; Springer: pp 983-994.*
24. Aghaei, M.; Grimaccia, F.; Gonano, C.A.; Leva, S. *Innovative automated control system for pv fields inspection and remote control. IEEE Transactions on Industrial Electronics 2015, 62, 7287-7296.*
25. Marugán, A.P.; Márquez, F.P.G.; Perez, J.M.P.; Ruiz-Hernández, D. *A survey of artificial neural network in wind energy systems. Applied Energy 2018, 228, 1822-1836.*
26. Benmessaoud, T.; Marugán, A.P.; Mohammedi, K.; Márquez, F.P.G. *In Fuzzy logic applied to scada systems, International Conference on Management Science and Engineering Management, 2017; Springer: pp 749-757.*
27. Jiménez, A.A.; Muñoz, C.Q.G.; Márquez, F.P.G. *In Machine learning and neural network for maintenance management, International Conference on Management Science and Engineering Management, 2017; Springer: pp 1377-1388.*
28. Márquez, F.; Pliego, A.; Ruiz, R. *In Fault detection and diagnosis, and optimal maintenance planning via ft and bdd, The twelfth international conference on condition monitoring and machinery failure, prevention technologies, from sensors through diagnostics and prognostics to maintenance CM, 2015.*



SOLDADURA Y TECNOLOGÍAS DE UNIÓN

Servicios Altamente Cualificados
Highly Qualified Joint Technologies related Services

- SERVICIOS
SERVICES

- CERTIFICACIÓN
CERTIFICATION

- ASISTENCIA TÉCNICA
TECHNICAL ASSISTANCE

- FORMACIÓN
TRAINING

- I + D + i
R + D + INNOVATION

- PUBLICACIONES
PUBLICATIONS

www.cesol.es

C/ Condado de Treviño 2, local F-31 (entrada por Serrano Galvache)
28033 - MADRID
Tlf.: 914758307
Fax: 915005377



CESOL

CONSULTORÍA | CIVA | FORMACIÓN

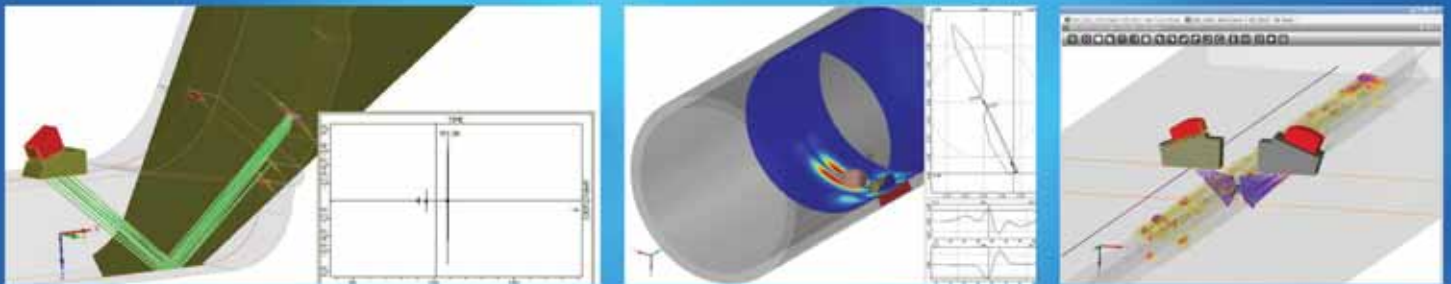
NUESTRA EXPERIENCIA PARA SUS BENEFICIOS

- Demostración de desempeño y calificación
- Diseño y estudios de viabilidad
- Validación de procedimientos
- Valoración

LA PLATAFORMA DE SIMULACIÓN MULTI TÉCNICA LÍDER

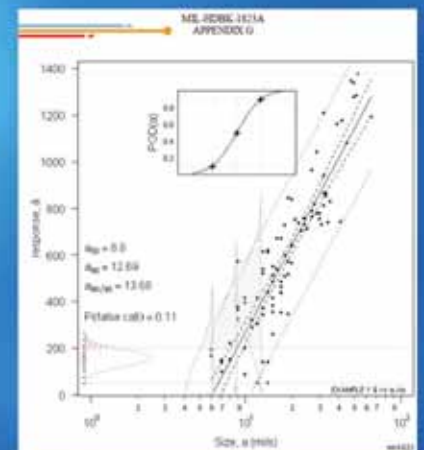


CIVA es la plataforma experta que incluye herramientas de modelado y análisis, asistencia en el diseño y optimización de métodos de inspección en configuraciones realistas.



APRENDER DE LOS EXPERTOS

- Descubre CIVA, sus funcionalidades, pero también conoce sus límites
- Descubre la fiabilidad en los END, aprende sobre los procedimientos y metodologías existentes para la calificación, las normas y las prácticas recomendadas en los END





ANÁLISIS AUTOMÁTICO Y CLASIFICACIÓN DE INDICACIONES DE SOLDADURA EN ADQUISICIONES TFM

Autores: R. Fernández¹, S. Lonne¹, Y. Radovicic², S. Le Berre³, F. Grassin³

¹ *Extende, 14 Avenue Carnot, 91300 Massy, France, e-mail: roman.fernandez@extende.com*

² *Ocean Breeze Energy GmbH & Co. KG, Flughafenallee 11, 28199 Bremen, Germany*

³ *CEA, LIST, DISC, 91191 Gif-sur-Yvette, France.*

Resumen

Ocean Breeze Energy GmbH & Co. KG es el dueño y operador de un parque eólico, *BARD Offshore 1 (B01)*, situado aproximadamente a 100 kilómetros de las costas de Alemania en el mar norte. Este parque eólico contiene 80 Generadores de turbinas eólicas, de 5 megavatios cada una, que totalizan 400 megavatios.

Inspecciones END se realizaron y se realizarán en soldaduras de vigas del parque eólico *BARD1 Offshore 1*. Estas inspecciones se hicieron con el método de focalización en todo punto (TFM) utilizando un sistema *Gekko* (desarrollado por la empresa M2M). Una cantidad de archivos de adquisiciones que representan, aproximadamente, 7 kilómetros de

mediciones debe analizarse en un tiempo muy corto, representando un desafío importante. En este contexto, fueron realizadas mejoras específicas e importantes en el *software* de análisis CIVA para automatizar el trabajo de análisis de los archivos, clasificar las indicaciones presentes en los cordones de soldaduras y generar, automáticamente, una tabla de indicaciones conteniendo todas las informaciones pertinentes según el procedimiento de inspección.

Este artículo tiene como objetivo presentar los desarrollos específicos que se lograron en el *software* de análisis CIVA UT y los resultados de la clasificación automática de análisis e indicaciones de soldadura.

1. Introducción

En la figura 1 se representa el soporte de la estructura utilizada en el parque eólico *BARD Offshore 1*. Se trata de una cimentación que incorpora tres puntos de anclaje en el fondo marino.

Las tres patas o pilotes se juntan a la parte inferior de la torre principal con un soporte en cruz. Las diferentes partes de la estructura mostrada en la figura 1 son estructuras soldadas. La estructura presenta mayormente soldaduras en ángulo tipo conexiones en T y soldaduras a tope. Se supone que la mayoría de los defectos están situados en la raíz de la soldadura en la interfaz entre las dos placas. La detección de estos defectos puede realizarse únicamente por inspección no destructiva.

En este contexto, fueron realizadas inspecciones mediante END y deben realizarse en soldaduras de

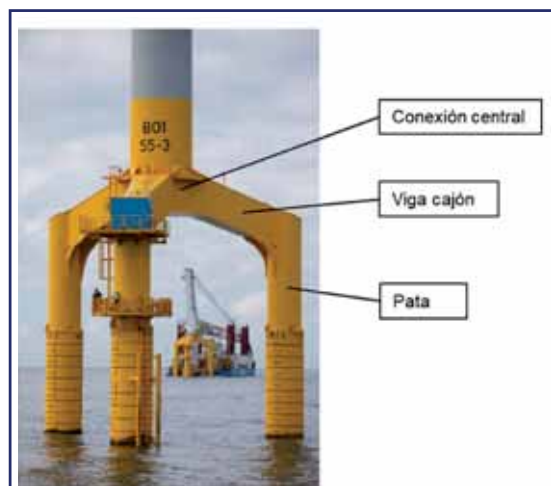


Figura1. Ejemplo del soporte de la estructura



vigas del parque eólico *BARD Offshore 1*. Estas inspecciones se hicieron con el método de focalización en todos los puntos (TFM) utilizando un sistema "Gekko" (desarrollado por la empresa M2M). Una gran cantidad de archivos de adquisiciones, que representan, aproximadamente, 7 kilómetros de mediciones, debe analizarse en un tiempo muy corto, representando un desafío importante. En este contexto, fueron realizadas en el *software* de análisis CIVA mejoras específicas e importantes para automatizar el trabajo de análisis de los archivos, clasificar las indicaciones presentes en los cordones de soldaduras y, generar, automáticamente, una tabla de indicaciones conteniendo todas las informaciones pertinentes según el procedimiento de inspección.

2. Plataforma CIVA

2.1 Panorama de la plataforma CIVA

Las herramientas de simulación y análisis presentes en la plataforma CIVA (2) dedicadas a la simulación de técnicas de END se utilizan ampliamente en la actualidad en diferentes sectores industriales. El *software* CIVA está desarrollado por el *CEA LIST* y se beneficia de la contribución de socios de las industrias y universidades para capitalizar los conocimientos sobre nuevos desarrollos para el modelado de diversas técnicas en una plataforma única.

Los distintos módulos de CIVA dan acceso a varios métodos de END tales como Ultrasonidos (UT), Ondas guiadas (GWT), Corrientes inducidas (ET), Radiografía (RT) y Tomografía radiográfica computarizada (CT). Estos módulos son mayormente módulos de simulación. Sin embargo, el módulo de UT incluye la posibilidad de cargar y analizar archivos de inspecciones mediante UT de distintos formatos. A partir de este módulo proporcionamos también el *software* CIVA de análisis sin la parte de simulación.

Todos estos módulos están disponibles en el mismo entorno, brindando a los usuarios una interfaz gráfica única orientada a las aplicaciones de END. La simulación constituye un beneficio real para optimizar el rendimiento y la rentabilidad de un proceso de este tipo de ensayos.

2.2 CIVA UT

2.2.1 De la simulación al análisis

CIVA es hoy en día un *software* multiusos bien conocido para el modelado de procesos END. Sin embargo, esta plataforma incluye ahora un módulo de análisis para los archivos de adquisición UT. CIVA puede procesar archivos M2M y *Olympus* y proporciona también un *plug-in* permitiendo a los usuarios desarrollar conexiones con otros formatos de datos de adquisición UT. Los principales objetivos de este *software* de análisis son visualizar los datos de adquisición de manera sencilla y comprensible, extraer información avanzada, de manera eficiente, para preparar el informe de análisis y evitar manipulaciones redundantes y operaciones que llevan mucho tiempo, gracias a las posibilidades de personalización de las distintas etapas del análisis y, la creación de patrones que permiten el manteniendo de la trazabilidad del trabajo realizado.

Además de estas herramientas esenciales para el trabajo de análisis, este módulo se beneficia de la experiencia capitalizada a lo largo de los años en CIVA UT para proporcionar a los usuarios herramientas avanzadas (segmentación, simulación sobre adquisición, procesamiento de señales, focalización en todo punto...).

2.2.2 Herramientas principales

Los datos se presentan como datos UT clásicos (*A-Scan*, curva eco dinámica), o con imágenes más avanzadas (*B-Scan*, *C-Scan*, *E-Scan*, ...). También, se pueden visualizar las imágenes, directamente, en la pieza (vista desde arriba, de frente, sección...) y los datos pueden exportarse en la vista 3D junto con la pieza.

El usuario puede personalizar su propia página de análisis y su propio procedimiento de análisis ajustando la paleta de colores, las disposiciones de las distintas ventanas, añadiendo puertas de adquisiciones y sincronizando una puerta a una segunda puerta.

El *software* propone diferentes herramientas para extraer rápidamente la información relevante sobre las indicaciones, como su tamaño a $-XdB$ o aplicar fácilmente algoritmos de segmentación. La tabla de indicaciones ofrece la posibilidad de incluir todas estas informaciones (amplitud, dimensiones, posición, etc.) y extraer el informe final.



Para evitar tareas repetitivas, ahorrar tiempo y facilitar el proceso de análisis, se logró hace unos años un primer paso en la automatización del análisis de archivos que se integró en CIVA. Esta acción se realiza mediante un modelo (plantilla) al registrar algunas de las tareas repetitivas que deberán realizarse automáticamente (añadir una puerta, sincronizar puertas, abrir una nueva pestaña, limitar un juego de datos, definir operadores de análisis, zonas de interés...) Estas operaciones podrán aplicarse automáticamente a otros archivos similares al recurrir al modelo (plantilla). Esta acción puede realizarse también a través de un *batch* en varios archivos.

3. Proceso avanzado de análisis y automatización

Este algoritmo automatizado utiliza varias herramientas estándar de CIVA (tal como la segmentación, tabla de indicaciones, informe y proceso de automatización). Fueron integrados parámetros específicos y la detección de los ecos permanentes de la soldadura en el *plug-in* dedicado a *Ocean Breeze*.

3.1 Datos

Como mencionamos previamente, *Ocean Breeze* adquirió una gran cantidad de datos gracias al método de medición ultrasónica llamada "Focalización en Todo Punto" (TFM) utilizando un sistema *Gekko* en soldaduras en T donde la sonda fue colocada en la conexión "T". La figura 2 muestra la configuración y el resultado TFM no procesado en CIVA.

El trabajo que quedaba por realizar para cumplir con los requisitos era bastante desafiante e implicaba:

- La detección automática de las indicaciones en el conjunto de datos completo por encima de un umbral predefinido utilizando los algoritmos de segmentación de CIVA
- La detección automática de los ecos permanentes generados por los cordones de la soldadura
- Una clasificación geométrica de las indicaciones a partir de un procedimiento definido por *Ocean Breeze*
- Agrupar las indicaciones según reglas dadas, en 3 dimensiones
- Extracción de un informe en el que cada indicación (así como las indicaciones agrupadas) está representada por un elipsoide. El elipsoide se define por la longitud de los tres ejes y sus respectivas orientaciones
- Automatización del procedimiento completo

3.2 Segmentación

El objetivo del algoritmo de segmentación es agrupar señales (ecos) que provienen del mismo defecto y establecer, fácilmente, un informe de examen, aplicando filtros con criterios. Este agrupamiento se basa en un algoritmo que garantiza una asociación más

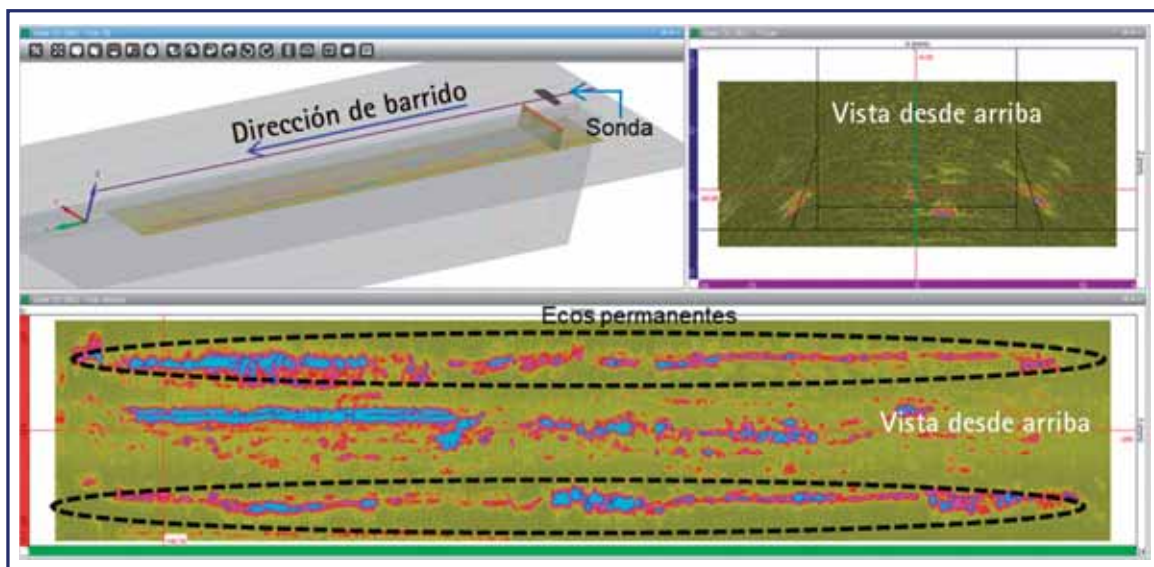


Figura 2. Datos TFM reconstruidos con CIVA



eficiente que un algoritmo geométrico al combinar criterios espaciales y temporales (Figura 3).

La segmentación es un proceso que utiliza datos UT para calcular segmentos que representan los diversos ecos. La segmentación puede ser 2D (aplicada a una sola línea de barrido) o 3D (aplicada a varias líneas de barridos consecutivas). Basado en un umbral predefinido, CIVA registra los puntos (señales) que tienen una amplitud superior a este umbral. Este algoritmo de segmentación no fue desarrollado específicamente en el marco de este proyecto.

3.3 Detección de los ecos permanentes

Teniendo en cuenta que el objetivo final es automatizar el proceso completo y generar una tabla de indicaciones con las indicaciones pertinentes, se hizo un trabajo importante para eliminar los ecos permanentes que provienen de la soldadura. La vista superior de la figura 2 destaca, claramente, el problema relacionado con estos ecos para el procedimiento automático. Mantener estos ecos afectará al análisis automático al

incluir falsas alarmas (falsas indicaciones) en el informe final. Por lo tanto, se han agregado parámetros adicionales en el algoritmo. Estos parámetros filtran la región de interés, donde se aplicara el análisis automático, de acuerdo con la ubicación de la indicación dentro del bisel. Consideran el ancho de la pieza, es decir, la distancia entre los ecos geométricos de las dos costuras de las soldaduras y también las posibles irregularidades en sus perfiles, ya que los ecos permanentes no siempre son, perfectamente, paralelos entre ellos.

Para detectar la posición de los biseles, el algoritmo toma como hipótesis que el sistema de adquisición sigue la soldadura. Como se presenta en la figura siguiente, el algoritmo avanza línea por línea para calcular el número de indicaciones (resultado de la segmentación) en cada línea. Los dos máximos encontrados (esperados en la parte superior e inferior de la imagen) corresponden a la posición de los biseles. Luego, a partir del máximo y en dirección de la parte central de la adquisición, el algoritmo busca la amplitud mínima (número de indicaciones) para definir la extensión del bisel. La parte central de la imagen, entre

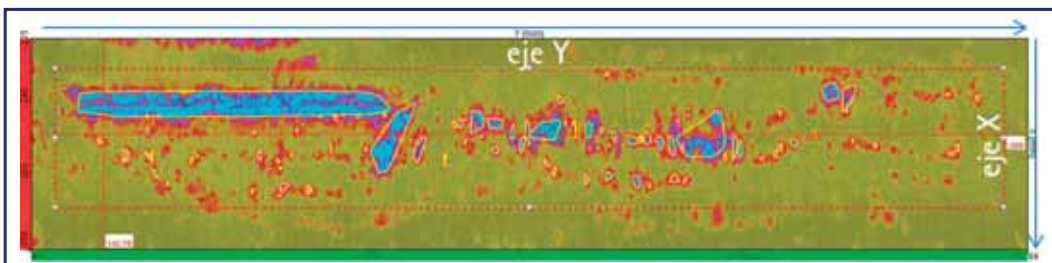


Figura 3. Ejemplo de un resultado de segmentación

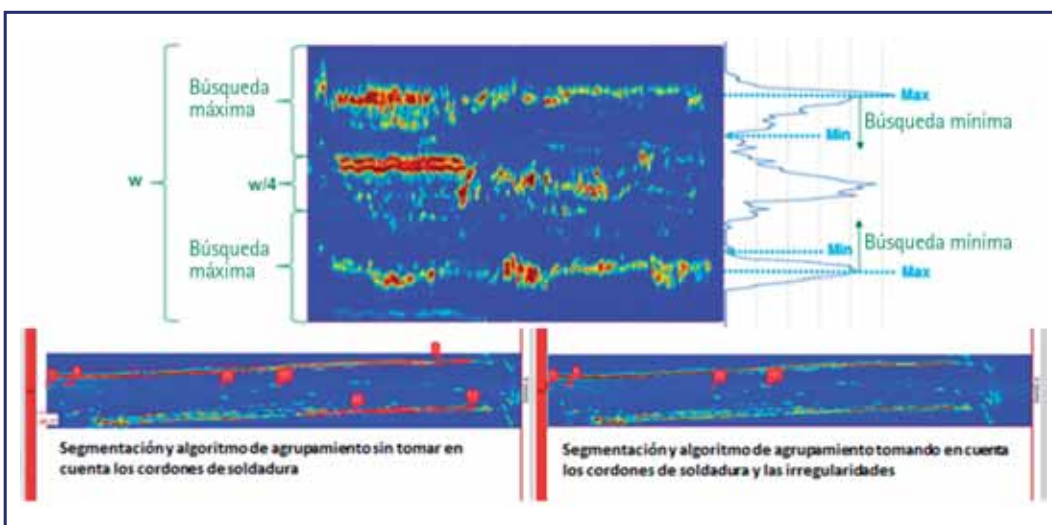


Figura 4. Imagen del filtro de los ecos permanentes del bisel: en la parte izquierda se consideran los ecos no deseados mientras que en la imagen en la derecha estos ecos fueron eliminados de la tabla de indicaciones incluso si esos ecos no son regulares



los dos mínimos, corresponde en la región de interés donde se extraerá las indicaciones pertinentes.

3.4 Agrupación de las indicaciones

3.4.1 Regla FKM

Una vez que la segmentación extrajo todas las indicaciones pertinentes, se elaboró un agrupamiento en el plano X-Y de acuerdo con las reglas FKM como se explica a continuación:

Para defectos vecinos más cercanos que una longitud dada, dependiendo de la indicación más corta como se explica en la figura 5, la especificación fue agrupar, automáticamente, estos defectos para visualizar y anotar una sola indicación.

3.4.2 Región donde se deben agrupar las indicaciones

Sin embargo, esta regla no debe aplicarse a toda la parte inspeccionada sino a una profundidad dada de acuerdo con la especificación y, en función del espesor de la pieza.

En esta región definida, las reglas de agrupación deben aplicarse, fuera de esta región, cada indicación se considera de manera individual y debe ser anotada en la tabla de indicaciones. Esta distinción nos obligó a desarrollar un algoritmo robusto capaz de considerar las diferentes regiones de interés y analizar la indicación individualmente o no.

3.4.3 Consolidación

La última etapa de la fusión de la indicación fue integrarla o no en la tabla de indicaciones de acuerdo con una última regla. Los defectos agrupados, que tienen una longitud menor que un tamaño determinado, deben ser rechazados y, por lo tanto, no deben ser registrados en la tabla de indicación y la base de datos.

3.5 Caracterización de las indicaciones

En la tabla de indicaciones, para cada indicación, información sobre el tamaño, la posición, el máximo de amplitud... están disponibles. Para mejorar la caracterización de cada indicación, el volumen mínimo que contiene el elipsoide representando la indicación se ha calculado utilizando el método de los momentos. Las orientaciones y el tamaño de los ejes de los elipsoides brindan información importante al usuario para evaluar los defectos.

3.6 Automatización y extracción

La última etapa fue automatizar el proceso completo para poder volver a aplicar el algoritmo a otros archivos de adquisición, eliminando el trabajo manual y repetitivo del análisis. La primera etapa de la automatización fue almacenar y aplicar nuevamente todos los pasos del análisis, que consisten en verificar que la región de interés que será utilizada para el análisis

Un grupo de indicaciones debe considerarse como una sola indicación si:

1. La distancia dx es menor que la longitud de la indicación más corta ($dx < \min(2c1, 2c2)$)
2. La distancia dy es menor que la mitad del total del ancho de las dos indicaciones ($dy < a1+a2$)

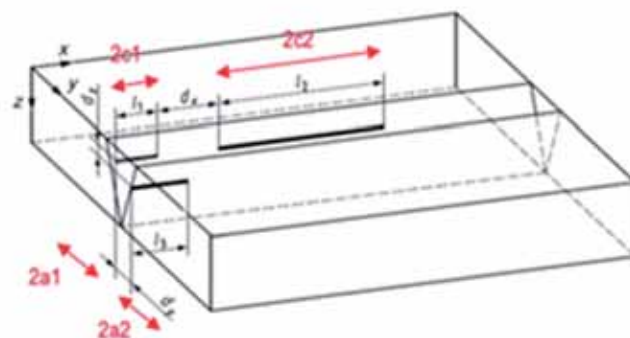


Figura 5. Reglas de agrupamiento



considera el escaneo global del archivo entero, definir las vistas de interés predefinidas y las disposiciones de las imágenes, ajustar la paleta de colores, aplicar las preferencias del operador (como la segmentación), fijar los defectos de interés (con una amplitud superior a un umbral dado), aplicar el requisito de agrupamiento y, registrar todas las indicaciones en la tabla de indicaciones. Todas estas acciones se pueden grabar con la herramienta "plantilla". La aplicación de esta "plantilla" volverá a aplicar automáticamente estas acciones en archivos similares abriéndolos en CIVA y activando la mencionada plantilla.

La última etapa consistió en llevar adelante la

automatización para evitar a *Ocean Breeze* cargar todos los archivos que deberán ser analizados en CIVA. Este desarrollo avanzado permite cargar y procesar los archivos de adquisición a través de un "batch" sin la necesidad de abrir CIVA. Al llamar al archivo adquirido para analizarlo a través de una "plantilla" determinada, la función inicia secuencias de cálculo, sin utilizar la interfaz gráfica de CIVA. Por lo tanto, se puede analizar una gran cantidad de archivos en muy poco tiempo llamando a la "plantilla" predefinida y solicitado en un tiempo óptimo. Una vez que se terminó el "batch", la carpeta que contiene un archivo de adquisición dado contiene finalmente este archivo analizado automáticamente junto con un informe

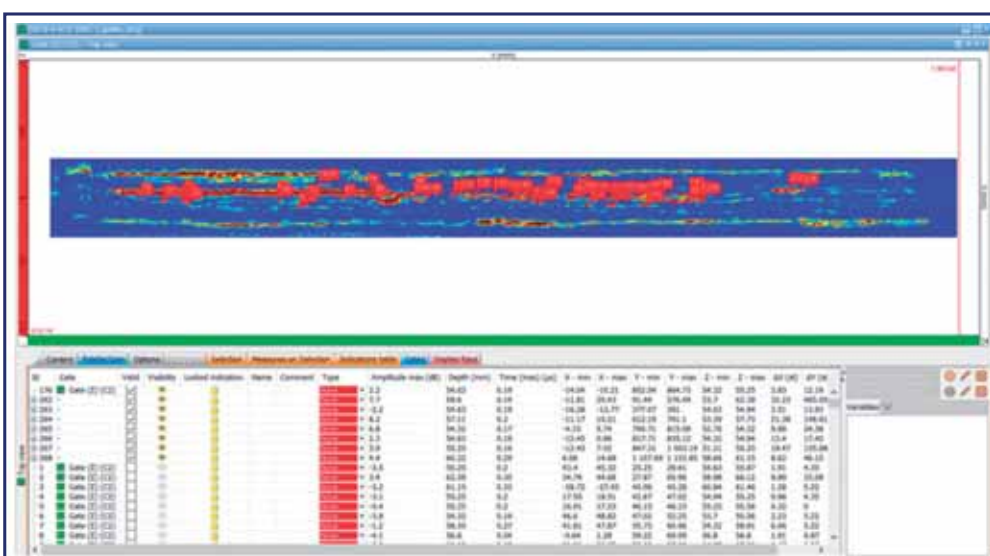
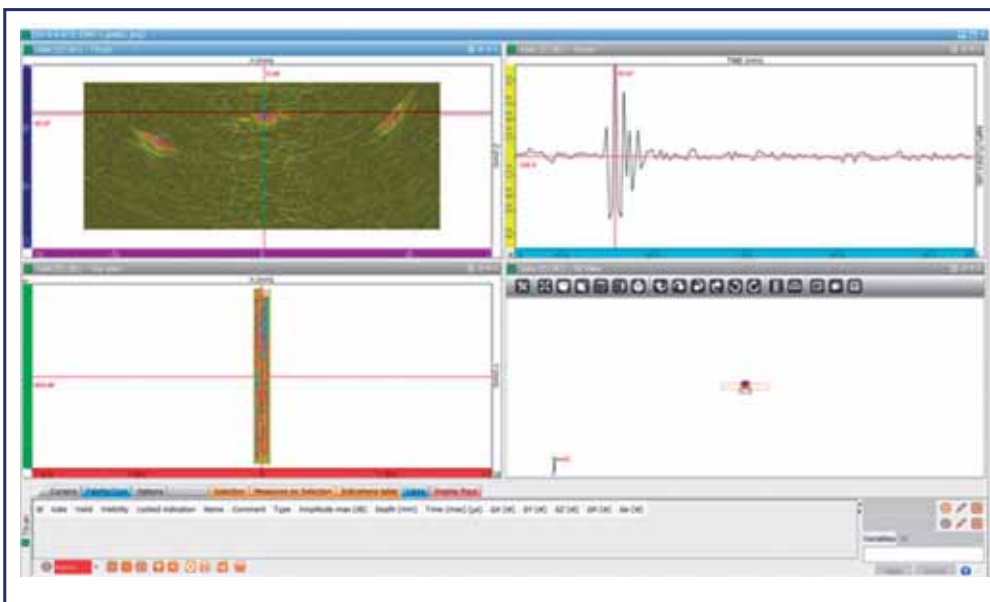


Figura 6. Imagen superior, adquisición bruta no analizada; imagen inferior, misma adquisición analizada automáticamente a partir de las herramientas



CVS que incluye todas las indicaciones, y las informaciones detalladas sobre estas indicaciones (agrupadas o aisladas, tamaño, posición ...). Este informe también incluye la extracción de las elipses equivalentes para los grupos. De estas elipses es posible extraer sus orientaciones y sus dimensiones. Prácticamente, el trabajo de post proceso automático para todo el parque se redujo de un mes a días.

La figura 6 ilustra el trabajo realizado por la plantilla. Esta plantilla incluye en una operación dada las etapas siguientes:

- Disposición de las imágenes definidas por el usuario
- La definición de la región de interés y, por tanto, la dimensión de escaneo
- La detección de las indicaciones por encima de un umbral dado
- La agrupación de las indicaciones de acuerdo con reglas específicas y para una profundidad definida
- La extracción de los ecos permanentes de los cordones de soldadura
- La extracción de las indicaciones en la tabla de indicaciones

4. Conclusiones

A partir del módulo de análisis existente y disponible en el *software* CIVA UT, el CEA realizó específicos desarrollos a través de un "Plug-In" dedicado para

cumplir con los requisitos de *Ocean Breeze*.

El objetivo era optimizar el análisis de una gran cantidad de datos de adquisición TFM obteniendo una detección automática y una clasificación geométrica de los defectos en las soldaduras.

Con el fin de validar este proceso, fue necesario realizar una gran cantidad de análisis manual de datos adquiridos, los cuales fueron comparados con el análisis automático realizado por CIVA. Mediante esta comparación se pudo mostrar una correlación muy precisa en el número de indicaciones, dimensiones y, si estas indicaciones deberían agruparse o no. Incluso en escaneos no lineales, lo que podía dar lugar a una posible integración de indicaciones no deseadas provenientes de los ecos permanentes, los resultados fueron concluyentes.

Hoy en día, *Ocean Breeze* ha automatizado completamente el procedimiento de análisis de sus archivos de adquisición de TFM en CIVA reduciendo, drásticamente, el tiempo de análisis de cada archivo (20 s / un día) mejorando las condiciones de análisis y la confianza en los resultados lo que conduce a un mejor conocimiento de su estructura interna y permite reparar lo que es realmente necesario.

Este proyecto hace que CIVA sea aún más potente en el campo de procedimientos de análisis avanzado, detallado y pertinente que permite al usuario pasar de su adquisición bruta al informe final, al automatizar el proceso de análisis completo, incluyendo la tabla de indicaciones que se puede generar sin ninguna acción por parte del usuario.

Referencias

1. *Ocean Breeze website* <http://www.oceanbreeze.de/en>
2. *Extende website* <http://www.extende.com>
3. *Civa website* <http://www-civa.cea.fr>



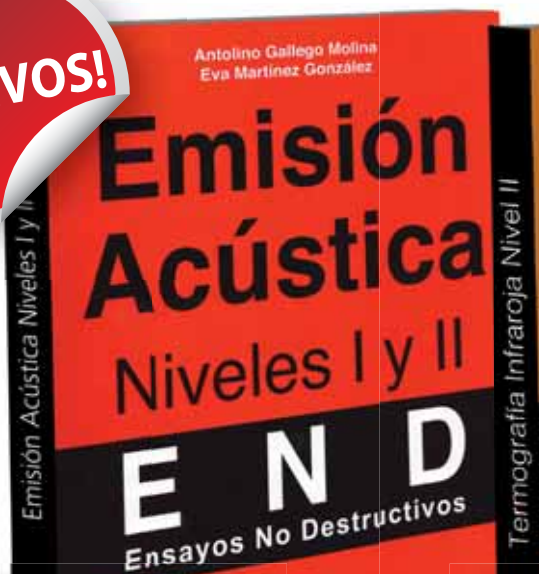


AEND

asociación española de
ensayos no destructivos

PUBLICACIONES

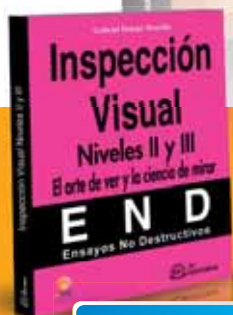
¡NUEVOS!



27€



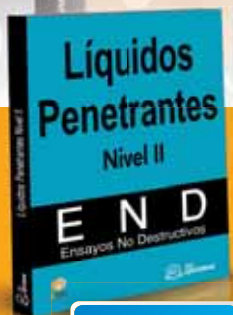
28€



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

TARIFAS de PUBLICIDAD

revista



2018

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 (1)

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 _____ 2018 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.

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 enviarte 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 18

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⁽¹⁾

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 _____, 2018. 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.

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 2018 como miembro



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,

AEND

C/ Bocángel, 28-2º izda.

28028 Madrid

Tfno.: 913 612 585

Fax: 913 614 761

E-mail: informacion@aend.org

www.aend.org

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.

Membership 2018

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,

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.

Nueva Publicación

Ensayos no destructivos

Reúne **230 normas sobre ensayos No Destructivos (END)**, que facilitarán las actividades de inspección y ensayo, de elementos, subconjuntos y conjuntos de cualquier tipo de equipamiento y maquinaria, tanto en las fases de fabricación y montaje, como en las de servicio, y todo ello, de acuerdo con la normativa europea vigente.

Con su aplicación se logrará mayor calidad en los productos y, además, se garantizará que son seguros en su uso.



Grandes ventajas

Selección de las normas, por código, título o sector al que pertenece.

¡Novedad! Su potente buscador ha sido diseñado de manera que se localicen los documentos por:

— **Métodos** de ensayo:

- Certificación
- Emisión acústica (AT)
- Fugas (LT)
- Genérica
- Inspección visual (VT)
- Líquidos penetrantes (PT)
- Métodos de radiaciones ionizantes (RT)
- Métodos electromagnéticos (ET. MFL. MT)
- Ultrasonidos (UT)

— **Submétodos** de:

- Radiaciones ionizantes (RT)
 - Difracción de rayos X
 - Fluorescencia de rayos X
 - Radiografía industrial
 - Radioscopia
 - Tomografía digital
- Electromagnéticos (ET. MFL. MT)
 - Corrientes inducidas
 - Fugas de flujo
 - Partículas magnéticas

— **Aplicación:**

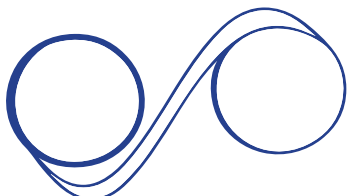
- General
- Equipos
- Evaluación



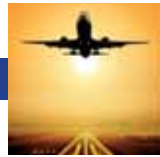
AEND
asociación española de
ensayos no destructivos

913 612 585
www.aend.org
informacion@aend.org

AENOR



Tecnitest



www.tecnitest.com
www.tecnitestNDT.com

ULTRASONIDOS | CORRIENTES INDUCIDAS | LÍQUIDOS PENETRANTES
PARTÍCULAS MAGNÉTICAS | RADIOGRAFÍA DIGITAL | INSPECCIÓN VISUAL

Visiconsult



Cabinas de inspección radioscópica, con manipuladores programables.

Sistemas automáticos en líneas de inspección con Robot y a medida.

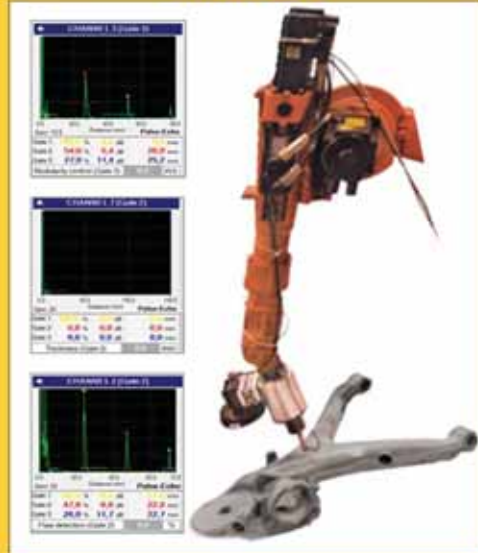
Fiat Panel (DR) y Radiografía Computerizada (CR).

Especialistas en Radiografía Digital, software, X Plus multiplataforma.

Tomografía y reconocimiento automático de defectos ADR.

Módulos: ASTM, EN17636-2, Boeing 7042/44 y NADCAP.

Matvel



Sistema automático para la medición de nodularidad, de espesores y de defectos para piezas de fundiciones.

- Hasta 8 canales independientes.
- Ensayo por contacto en seco o en inmersión.
- Técnicas elegibles: Transmisión o Pulso Eco.

Cuba de Inmersión



Sistemas de inspección por Ultrasonidos automáticos tipo Tanque de inmersión, Gantry o Robotizados.

Con seguimiento de trayectorias de forma robotizada aplicando las técnicas de Pulso-Eco con Phased Array, doble transmisión y transmisión con acoplamiento de agua

Programa de seguimiento de trayectorias personalizable, software de adquisición y evaluación.

Técnicas de Inspección Pulso-Eco, transmisión y doble transmisión.

Monocanal y Phased Array.

UV-365HC SPECTROLINE



RADIOGRAFÍA DIGITAL DISCOVER - DURR



CONDUCTIVIDAD SIGMACHECK 2



EQUIPOS PHASED ARRAY SONATEST - VEO-PRISMA



DETECTORES DE RADIACIÓN MONITOR 200 - SE INTERNATIONAL



VIDEOENDOSCOPIOS EFER - ENDOFLASHER



www.tecnitest.com

www.tecnitestNDT.com

email: comercial@tecnitest.com

Tel: 91 796 14 18



Control de Calidad Industrial

Soluciones para Ensayos No Destructivos



YXLON

Ensayos
Rayos X
Espectrometría
Líquidos
Penetrantes

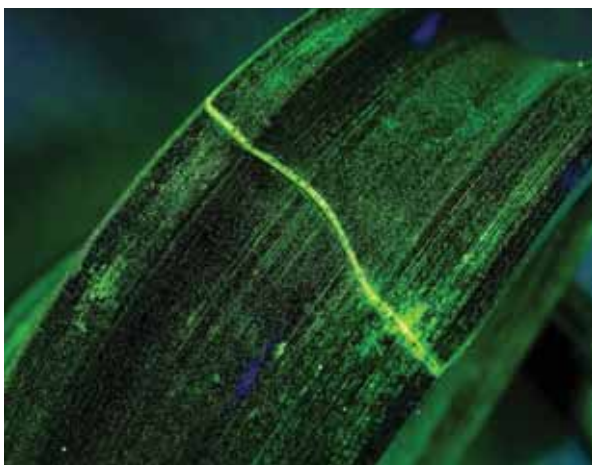
Corrientes Inducidas
Spectrometría

Calidad Control No Destructivos

Industrial

END
Partículas Magnéticas

Soluciones



902 20 30 80

marketing@izasascientific.com

izasascientific.com



**Izasa
Scientific**

A Werfen Company