

DICIEMBRE, 2018

NÚMERO 11

# INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO

EN CANARIAS



Edición digital: [www.tbn.es](http://www.tbn.es)



INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

**TBN**  
SERVICIOS INTEGRALES DE LUBRICACIÓN



# INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO EN CANARIAS

## Director Revista:

D. Luis García Martín  
Director Gerente TBN.

## Comité Técnico:

Dr. José Antonio Carta González  
Catedrático Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Dr. Mariano Chirivella Caballero  
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Dr. Juan Antonio Jiménez Rodríguez  
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

D. Jesús Terradillos Azqueta  
Fundación Tekniker. Eibar. Gipuskoa.

Dra. M<sup>a</sup> del Pino Artilles Ramírez  
TBN. Las Palmas de Gran Canaria.

## Edita y promueve:

TBN- Ingeniería de Mantenimiento Industrial y Servicios Integrales de Lubricación, S.L.

Prolongación C/. Sao Paulo, s/n  
Parque Empresarial Vista Mar – 2<sup>a</sup> Planta  
35008 – El Sebadal  
Las Palmas de Gran Canaria  
Islas Canarias - España  
Tfno.: +34 928 297356  
Fax: +34 928 297891  
Email: [info@tbn.es](mailto:info@tbn.es) - Web: [www.tbn.es](http://www.tbn.es)

## Diseño Gráfico Portada:

TBN, S.L.

## Diseño Gráfico, Maquetación e Impresión:

Gráficas Bordón, S.L.

**Formato:** 21 X 29.7 cm (A4)

**Depósito Legal:** GC-396-2010

**ISSN:** 2174-6052

**Tirada de este número:**

1.000 Ejemplares Gratuitos.

**Periodicidad:** Anual.

**EL PROPÓSITO EDITORIAL:** Permitir el acercamiento de las estrategias y procesos de innovación llevadas a cabo por diferentes empresas e instituciones innovadoras, que sumado a la colaboración de agentes científicos como la Universidad y los Centros Tecnológicos, convierte a esta Revista en una adecuada vía para la transferencia de los conocimientos sobre tecnología a la sociedad. Por tanto, el propósito editorial se erige en ser fuente de conocimiento externo para la innovación en las empresas, potenciando el trabajo conjunto y de cooperación de los diferentes agentes implicados.



La Revista "Ingeniería del Mantenimiento en Canarias" se divulga en:

- **Directorio Latindex**, Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal ([www.latindex.org](http://www.latindex.org)).
- **ÍNDICES-CSIC** (Información y Documentación de la Ciencia en España) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (<https://indices.csic.es/>).
- Portal **JABLE**, archivo de prensa digital de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (<http://jable.ulpgc.es>).
- Portal **RiuNet**, archivo digital de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) (<http://riunet.upv.es>).
- Portal **HISPANA** del Ministerio de Cultura de España (<http://hispana.mcu.es>).
- Portal **EUROPEANA**, el portal del patrimonio documental desarrollado por la Unión Europea (<http://www.europeana.eu>).

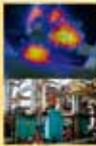
La Dirección de la Revista no acepta responsabilidades derivadas de las opiniones o juicios de valor de los trabajos publicados, que recaerán exclusivamente sobre sus autores.

Queda prohibida su reproducción sin la autorización expresa de la dirección de TBN- Ingeniería de Mantenimiento Industrial y Servicios Integrales de Lubricación.

**Instrucciones y orientaciones a los autores en: [www.tbn.es](http://www.tbn.es)**

## Cordial Saludo:

Luis García Martín, Director-Gerente de TBN.

 <b>El Mantenimiento en el Modelo de Desarrollo de Ecoisla</b> Autor: <i>Antonio Morales Méndez</i> 6-7	 <b>Confiabilidad en Turbinas: Evaluando la Condición de Oxidación y Refrescos de Lubricante</b> Autores: <i>Andrés B. Lantos et al. - Dave Wooton</i> 68-73
 <b>La Habana, los Desafíos de su Transformación en las Últimas Décadas</b> Autor: <i>Patricia Rodríguez Alomá</i> 8-19	 <b>El RGPD Impacta en la Sociedad y en Nuestras Empresas</b> Autor: <i>Leocadio Marrero Trujillo</i> 74-77
 <b>Monitorización de Motores Críticos con Descargas Parciales</b> Autor: <i>Andrés Tabernero García</i> 20-23	 <b>El Monitoreo de Condición Aplicado a la Eficiencia Energética</b> Autor: <i>Carolina Altmann Macchio</i> 78-83
 <b>La Necesaria Evolución de las Profesiones de Ingeniería</b> Autor: <i>José Antonio Galdón Ruiz</i> 24-31	 <b>Factores Claves para la Selección de una Bomba Centrífuga</b> Autor: <i>MSc. Ernesto Primera</i> 84-87
 <b>Aeromotor 555</b> Autor: <i>Fernando Andrés Ojeda Pérez</i> 32-41	 <b>I+D+i Hacia el Desarrollo Acuapónico en las Islas Ultraperiféricas y la Economía Circular</b> Autores: <i>Mariano Chirivella Caballero Juan A. Jiménez Rodríguez Priscila Velázquez Ortuño</i> 88-92
 <b>RPAS/DRONES</b> Autor: <i>Sergio Valdivielso Gómez</i> 42-49	 <b>Rutas Dinámicas de Lubricación</b> Autor: <i>Marc Vila Forteza</i> 93-97
 <b>La Bioseguridad en Áreas Críticas Hospitalarias</b> Autor: <i>Martín González y Santiago</i> 50-60	 <b>Factores Humanos. El Error Humano</b> Autor: <i>Eduardo Serradilla Echarri</i> 98-99
 <b>Estrategias Patrimoniales, Ideando entre Huellas y Preexistencias</b> Autor: <i>Miguel Ángel Fernández Matrán</i> 61-67	 <b>RESEÑAS</b> 100-116



Luis García Martín

Director - Gerente de TBN



## EL MANTENIMIENTO TAMBIÉN ES RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA

Una conocida frase del político y estadista Sir Winston Leonard Spencer Churchill, dice que *“el precio de la grandeza es la responsabilidad”*. Al hilo de esta consigna hilvanaré este saluda.

Tal y como indica nuestro Presidente del Gobierno Insular, D. Antonio Morales, en su artículo que abre esta edición, seguramente todos convendremos en que es mejor mantener que reciclar o que reparar y, en muchas ocasiones, que reponer equipos e instalaciones. Este último supuesto nunca debería de acontecer porque se hayan vuelto “viejos” por falta de cuidados, sino por “obsoletos”.

Las estadísticas dicen que la pérdida de eficacia de los equipos e instalaciones viene dada de la siguiente manera: obsolescencia (15%), degradación de la superficie (70%) y accidentes (15%). Subdividiendo la degradación, tenemos la corrosión (20%) y el desgaste (50%). Y esta última se ramificaría en fatiga, adhesión y abrasión.

De forma paralela, contamos con el dato de que **el 30% del consumo mundial de la energía, se pierde en forma de calor debido a la fricción**. Independientemente del impacto económico de este consumo, no cabe duda que la **Tribología** (ciencia que estudia el **rozamiento** o fricción, el **desgaste** y la **lubricación**) no solo influiría en la seguridad y la fiabilidad las máquinas (y por ende en la seguridad de las personas), sino en las políticas de **sostenibilidad medioambiental** que aborden las empresas e instituciones.

Comparto con los lectores otra frase del célebre británico: *“nunca me preocupo por la acción, sino por la inacción”*. A modo de ejemplo, diré que en Canadá hace muy poco tiempo, hubo que crear una comisión de investigación para analizar qué estaba sucediendo con el lamentable estado de las instalaciones públicas, después de haber invertido ingentes cantidades de dinero en su construcción. Se trataba de determinar cuál debería de haber sido el costo de mantenimiento para preservar dichos activos, costo que no se tuvo en cuenta en su debido momento.

No hemos acabado de desayunarnos con las pérdidas de vidas humanas por la corrosión y oxidación en el puente de Génova (Italia) y estamos cenando con las decenas de fallecidos en el incendio del Norte de California (Estados Unidos de América). Todo apunta a que la causa del incidente ha sido la falta de mantenimiento de las líneas de alta tensión que atraviesan este estado del Pacífico.

Y ahora toca preguntarnos: ¿Hacemos los suficientes Ensayos No Destructivos, Técnicas Predictivas, Preventivas y Proactivas y la pertinente Gestión de Mantenimiento para evitar estos problemas?

Entonces, ¿no debería ser el **mantenimiento** parte de nuestra política de **Responsabilidad Social Corporativa**?

Para profundizar en estos temas, les invito a asistir al **II Congreso Internacional de Ingeniería del Mantenimiento en Canarias** que promueve y organiza esta empresa, los próximos días 28 y 29 de marzo de 2019 en la Institución Ferial de Canarias (INFECAR), y que estará integrado en el marco de la 42ª edición de la Feria Internacional del Atlántico que organiza el Cabildo Insular de Gran Canaria. En la primera edición se inscribieron casi 700 personas, lo que demostró una alta preocupación e interés por esta disciplina.

Con esta décima primera edición de la Revista, hemos superado el millar de páginas con artículos y reseñas técnicas sin publicidad alguna: pura transmisión de conocimiento ingenieril. Si las juntáramos todas en un solo libro obtendríamos un ejemplar tan extenso como alguna de las obras incluidas en una biblioteca, como la representada en la portada de este número, que siempre nos evoca el sentimiento de un lugar donde se atesora el conocimiento. Nos congratulamos por ello y damos las gracias a todos los autores, por su extraordinaria responsabilidad y compromiso a la hora de regalar ese conocimiento a la sociedad.

Luis García Martín es:

- **Presidente del Comité de Canarias de la AEND (Asociación Española de Ensayos No Destructivos).**
- **Responsable de Formación en Canarias de la AEM (Asociación Española de Mantenimiento).**
- **Presidente de 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).**
- **Presidente del Comité Organizador del Congreso Internacional de Ingeniería del Mantenimiento en Canarias.**
- **Miembro de ASTM (American Standard Test and Methodology-comité DO2 Lubricantes y Petróleo).**
- **Miembro de STLE (Society of Tribologists and Lubrication Engineers).**
- **Miembro de AEC (Asociación Española para la Calidad).**
- **Miembro de ICML (International Council for Machinery Lubrication).**
- **Miembro impulsor de la RAI (Real Academia de Ingeniería).**
- **Integrante del Grupo de Cooperación Internacional para la Enseñanza Técnica y el Desarrollo e Innovación de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.**

# El Mantenimiento en el Modelo de Desarrollo de Ecoisla



Antonio Morales Méndez

Excmo. Presidente  
Cabildo Insular de Gran Canaria

**H**ace más de 40 años, el Club de Roma encargó a Donella y Dennis Meadows un estudio sobre la economía y el medioambiente del planeta que se publicó bajo el título de los *“Límites del Crecimiento”*. Una de las tesis centrales de este trabajo es que “la tierra es finita” y que, consiguientemente, no nos podemos permitir un crecimiento ilimitado de la población, de los bienes materiales o del consumo energético. Varias décadas después sabemos que sus afirmaciones andaban en lo cierto, más aún en el presente contexto de calentamiento global del planeta. En consecuencia, se hace necesario un cambio de un modelo de crecimiento lineal y desarrollista hacia uno circular y sostenible.

Incluso la Comisión Europea se ha manifestado de manera inequívoca al respecto. En el manifiesto *Economía Circular. Conectar, crear y conservar* el valor destaca que *“La mejor manera de entender la economía circular consiste en fijarnos en los sistemas vivos naturales, que funcionan de forma óptima porque todos sus componentes encajan en el conjunto. El diseño de los productos está deliberadamente adaptado a los ciclos de los materiales. Como resultado, se produce un flujo de materiales que conserva su valor añadido durante el mayor tiempo posible, con un residuo remanente prácticamente nulo.”*

Ese debe ser el horizonte que debe guiar la transformación del modelo de desarrollo de Gran Canaria hacia lo que hemos venido a llamar como

*“ecoisla”*. Nuestra condición insular y nuestra posición geográfica comportan límites aún más restrictivos que hemos despreciado históricamente, y tenemos que asumirlos seria y profundamente. Nuestro territorio es limitado y ya soporta una enorme carga. Tenemos que impulsar un desarrollo auténticamente sostenible, alternativo, limitado y creador de bienestar.

Y la sostenibilidad nos lleva de la mano a la soberanía alimentaria, energética o medio ambiental. Esta necesidad nos obliga a ser muy cautos con la utilización que hagamos de nuestro territorio y de nuestros limitados recursos naturales. Nos fuerza a mejorar nuestros niveles de autonomía energética y apostar, tal y como expresaba al comienzo, por la economía circular. Y es ahí donde se encuentra el papel fundamental de la ingeniería del mantenimiento en el modelo de desarrollo que defendemos para Gran Canaria.

La economía circular implica optimizar los rendimientos de los recursos buscando su utilidad máxima en todo momento. Esto implica diseñar para “refabricar”, reacondicionar y reciclar para mantener los componentes y materiales circulando y contribuyendo a la economía. Los sistemas circulares, por ejemplo, priorizan el mantenimiento en lugar de reciclaje cuando resulta posible, evitando así el despilfarro de energía en todas sus variantes. Por lo tanto, contribuye a la ecoeficiencia y a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Las principales reducciones se consiguen en el menor uso de recursos, el me-

mejor uso de la energía, evitando pérdidas y fomentando el aprovechamiento más racional. Es un componente esencial de la soberanía energética.

En una sociedad en la que el “Internet de las cosas” se hace presente en todos los rincones, se espera que para el año 2020, cuarenta mil millones de dispositivos estén conectados a la nube global. Probablemente en el futuro todo estará conectado a la misma, desde los contenedores hasta los edificios o el ganado. Esta interconexión permitirá el seguimiento de la eficiencia y un mantenimiento predictivo que, incluso hoy, nos podría parecer inconcebible.

Por otro lado, en un territorio como Gran Canaria, la cultura del agua es de vital importancia. El mantenimiento resulta esencial en todas las infraestructuras, instalaciones y equipos que intervienen en cualquier ámbito que esté implicado en la obtención, tratamiento, almacenamiento o distribución del agua. Este es un aspecto fundamental que repercute en la soberanía hídrica y, por ende, en la soberanía energética.

Por último, el mantenimiento juega un papel fundamental en la reducción de residuos, en la

salud ambiental, en la calidad de las infraestructuras públicas o privadas o en la seguridad alimentaria. Es, por tanto, una actividad transversal cuya relevancia será directamente proporcional al nivel de transformación de nuestro modelo de desarrollo hacia la sostenibilidad.

Por ello, me gustaría reivindicar desde aquí la necesidad de cambiar el marco regulativo del mantenimiento para que promueva la aplicación de técnicas de mantenimiento predictivas o Ensayos No destructivos (END) que aseguren una actuación proactiva. Por otro lado, desde mi punto de vista también es necesario revisar el papel del mantenimiento en los currículos de la formación profesional, así como de la universitaria. Debemos preparar a las generaciones futuras para una economía que ya no podrá estar basada en «tomar, hacer y tirar», puesto que nos ha tocado vivir una época en la que estamos obligados a repensar el papel que queremos que jueguen los recursos materiales y la energía en el planeta y, por tanto, en Gran Canaria. Estoy absolutamente convencido de que la ingeniería del mantenimiento tendrá mucho que decir y aportar para colaborar en la tarea común de construir una “ecoisla”.



# La Habana, los Desafíos de su Transformación en las Últimas Décadas



Patricia Rodríguez Alomá

Directora del Plan Maestro  
Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana

## 1. LA HABANA, “RARA AVIS” EN EL PANORAMA URBANO REGIONAL

**L**a Habana, ciudad heterogénea y singular, cuenta con una característica que la distingue de cualquier capital latinoamericana por no haber sufrido el auge constructivo de los años sesenta ni sus consecuencias “modernizadoras”, inconscientes e insensibles al patrimonio. Igualmente, se evitó el avasallamiento de la especulación inmobiliaria que en otras ciudades latinoamericanas igualaron barrios enteros con un lenguaje arquitectónico impersonal, creando manchas de anonimato sobre las antiguas zonas tradicionales.

Por el contrario, los profundos cambios sociales vividos en la Isla a partir de 1959 hicieron que la capital quedara relegada por asuntos más urgentes a resolver en otras zonas del país. Las estrategias de desarrollo se dirigieron hacia otras ciudades, en la búsqueda de un equilibrio de las mismas en relación con la capital, lo que provocó una situación paradójica pues, por una parte, la ciudad se “congeló” y se conservó en su esencia al no haber transformaciones sustanciales que modificaran su imagen; pero, por otra parte, la falta de un mantenimiento sistemático dio lugar a un deterioro del fondo edificado de peligrosa magnitud, sobre todo, en los sectores centrales. Esta realidad trajo como consecuencia que la ciudad se haya conservado hasta llegar a un período en

que se le pueden reconocer sus grandes valores culturales mientras que, al mismo tiempo, su alto nivel de deterioro supone un enorme reto para su salvaguarda.

Desde su centro histórico, entrañable y valioso, hasta los barrios más alejados de las zonas centrales, la ciudad ha conservado su discurso de crecimiento de manera ininterrumpida. Se dice que es la ciudad ideal para impartir una clase de arquitectura y urbanismo, pues permite apreciar las diversas corrientes y estilos en el paulatino devenir del desarrollo urbano.

La Villa de San Cristóbal de La Habana fue fundada en 1519 y su crecimiento no siguió al pie de la letra los diseños de las Leyes de Indias; su cuadrícula no es estrictamente ortogonal y el concepto de Plaza Mayor no perduró en el tiempo, pues su plaza fundacional devino al poco tiempo en Plaza de Armas; las actividades cívicas, religiosas, comerciales y portuarias, entre otras, demandaron rápidamente espacios donde desarrollarse, por lo que fue surgiendo un sistema de centralidades desde épocas muy tempranas. La ciudad desbordó sus murallas hacia mediados del siglo XVIII y ya en el XIX, la ciudad extramuros es tan amplia como la intramural. Con la supresión de los muros defensivos se genera un área de marcada centralidad lúdica en el ejido de las murallas, de altísimos valores monumentales, que fue reforzada en las primeras décadas del siglo XX.

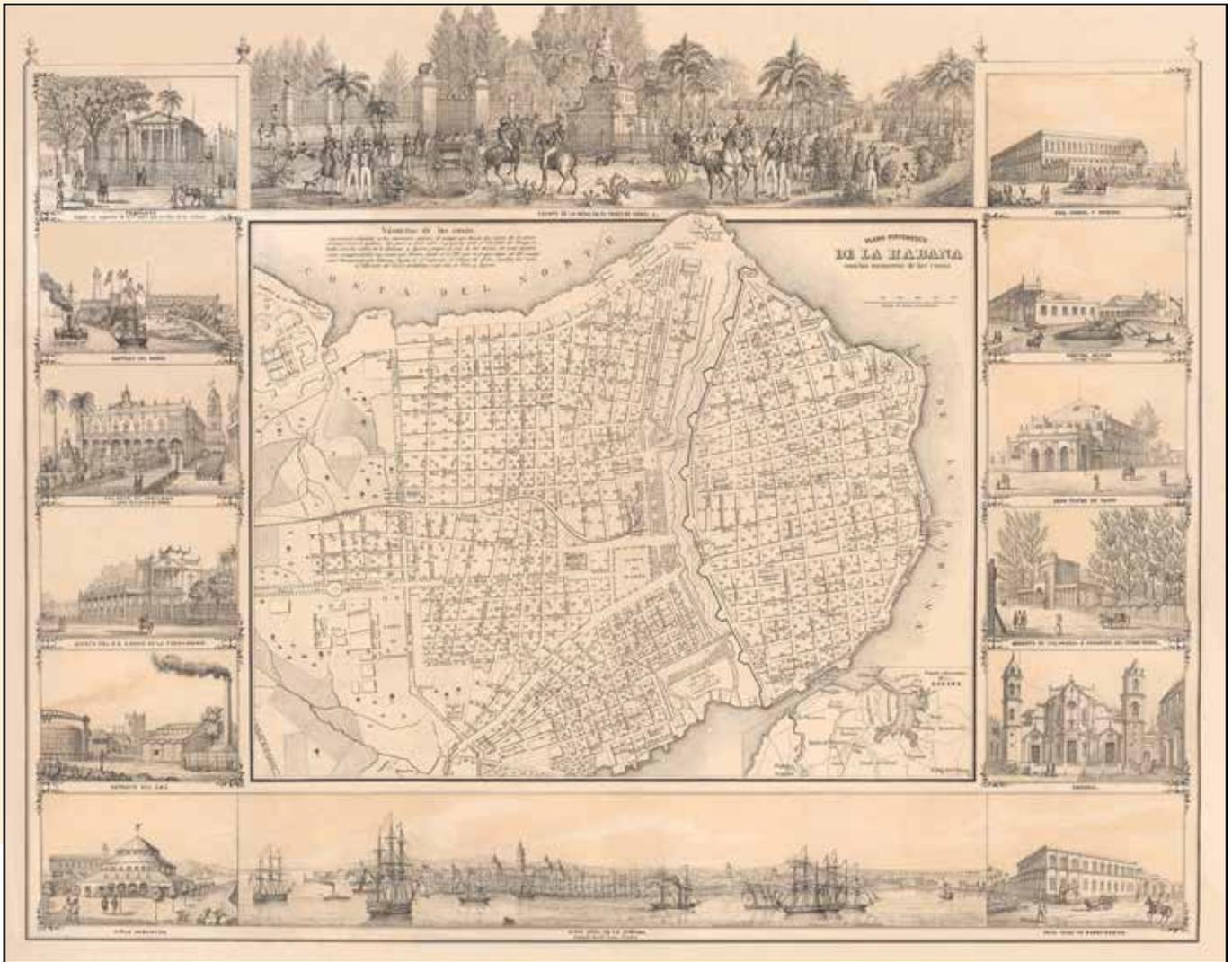


Foto N° 1: Plano de La Habana, elaborado por José María de la Torre.

La Habana continúa su crecimiento hacia el oeste (la bahía siempre fue un límite importante al crecimiento hacia el este), paralela al mar, con el surgimiento de barrios aristocráticos; y hacia el sur, siguiendo los antiguos caminos y calzadas, generalmente con los suburbios populares. En las primeras décadas del siglo XX ocurre un gran boom constructivo y la ciudad se extiende extraordinariamente hasta llegar a sus actuales límites alrededor de los años cuarenta. A mediados de los cincuenta, con la aparición del concepto de "propiedad horizontal", se concentraron una serie de edificios altos en el litoral de El Vedado, que perfilaron la urbe moderna.

La construcción del túnel bajo la bahía, en 1958, abre la oportunidad de crecimiento hacia el este, con planes de trasladar hacia esa zona el centro político administrativo de la urbe, idea que queda interrumpida al triunfo revolucionario. En las décadas siguientes, se desarrollaron en esa

dirección múltiples asentamientos residenciales, de diferentes calidades urbana y arquitectónica, siendo las más recientes las relacionadas con la celebración de los Juegos Panamericanos de 1991.

Se puede considerar que el desarrollo de la ciudad en las últimas décadas ha sido armónico y que las operaciones urbanas no han sido traumáticas; lo nuevo no se ha construido sustituyendo las estructuras tradicionales, y se ha edificado hacia las periferias. Destacan una serie de conjuntos habitacionales, educacionales, científicos o deportivos. En los años sesenta el conjunto habitacional de La Habana del Este y el educacional de las Escuelas de Arte; en los setenta el conjunto universitario politécnico CUJAE y el desafortunado barrio dormitorio de Alamar; en los ochenta la Villa Panamericana y su conjunto de edificaciones deportivas y el Polo Científico, asociado a una nueva plataforma de desarrollo económico



Foto N° 2: Plano de La Habana, elaborado por Esteban Pichardo, 1881.

basada en el fomento de las ciencias. La ciudad, a lo largo de los años, mejoró también sus infraestructuras de transporte, básicamente las relacionadas con el puerto y el nuevo aeropuerto y algunos accesos viales de gran importancia, que garantizan su accesibilidad e interconexión con la red nacional.

Sin embargo, siguió padeciendo de una crónica falta de mantenimiento del gran fondo edificado y de los espacios públicos. Las redes de infraestructuras recibieron mejoras pero no son suficientes aún. La Habana ha ido avanzando a un ritmo lento en alguna medida dada la condición de nación en vías de desarrollo, en un contexto de bloqueo económico.

A inicios de la década de los noventa, todo proceso de desarrollo quedó abruptamente interrumpido pues con la caída de los gobiernos de la Europa Socialista, el país se vio obligado a repositionarse en la escena internacional y reconvertir su economía para insertarse en el mercado

global sin renunciar a los logros sociales obtenidos, lo cual supuso un gran reto.

## 2. LA HABANA VIEJA, BREVE RESEÑA DE SU RECUPERACIÓN

En 1978 se declaró al Centro Histórico Monumento Nacional y en 1981 comenzaron los trabajos de restauración. En 1982 se le reconoció su carácter de Patrimonio Cultural de la Humanidad.

Consciente de la responsabilidad que significa la deferencia de compartir con el mundo un bien que es patrimonio cultural, la Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana<sup>(1)</sup> (OHCH) fue responsabilizada desde 1981 por la más alta dirección del país con la restauración de la Habana Vieja, primero bajo un esquema de asignación financiera central; posteriormente, y bajo el escenario de la peor crisis económica que viviera el país en las últimas décadas, bajo un concepto de descentralización económica y reconocimiento

de una autoridad única responsable por el desarrollo integral del territorio.

El Centro Histórico de La Habana, de 214 hectáreas con 3.370 edificaciones (de ellas 551 monumentos arquitectónicos de primera categoría) y con una población que asciende a 66.742 personas que habitan en 22.623 viviendas, fue declarado Zona Priorizada para la conservación mediante el decreto Ley 143 de octubre de 1993 y Zona de Alta Significación para el turismo por el Acuerdo 2951 del Consejo de Ministros, de noviembre de 1995.

Desde 1994, se dio un impulso fundamental al proceso de rehabilitación, que permitió la ampliación de la estrategia de intervención. El Plan Especial de Desarrollo Integral<sup>(2)</sup>, coordinado por la Oficina del Plan Maestro, adscrita a la OHCH, planteó desde un inicio trabajar en cuatro direcciones muy bien definidas: la concentración de la inversión en sectores de altos valores y gran potencialidad; la recuperación de corredores que vinculen estas zonas (ambos asociados al Sistema de Centralidad Principal del Centro Histórico<sup>(3)</sup>); la creación de focos dinamizadores en el interior de la trama profunda (asociados al Sistema de Centralidad Secundaria del Centro Histórico<sup>(4)</sup>) y la acción aislada en edificaciones de gran interés cultural y socioeconómico.



Foto N° 3:  
Plan Especial de Desarrollo Integral -PEDI 2030. Tipologías.

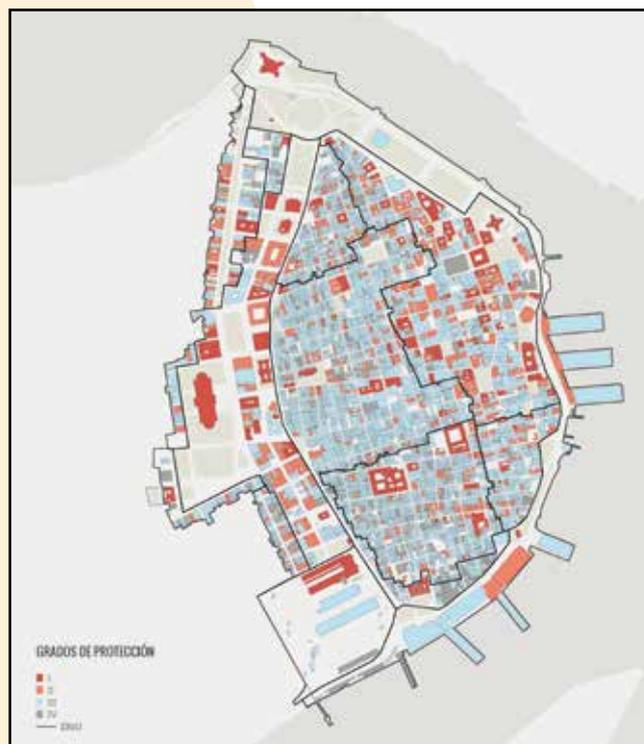


Foto N° 4: Plan Especial de Desarrollo Integral -PEDI 2030. Grados de Protección.

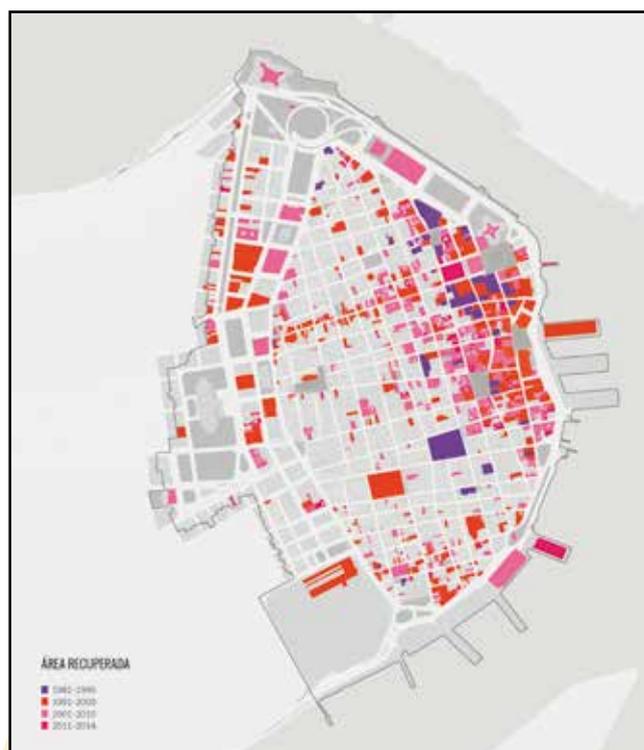


Foto N° 5: Plan Especial de Desarrollo Integral -PEDI 2030. Área Recuperada.

También fueron definidas tempranamente las cinco políticas irrenunciables que pautaron, desde entonces, la obra rehabilitadora:

1. Hacer de la cultura el eje transversal del desarrollo integral del Centro Histórico.

2. Proteger el patrimonio heredado a través de un Plan Estratégico de Desarrollo Integral, con fuerza legal, que armonice la conservación de los valores culturales con las necesidades del desarrollo socioeconómico local, a partir del ordenamiento territorial y urbano, y la aplicación de novedosos mecanismos de gestión del desarrollo local.
3. Conservar el carácter residencial del Centro Histórico garantizando la permanencia de la población arraigada, según los parámetros de habitabilidad que resulten más apropiados, convirtiéndola en principal protagonista y beneficiaria de la obra rehabilitadora.
4. Dotar al territorio de una red de servicios e infraestructuras técnicas adecuadas y contemporáneas.
5. Promover el desarrollo local sostenible y auto-financiado, a través de la responsable puesta en valor del patrimonio cultural.

Con el perfeccionamiento del instrumento rector, fueron definidas también un conjunto de premisas para organizar mejor el conjunto de acciones orientadas a la recuperación desde las diversas dimensiones.

### 2.1. Premisas del Desarrollo Integral

- Garantizar la sostenibilidad institucional a partir de la gestión de un proceso eficiente, racional, equitativo, confiable y continuo.
- Garantizar la sostenibilidad cultural a través de la consolidación del patrimonio cultural (tangible e intangible) promoviendo la diversidad cultural y reforzando la identidad local, como motores del desarrollo.
- Garantizar la sostenibilidad ambiental con la promoción de una cultura ambientalista y resiliente, en función del bienestar de los individuos, su seguridad y la preservación del contexto donde se desarrollan.
- Garantizar la sostenibilidad económica fomentando el desarrollo de una economía local, heterogénea y diversificada, sustentada en los criterios de la descentralización económica y los principios de la Economía Social y Solidaria.
- Garantizar la sostenibilidad social con la comprensión del ser humano como sujeto fundamental de la obra rehabilitadora, involucrándolo

en la generación de sinergias que fomenten la equidad, la prosperidad y la solución a conflictos sociales.

### 2.2. Premisas del Ordenamiento Territorial y Urbano

- Considerar el Centro Histórico como parte del sistema de centralidad de la ciudad.
- Estructurar el territorio mediante la conservación de sus valores urbanos y arquitectónicos, la consolidación de zonas fundamentalmente residenciales y la incorporación de criterios de funcionalidad contemporánea.
- Promover la heterogeneidad funcional según las intensidades asociadas a la estructura urbana y los valores patrimoniales.
- Impulsar la conservación, rehabilitación y mejora de las condiciones de habitabilidad, así como el incremento del fondo residencial y el fortalecimiento de la red de equipamientos comunitarios.
- Garantizar la funcionalidad del territorio y su accesibilidad universal, teniendo en cuenta la capacidad dinamizadora del espacio público, la movilidad, la modernización de las infraestructuras técnicas y el respeto a la política ambiental del territorio como condiciones claves para el desarrollo.

Haciendo un recuento del devenir de la restauración, se puede asegurar que se concentró el peso de la rehabilitación en áreas de fuerte potencialidad, ampliando paulatinamente su radio de acción. Así, en los primeros tiempos, se trabajó en la Plaza de Armas (la fundacional) y en la Plaza Vieja, sumándose posteriormente las de San Francisco y la de la Catedral, sus áreas de influencia y la mayoría de los ejes que las interconectaban, lo que significó que en el término de la primera década (1994 - 2004) fuera recuperado un gran sector asociado a cuatro de las cinco plazas principales del Centro Histórico. Más adelante, fue posible comenzar obras en la quinta plaza del sistema, la del Santo Cristo del Buen Viaje, donde aún se realizan trabajos y que se abre sobre la calle Teniente Rey, vínculo natural del Capitolio Nacional con la Plaza Vieja, que también ha recibido en la mayoría de su extensión ingentes trabajos de salvaguarda.

Por otra parte, se fueron recuperando los corredores y bordes tradicionales que han devuel-



*Foto N° 6: Capitolio Nacional. Autor: Néstor Martí - Fondo del Plan Maestro.*

to al Centro Histórico características funcionales que responden a su condición de centralidad. En este sentido, se ha logrado el vínculo de zonas restauradas o en fuerte proceso inversionista entre sí; tal es el caso de la recuperación de la Avenida del Puerto en dirección sur y de la Alameda de Paula, o el proceso de rehabilitación del corredor comercial Obispo-O'Reilly, principal acceso peatonal al Centro Histórico y vínculo directo entre la zona de las plazas principales y el Parque Central. Ya en el periodo 2004 – 2014 se abrieron nuevos frentes a lo largo del borde de

la Avenida de las Misiones-Monserrate-Zulueta, donde se halla el sistema del Museo Nacional de Bellas Artes y se acometieron grandes inversiones relacionadas con el sector del Paseo del Prado, como el Teatro Martí, el Hotel Saratoga o la Escuela Primaria Concepción Arenal.

En los últimos cuatro años ha habido una intensificación de grandes inversiones estatales realizadas por nuevos actores que se suman a la obra rehabilitadora, con la restauración de emblemáticos edificios, como el Gran Teatro y complejo



*Foto N° 7: Hotel Manzana Kempinski. Autor: Néstor Martí - Fondo del Plan Maestro.*



*Foto N° 8: Hotel Packard. Autor: Néstor Martí - Fondo del Plan Maestro.*



*Foto N° 9: Gran Teatro y complejo cultural García Lorca.  
Autor: Néstor Martí - Fondo del Plan Maestro.*

cultural García Lorca o la reconversión de un antiguo edificio comercial y de oficinas en el hotel Manzana Kempinski, o la aparición en la escena urbana de los primeros edificios que la modernidad empieza a aportar al Centro Histórico, como el emblemático Hotel Packard, al inicio del Prado habanero.

Pero, sin duda, la restauración del Capitolio Nacional es la obra más compleja y ambiciosa, no solo por lo majestuoso y enorme del edificio, sino porque acoge en su seno a la Asamblea Nacional del Poder Popular, máximo órgano legislativo de la nación. Restaurado por etapas, su total completamiento se prevé para la celebración del 500 aniversario de la fundación de la Villa de San Cristóbal de La Habana. En la actualidad, ya son visitables el impresionante salón de los pasos perdidos, el hemicycle norte, una gran cantidad de emblemáticos salones que exhiben reliquias de

la época y también fue inaugurada la Cripta del Mambí desconocido, en honor a los que lucharon por la independencia de Cuba.

La nueva expresión de estos sectores urbanos y de los bordes que delimitan el Centro Histórico a modo de anillo perimetral, le han dotado de una imagen muy atractiva, mientras llaman la atención sobre el proceso que se desarrolla hacia el interior. Su rápida recuperación y las ganancias (directas e indirectas) que sus funciones generan, aseguran la obtención de los recursos para dar continuidad a las acciones en otras zonas menos favorecidas.

Se han dinamizado también focos aislados en la Habana Vieja “profunda”, lo que ha incentivado la creación de programas de fuerte contenido social financiados por los sectores terciarios, como la recuperación de áreas residenciales, la

creación de centros de salud, el fortalecimiento de los sectores educacionales y culturales, el desarrollo de instalaciones deportivas, entre otros. Estos focos son asociados al segundo sistema de centralidad tradicional de La Habana Vieja –el sistema de plazuelas–, cuya aparente dispersión en el tejido urbano ha propiciado la reactivación del entorno inmediato y el fortalecimiento de los servicios al hábitat, favoreciendo así una nueva dinámica. De ese modo, se ha recuperado un importante sector del antiguo Convento de Belén y su plazuela, epicentro del trabajo de atención al adulto mayor que desarrolla la OHCH para el bienestar de los residentes del Centro Histórico.

Por otra parte, la Manzana 148 y su vecina Plazuela de Las Teresas, se han visto favorecidas con proyectos de gran contenido social, como la creación de viviendas de interés social, protegidas para la tercera edad; el centro para la atención a cuidadores de pacientes que padecen mal de Alzheimer o el más recientemente inaugurado Centro del Adolescente, con un programa especialmente diseñado para este sector etario.

También se han asignado recursos a la recuperación de obras de alto valor cultural insertadas en el sector residencial para dedicarlas a usos sociales o culturales. Una vez recuperadas, esas edificaciones ofrecen servicios escolares, de sa-



*Foto N° 10: Concierto celebrado en el antiguo Oratorio de San Felipe Neri. Autor: Néstor Martí - Fondo del Plan Maestro.*

lud, culturales y deportivos a los grupos poblacionales más sensibles como niños, ancianos y personas con necesidades especiales, mientras que, a través de programas de acciones emergentes, se conservan edificios patrimoniales dedicados a viviendas, en la espera de otros recursos financieros para rehabilitaciones más profundas; todos estos programas en apoyo a la gestión del gobierno municipal.

Por otra parte, durante el proceso restaurador se han creado museos y casas museo donde se estudia, se difunde y se ponen de manifiesto culturas de otras regiones que forman parte de la cultura nacional. Así, desarrollan sus actividades las



*Foto N° 11: Niños guías del patrimonio. Autor: Néstor Martí - Fondo del Plan Maestro.*



Foto N° 12: Concierto celebrado en la Plaza de San Francisco de Asís. Autor: Néstor Martí - Fondo del Plan Maestro.

casas museo de Asia, de los Árabes, de África, de México o de Simón Bolívar y de Guayasamín, como espacios de las culturas indoamericanas; y la de Víctor Hugo y la Alianza Francesa, para la cultura francesa. Están también presentes la Sociedad Dante Alighieri, que promueve la cultura italiana, y la Unión Latina. Durante el proceso de restauración iniciado en 1981 se han recuperado más de un centenar de inmuebles con destino cultural.

El programa cultural que despliega la OHCH ha ido incrementándose cuantitativa y cualitativamente a partir de la generación de múltiples programas que se multiplican año a año. Para ello, la Oficina cuenta con un potente sistema, bajo la tutela de la Dirección de Patrimonio Cultural que administra una red de unas 40 instituciones culturales (museos y casas museo), encabezados por el Museo de la Ciudad en el Palacio de los Capitanes Generales; además, tres salas de conciertos en antiguas edificaciones religiosas: la Basílica Menor de San Francisco de Asís (sede de la Camerata Romeu), la Iglesia de Paula (sede de Ars Longa) y el antiguo oratorio de San Felipe Neri, más especializado en la música lírica; un anfiteatro y un teatro de niños en la antigua Capilla de la Orden Tercera de San Francisco (sede del teatro La Colmenita), junto a otro de

guiñol en la Casa Pedroso, así como la sede del Teatro Retazos. El Teatro Martí, restaurado después de largos años, devolvió a la ciudad uno de sus espacios escénicos más emblemáticos. Dos grandes Centros Culturales: el antiguo convento de San Francisco de Asís y el Hispanoamericano. El espacio público es escenario permanente de actividades culturales de diversa índole, desde conciertos y representaciones de ballet clásico y danza callejera, hasta los festivales de teatro Ciudad en Movimiento, o los masivos recorridos organizados en los veranos para el disfrute de las familias conocidos como Rutas y Andares, que movilizan a miles de personas de todas las edades anualmente.



Foto N° 13: Concierto de Ars Longa en Iglesia de Paula. Autor: Néstor Martí - Fondo del Plan Maestro.

La Oficina cuenta también con una emisora radial, Habana Radio, que ya hoy emite a todo el territorio nacional, con una programación variada, actualizada y de alta calidad, de un perfil eminentemente cultural, que abarca una gran cantidad de temas específicos. La emisora cubre importantes eventos culturales relacionados fundamentalmente con la actividad de la OHCH, incluidos los más importantes conciertos que se han ofrecido en el Centro Histórico. También se encarga de registrar en soportes de audiovisual los diversos sucesos culturales, así como el avance de la obra rehabilitadora, estando también en capacidad de producir spots, mensajes de bien público y documentales que han tenido acogida en los medios televisivos nacionales. Produce además discos compactos, bajo el sello La Ceiba.

La revista especializada Opus Habana, de reconocido prestigio a nivel nacional e internacional (recibió en 2004 el premio de Mejor Revista junto a la casi centenaria revista Bohemia) y es otro de los órganos de difusión cultural con que cuenta la OHCH; desde 2004 sale al aire semanalmente un boletín digital que cuenta con miles de suscriptores en todo el mundo.

Toda esta maquinaria cultural, puesta al servicio de la ciudadanía, de la preservación de la memoria de las tradiciones, de las costumbres, de los hábitos trasladados también al lenguaje de la propia arquitectura hacen de la recuperación conjunta del patrimonio cultural tangible e intangible una premisa estratégica e indisoluble, como testimonio que representa los rasgos más genuinos de la identidad nacional.

En los últimos años, la apertura al desarrollo de pequeños negocios privados va teniendo su expresión en la rehabilitación del centro histórico. Es un nuevo actor que se suma a partir de recuperaciones innegablemente inspiradas en la obra que la OHCH desplegó durante las décadas anteriores; y no solo como expresión de la recuperación física de los inmuebles, sino también en muchos casos, aportando a la comunidad en donde se enclavan.

La gestión de la OHCH ha logrado la recuperación del 40% del área del Centro Histórico, incluyendo no solo un gran número de inmuebles, sino también un apreciable número de espacios públicos. El esquema integrador adoptado, a partir del impulso de la economía local fundamentalmente

y en una primera fase, de carácter público, permite reinvertir en beneficios directos a la ciudadanía los recursos obtenidos de la explotación del turismo y otros sectores de la economía presentes en el territorio.

### 3. EL MÉTODO HABANERO: UNA EXPERIENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE

La Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana se constituye en líder de un proceso muy novedoso de recuperación de la zona más antigua de la ciudad y cuenta para ello con un fuero legal especial<sup>(6)</sup>, que la ha dotado de la autoridad necesaria para desarrollar la gestión de la recuperación del Centro Histórico, a partir de un proceso económico descentralizado basado en una economía local, esencialmente de propiedad estatal, mediante la cual se invierte en el área urbana una importante parte de lo que ella misma genera.

Para garantizar la sostenibilidad económica del proceso, se creó un sistema empresarial especializado y con los ingresos provenientes de la explotación de los recursos turísticos, terciarios e inmobiliarios asociados a él, más el cobro de servicios culturales y de los impuestos a empresas productivas enclavadas en el territorio y a los trabajadores por cuenta propia, se fomentaron significativos niveles de inversión en el área, fundamentalmente en la recuperación del fondo de edificios de valor patrimonial destinados a las propias instalaciones turísticas, programas de viviendas y obras sociales. Durante las dos primeras décadas de aplicación del sui generis modelo de gestión (1994 – 2014), el sistema empresarial estuvo en el interior de la estructura de la OHCH. Más recientemente, y debido a la actualización del modelo económico de la nación, la administración de los servicios hoteleros, extra hoteleros y comerciales, pasó a manos de una empresa externa a la OHCH, que mantiene la responsabilidad social de ingresar a la misma los recursos requeridos para dar continuidad a la obra rehabilitadora. Es preciso aclarar que estos recursos son en pesos convertibles (divisa), porque la moneda nacional siempre ha sido proveída por el Presupuesto del Estado<sup>(6)</sup>.

Algunos rasgos que distinguen a la experiencia son: la voluntad política al más alto nivel del Estado para la implantación y desarrollo del proyecto; el reconocimiento de una autoridad pública como

entidad líder del proceso (la Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana) con legislación especial y fondo patrimonial propio gestionado, explotable en favor de la recuperación del área histórica. El esquema financiero aplicado que permite la reinversión de utilidades en programas y obras que garantizan el uso y apropiación social del patrimonio. Y la puesta en marcha de nuevos procesos de revalorización del patrimonio al aplicar una concepción al Centro Histórico como espacio para la participación social e institucional, intercambio y cooperación.

El objetivo central es rehabilitar el Centro Histórico compatibilizando los valores culturales con el desarrollo socioeconómico, conservando su carácter residencial y garantizando la sostenibilidad del proceso, desde sus cinco dimensiones fundamentales: la institucional, la cultural, la medioambiental, la económica y la social. La premisa es generar, dentro de este perímetro urbano, los recursos necesarios para su recuperación, equilibrando proyectos sociales con otros que produzcan fondos económicos para la reinversión en un plazo breve. Además, haciendo una muy eficiente y confiable gestión de los recursos de la cooperación internacional.

Este proceso se clasifica como abierto y continuo, basado en la prospectiva y el planeamiento estratégico y en la filosofía de aprender haciendo, con soluciones en el corto, mediano y largo plazos. Se trata de una gestión urbana novedosa, un proceso simultáneo de gestión patrimonial, socioeconómica, financiera, legal e institucional, con una gran capacidad de adaptación a los diferentes escenarios.

El nuevo modelo de gestión del territorio ha hecho posible que las utilidades generadas fueran invertidas en su propio desarrollo y también en otras obras emblemáticas realizadas en otras partes de la ciudad. De manera general, se puede afirmar que el 40% de los ingresos obtenidos con la explotación culta y responsable de los recursos endógenos del Centro Histórico, a lo largo de más de dos décadas, han sido destinados a proyectos productivos, mientras que el 60% a programas sociales, con una dinámica que facilitó recuperar diez veces más inmuebles que en los primeros doce años de trabajo (1981 – 1994) y con una mayor variedad de actividades, mucho más a tono con las características de centralidad.

Ha sido notable la generación de empleos, para la cual son prioridad los residentes en la zona. Se crearon en el periodo de aplicación del nuevo modelo de gestión más de 13.000 puestos de trabajo directos y unos 2.000 indirectos. El 50% de los puestos han sido ocupados por residentes locales o de municipios aledaños. Con el desarrollo del incipiente sector privado, se ha generado una nueva dinámica de empleo que tiende a incrementarse en cantidad y variedad.

Bajo estos conceptos, se ha logrado impedir deformaciones en la imagen de la zona, así como desequilibrios del sector terciario, lo cual ha posibilitado evitar la gentrificación, segregación espacial o exclusión social. Tampoco se ha “museificado” o congelado el territorio, sino que el mismo ha devenido en un inmenso laboratorio donde se pone en práctica un proyecto social y económicamente sustentable.

El nuevo escenario nacional e internacional está generando nuevos desafíos, pero la OHCH ha demostrado una real resiliencia, adaptándose a las diversas circunstancias a lo largo de sus más de 80 años de existencia y favorecida en las últimas décadas por una voluntad política y un prestigio ganado a partir de resultados muy concretos. El modelo de gestión del desarrollo aplicado ha sido merecedor de cuantiosos y prestigiosos premios internacionales pero, sobre todo, del preciado reconocimiento popular y la confianza de la ciudadanía.

#### **4. UNA MIRADA AL FUTURO DE LA HABANA. LOS DESAFÍOS DE UNA TRANSFORMACIÓN.**

El paradigma que constituye el quehacer rehabilitador en el Centro Histórico, nos hace pensar de manera optimista en el futuro de otras zonas de La Habana.

Un desarrollo controlado pero de cierta intensidad en el frente del Malecón se prevé en el nuevo corpus regulatorio para esta zona; clasificado en dos subsectores, el Malecón Tradicional y el Moderno, para cada uno de ellos se estipulan indicadores que admitirán un reforzamiento de su imagen. El primero, más moderado en alturas y con un perfil más homogéneo, y el segundo con un reforzamiento de los edificios torre que caracterizan a esa zona, sin llegar a congestionarla bajo criterios especulativos, intentando sacar el mejor partido a una interacción razonable entre las den-

sidades y el aprovechamiento de las excelentes vistas. Todo ello, sin duda, generaría un aumento en los rendimientos de la economía urbana, que pueden ser revertidos en un esquema de desarrollo hacia la recualificación de espacios públicos, la producción de viviendas de interés social y la mejora de las infraestructuras de transporte público.

Por otra parte, la Bahía, que fue el motor impulsor del desarrollo de la ciudad durante siglos, volverá a convertirse en plataforma de despegue hacia una nueva óptica del desarrollo ciudadano. Sobre la base de un importante borde ya muy cualificado, el relacionado con el Centro Histórico, sin duda se producirá un cambio radical para el resto de su perímetro que aportará a la ciudad nuevos recursos financieros, ahora que las actividades de carga y descarga se han trasladado al cercano Puerto del Mariel. Ese territorio está destinado a dar paso a La Habana del siglo XXI, desde una perspectiva de puesta en valor responsable del inmenso patrimonio cultural tangible e intangible que atesora.

La Habana tiene un serio problema solucionado a medias: su expansión hacia el este. Existe un túnel bajo el angosto canal de acceso a la Bahía, una maravilla de la ingeniería de su tiempo (1958), pero que ya en la actualidad es insuficiente para el flujo diario que se produce entre los nuevos barrios desarrollados en aquella dirección y la ciudad tradicional. Se impone la búsqueda de nuevas soluciones tecnológicas que salven esta barrera geográfica. A lo largo de los tiempos se ha hablado de un nuevo túnel, de un gran puente, de teleféricos... cabe pensar también en un sis-

tema de pequeños puentes que fueran uniendo cada una de las penínsulas que conforman las tres ensenadas de Atarés, Guasabacoa y Mari-melena que se alternaran con paseos marítimos, de manera tal que fuera posible la circunvalación, junto al mar, de todo el perímetro de la Bahía y en la reactivación de un sistema de movilidad que integre el transporte marítimo, el vehicular y el del ferrocarril, con opciones de movilidad a pie o en ciclos.

El potencial que supone la recalificación del suelo que ya hoy ha dejado de tener destino industrial o portuario (alrededor de 4.000 hectáreas) supone un enorme desafío a la vez que una gran oportunidad para transformar toda esa zona en un nuevo sector central de la ciudad, con un acento en servicios culturales y de nuevas tecnologías y pensar una forma de gestionar el desarrollo en este nuevo sector, abierta a la innovación y la inclusión de los criterios más contemporáneos con respecto a la movilidad urbana, la gestión patrimonial y medioambiental, la provisión de servicios urbanos y la incorporación de los criterios ambientalistas más avanzados.

El extraordinario patrimonio industrial y su explotación culta, el fantástico patrimonio subacuático, la presencia de uno de los tres santuarios de Cuba<sup>(7)</sup>, el paisaje natural y la aplicación de los conceptos de zona de amortiguamiento a toda el área que bordea al bien declarado patrimonio mundial, hacen de este enclave el lugar de la ciudad con mayores potenciales para generar las riquezas y bonanzas de las que la capital cubana está tan urgida para dar un definitivo salto al futuro, desde sus más raigales orígenes.

## NOTAS

- (1) Fundada en 1938 por el Dr. Emilio Roig de Leuchsenrig, esta Oficina ha estado encargada desde entonces por la salvaguarda del patrimonio histórico cultural de la Ciudad de La Habana. Desde 1967 es conducida por el Dr. Eusebio Leal Spengler, en su condición de Historiador de la Ciudad.
- (2) Este instrumento de planificación del desarrollo integral tuvo su primera versión en 1998; posteriormente se ha ido actualizando y haciéndose cada vez más participativo; al día de hoy se reconoce como el PEDI 2030, en su proyección hasta ese año y articulado a las políticas de desarrollo de la nación.
- (3) Sistema de plazas y paseos; ejes de borde; ejes de interconexión.
- (4) Sistema de plazuelas interiores y ejes de especial interés.
- (5) Decreto Ley 143, de octubre de 1993, actualizado y concordado en 2015.
- (6) Desde que comenzara la crisis económica de los 90's en Cuba, conocida como Periodo Especial, existe una dualidad monetaria y una dualidad cambiaria que obliga a que cualquier inversión tiene que estar respaldada tanto por la moneda nacional, como por otra, nacional también, pero con respaldo en divisas.
- (7) El de la Virgen de Regla (Yemayá para las culturas sincréticas afrocubanas).

# Monitorización de Motores Críticos con Descargas Parciales



Andrés Tabernero García

Jefe de Ensayos Eléctricos  
Tecnatom, S.A.

## 1. INTRODUCCIÓN

Algunos motores participan en procesos críticos en los sectores eléctrico o industrial, para ellos una parada o avería no es aceptable. Para detectar a tiempo gran parte de los modos de fallo posibles existe la monitorización de Descargas Parciales. Gracias a una sencilla instalación de sensores y medidas periódicas podemos disponer de información del estado puntual, la degradación, evolución y modos de fallo en curso para estos motores. Gran parte de los generadores y motores relevantes instalados disponen de esta monitorización que al propietario le supone una reducción de su prima con las aseguradoras. Hoy día, disponemos de experiencia sobrada en todas las fases del proceso: instalación, eliminación de ruido, medida, equipamiento en continuo y, sobre todo, diagnóstico. Se presentan en el artículo los detalles genéricos del proceso.

Entre los tres activos más críticos del sector eléctrico e industrial encontramos: Generadores, Transformador de Potencia y Motores. En ocasiones, un motor desempeña funciones que lo convierten en crítico por diversos factores: importancia funcional o costo del proceso, complejidad de sustitución, no redundancia del motor o por afectar a la seguridad de la planta o de las personas. Estos motores operan usualmente en alta tensión.

Aparte de los ensayos off-line (aquellos que realizamos aprovechando las paradas en planta o del motor) se recomiendan (TB 558<sup>(1)</sup> Cigre-International Council on Large Electric Systems y Guía EPRI<sup>(2)</sup> -Electric Power Research Institute), y cada vez se extienden más los ensayos on-line

o monitorización a fin de mejorar la fiabilidad de los activos, reducir costes y disponer de información entre paradas. En cuanto a la monitorización, el motor se compone de rotor y estator: el rotor se puede valorar mediante el uso de ensayos dinámicos y MCSA=Motor Current Signature Analysis o Análisis de la firma de Corriente (objeto de otro estudio) y el estator mediante ensayos de Descargas Parciales (DP).

## 1. INTRODUCCIÓN A LAS DESCARGAS PARCIALES

En los motores de alta tensión ( $U_n > 1\text{kV}$ ) el bobinado de cobre se cubre de un muro aislante para formar barras o bobinas que llamamos “preformadas” en contraste con los bobinados “aleatorios” correspondientes a las máquinas de baja tensión. Estas barras o bobinas se insertan en las ranuras del núcleo magnético conformando el estator del motor.

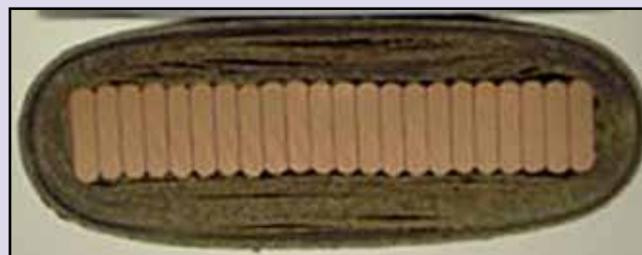


Figura N° 1: Sección de una barra estatórica preformada.

Entre el cobre y la chapa magnética los fabricantes crean un muro aislante constituido actualmente por aislamientos basados en mezclas de una base de mica y resinas aglomerantes de epoxi o poliéster.

Este muro aislante debería de garantizar una duración estimada de 30 años. No obstante, múltiples factores pueden degradar este aislamiento. Usualmente se habla de los mecanismos de degradación TEAM (Térmicos, Eléctricos, Ambientales y Mecánicos) que afectan a esta vida y que pueden generar problemas en el motor acortando su vida. Estos fenómenos afectan al muro aislante generando huecos, grietas, cortes y otros defectos. En cada hueco, el campo eléctrico se intensifica hasta el punto de producirse perforaciones puntuales "Descargas" que se manifiestan en cada ciclo de red, aunque el resto del muro sigue cumpliendo su función aislante, por lo que a estas descargas se les llama "Parciales".

Para cada descarga aparece un transitorio de corriente muy rápido que podemos captar con sensores externos al motor, usualmente sensores de tipo capacitivo, esto es: condensadores de alta tensión usados como sensores. El circuito de medida para una fase es el que se presenta en la Figura N° 2.

Es un circuito sencillo y económico: en cada motor y por cada fase montamos un sensor y solo hay que extender un cable coaxial hasta un punto de medida. La tensión alterna (kV @ 50Hz) se reduce a tensiones no peligrosas <1Vac. Por otro lado, las descargas parciales, al producirse en frecuencias muy elevadas, pasan sin apenas atenuarse.

## 2. INSTALACIÓN DE SISTEMAS DP EN MOTORES

Los motores a partir de  $U_n > 3\text{kV}$  (IEC 60034-27-2-2012, pag.9<sup>(3)</sup>) son susceptibles de instalación de sistemas de medida de Descargas Parciales on-line. Normalmente, los sensores capacitivos de DP se fijan a la salida del motor en su caja de conexiones. Estos motores se alimentan usualmente a través de cables de Alta Tensión desde el CCM (Centro de Control de Motores). Estos cables de A.T. tienen una fuerte componente capacitiva, de tal forma que si una DP proviene de fuera del motor se atenuará en el recorrido del cable si el cable tiene una longitud superior a 30 metros ( $L > 30\text{m}$ ) hasta quedar anulada en el punto de medida. De esta forma, con un solo sensor de DP por fase es suficiente para medir DP, con la seguridad de que se tratan de DP del motor y no ruido exterior.

## 3. MEDIDA DE DESCARGAS PARCIALES

El equipo de medida necesita para cada descarga registrar: La fase asociada, el nivel en mV de la DP, ancho del pulso, pulsos por segundo (pps), polaridad del flanco de subida (positivo o negativo) y su posición en relación al ciclo de red ( $0^\circ..360^\circ$ ). Los equipos de medida disponen usualmente de varios sistemas de eliminación/clasificación de ruido (pulsos parecidos a las DP pero que no lo son o que no provienen del interior

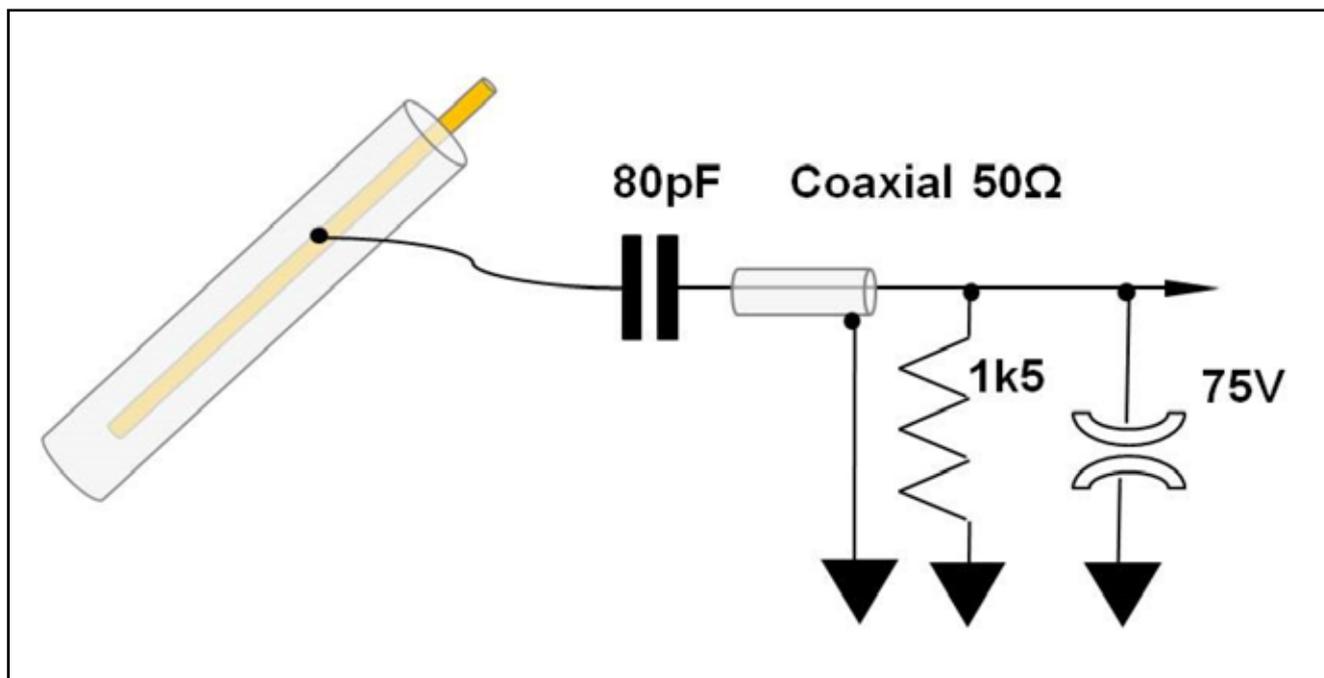


Figura N° 2: Circuito Básico de medida de Descargas Parciales (DP).



Figura N° 3: Ejemplo de montaje de sensores DP en la Terminal Box de un motor.

del motor): esto es lo que hace que la medida de DP tenga éxito. La medida es sencilla, en menos de una hora se toman datos de DP en distintas escalas en el punto de medida.

Los ensayos de Descargas Parciales on-line nos permiten realizar una valoración del estado puntual y evolución del aislamiento estatístico. Podremos tomar medidas en cualquier momento con el motor en servicio de dos formas:

- Monitorización programada. Los fenómenos asociados a la degradación DP suelen ser lentos, por tanto con 1 ó 2 medidas al año sería suficiente si no hay problemas en curso según recomendación de la normativa (IEC 60034-27-2-2012, pag.32<sup>(3)</sup>).
- Monitorización Continua. Fijando un equipo de medida en continuo al punto de medida DP. En algunas máquinas puede ser de interés recurrir a estos equipos (lugares remotos o inaccesibles, con riesgo para las personas, entornos ATEX, con radiación, etc.). Estos equipos disponen de límites de alarma para avisar a los usuarios en caso de aparición de problemas.

#### 4. INTERPRETACIÓN DE DP

La física de las Descargas es sencilla:

- Huecos grandes en el muro aislante → mayor amplitud de las DP (mV) = **Gravedad del daño**.
- Mayor cantidad de huecos en el muro → mayor número de DP por segundo (pps) = **Extensión del daño**.
- En cuanto a la posición de las DP en relación al ciclo de red y la polaridad del pulso, nos aportan información cualitativa sobre el **tipo y origen del daño**.

El diagnóstico pasa por una valoración inicial de tipo cuantitativo, mediante comparación entre fases, máquinas similares y una base de datos que algún fabricante de equipos de DP como Iris Power hace accesible al público con un muy elevado número de medidas en máquinas similares (V. Warren. IRMC2017<sup>(4)</sup>). El promedio comparativo se obtiene de un valor llamado Qm por cada fase que es un valor en mV escogido por convenio, entre amplitud y número de pulsos por segundo (corte de la gráfica mV/pps en 10pps).

Oper kV	2-5kV	6-9kV	10-12kV	13-15kV	16-18kV	> 19kV
25%	9	25	45	54	38	63
50%	21	66	98	120	76	101
75%	63	158	210	261	162	231
90%	214	336	412	520	329	626
95%	363	521	643	770	570	935

Figura N° 4: Tabla IRMC2017. Para el caso de un motor de 6kV, el 95% de los motores está con Qm<521mV.

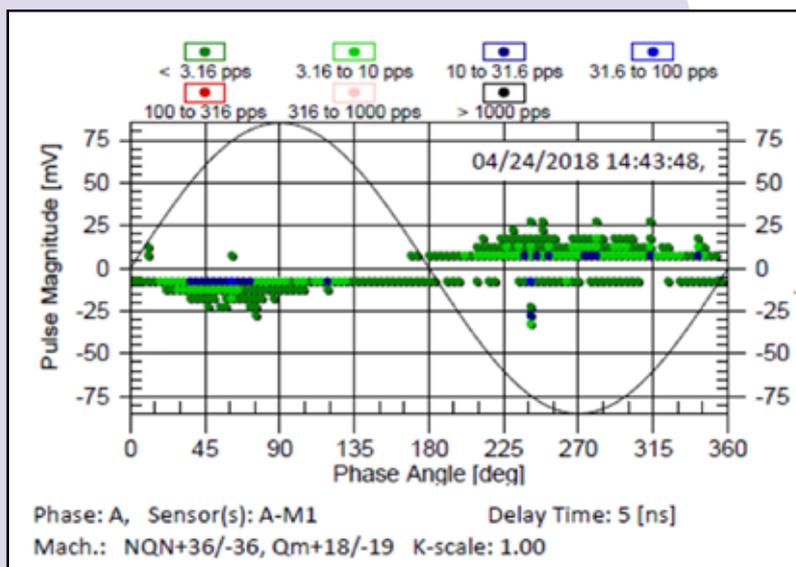


Figura N° 5: Diagrama de Análisis PPA=Pulse Phase Analysis.

Tras el análisis cuantitativo se realiza una valoración cualitativa que tiene en cuenta la polaridad de los pulsos y su posición en cuanto al ciclo de red.

Esta valoración nos aporta con una elevada fiabilidad el origen del problema: si es de tipo eléctrico, térmico, ambiental o incluso mecánico. Si se trata de un problema entre fases, en cabezas de bobina o la zona de en ranura del núcleo magnético. Si el problema está cerca del cobre, en el centro del muro aislante o cerca de la chapa magnética. En fin, hará posible localizar el problema y su corrección a tiempo antes de que la degradación vaya a mayores. Esta información está disponible a través de las normativas DP (IEC 60034-27-2-2012<sup>(3)</sup> y IEEE 1434-2014<sup>(5)</sup>) o cursos específicos (Curso DP Tecnatom 2018<sup>(6)</sup>). Por último, nos permitirá definir límites al fin de vida de la máquina apoyándonos en los usuales ensayos off-line (tangente de delta, corriente de reabsorción, etc.).

## 5. CONCLUSIONES

Los motores críticos disponen desde hace años de la posibilidad de monitorización de Descargas Parciales. Su montaje es sencillo, económico y mínimamente invasivo. Se trata de un ensayo altamente fiable (si escogemos un sistema con una buena eliminación de ruido) que nos aporta una información indicativa del estado de degradación del estator del motor y si existe algún problema en el sistema aislante. Esta medida nos va a permitir disponer de información fiable e instantánea del motor y monitorizar la tendencia. En resumen,

nos podemos anticipar a situaciones de fallo, programar las acciones de mantenimiento y reducir al mínimo el riesgo de paradas no programadas.

## 6. NOTAS

- (1) WG A1.26, December 2013. "Guide for the Monitoring, Diagnosis and Prognosis of Large Motors". Cigre TB 558.
- (2) W.E. Johnson. August 2002. Technical Report "Electric Motor Tiered Maintenance Program". 1003095. EPRI.
- (3) IEC 60034-27-2. 2012. "Rotating electrical machines – Part 27-2: On-line partial discharge measurements on the stator winding insulation of rotating electrical machines".
- (4) V. Warren, G. Stone and H. Sedding, IRMC 2017. Qualitrol - Iris Power "Partial Discharge Testing: A Progress Report. PD a comparison Test". Pag:1...17.
- (5) IEEE 1434-2014. "IEEE Guide for the Measurement of Partial Discharges in AC Electric Machinery".
- (6) Curso Descargas Parciales en Máquinas Rotativas (20h): Teoría, instalaciones y Diagnóstico. 16-18 Octubre 2018. Tecnatom.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Greg Stone, Andrés Taberero, 2016 "Experiencia con ensayos de Descargas Parciales en bobinados estáticos de Máquinas Rotativas", Mantenimiento Industrial y de Edificios, N° 291, p16-21
- Andrés Taberero, 2013, "Fiabilidad eléctrica en activos de Cogeneración", Mantenimiento Industrial y de Edificios, N° 265, p31-4.
- A. Taberero, B. Battle, O. Martínez, A. Villarubia, S. Rodríguez, E. Naharro Iberdrola "Experience with continuous monitoring partial discharge testing in a predictive maintenance application of three similar hydro machines". A1\_204\_2010. Cigre 2010.
- Andrés Taberero, Valentín Fernández & Roberto Ordoñez (Repsol Química Tarragona). Success Experience with On-Line Monitoring in Air Cooled Turbine Generators". SCA1. 2015 Meeting Cigre Madrid.

# La Necesaria Evolución de las Profesiones de Ingeniería



José Antonio Galdón Ruiz

Presidente del Consejo General de Colegios Oficiales de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de España (COGITI)

## RESUMEN

**E**n el siguiente artículo trataré de dar mi opinión sobre la necesaria reforma de las profesiones de Ingeniería en España para adaptarlas al ámbito europeo y mundial, y dar el salto de modernidad que se requiere para la sociedad del siglo XXI, que inevitablemente deberán pasar por estos tres aspectos fundamentales.

El primero será la convergencia hacia un único nivel profesional de Ingeniero que ponga fin a la actual dualidad de las ingenierías, acorde con las recientes reformas del sistema universitario y con la realidad del mercado laboral.

El segundo será una verdadera evolución del ejercicio profesional y de las atribuciones profesionales hacia un modelo de habilitación profesional individual y realizada por los Colegios Profesionales, que tenga su base no solo en la o las titulaciones académicas, sino además en las competencias adquiridas a lo largo de la vida a través de la experiencia y la formación. De tal forma que las atribuciones no permanezcan estáticas ni se basen en conceptos de uso, sino que reflejen realmente las capacidades de cada profesional, bajo una óptica clara y unas mismas reglas del juego que permitan una competitividad real entre profesionales, a la vez que sirvan de estímulo para el desarrollo profesional y la mejora de la calidad, seguridad y garantías de los receptores de los servicios.

Y por último, y no por ello menos importante, será la creación de una corporación profesional que aglutine todas las ingenierías en un marco de actuación conjunta y coordinada, que sea capaz de abordar con éxito los cambios propuestos.

## 1. INTRODUCCIÓN

Nuestra sociedad, la Ingeniería y los Ingenieros hemos ido evolucionando en conjunto, de forma coordinada y a la vez recíproca; pero seguimos sin dar ese salto de modernidad que requieren las profesiones en sí y su ejercicio profesional. Seguimos anclados en el siglo XIX. La nostalgia y el inmovilismo son la base de las actuaciones que desde algunos ámbitos profesionales se pretende imponer, y que por tanto impiden la evolución lógica, a la que por otra parte, queramos o no queramos, estamos abocados. Tenemos ante nosotros la oportunidad de ser nosotros, las corporaciones profesionales, los que propiciemos e impulsemos esos cambios desde una perspectiva profesional y de futuro, si no queremos que sean otros los que nos lo impongan.

Nuestro modelo de ejercicio profesional ha permanecido prácticamente estático desde sus orígenes. No solo sigue manteniendo una dualidad en las profesiones de ingeniería inédita en todo el mundo, sino que además basa las atribuciones profesionales de los mismos, única y exclusivamente, en la posesión de un determinado título académico, y en el concepto de uso y no de capacitación técnica o competencias específicas y propias de un determinado profesional.

Tanto es así, que hasta el concepto de atribuciones profesionales, resulta muy confuso no solo para los estudiantes o recién egresados, sino para la mayoría de los ciudadanos que muchas veces no logran entender esas restricciones en el ejercicio profesional en el ámbito de la Ingeniería y la Arquitectura.

Pues bien, las atribuciones profesionales son la capacidad legal para el ejercicio de una profe-

sión regulada en España, que conlleva implícitas la habilitación para realizar una serie de actuaciones profesionales.

Esta habilitación se otorga en nuestro país con el único requisito de tener una determinada titulación académica y que ésta, a su vez, cumpla unos determinados requisitos en los contenidos formativos, sin olvidarnos de la obligación de pertenecer al Colegio Profesional correspondiente con el objetivo del control de la deontología y ética profesional en beneficio del ciudadano. Y hasta este punto, podría resultar de alguna forma coherente, es decir, que a través de demostrar que has adquirido una serie de conocimientos con la superación de una determinada titulación universitaria, se te habilite para el ejercicio de una profesión.

Lo que no resulta tan coherente es que esas atribuciones profesionales permanezcan estáticas a lo largo de la vida profesional, por lo que en toda lógica, se está desincentivando en buena medida la evolución profesional y, por tanto, la competitividad.

Conviene recordar que esas atribuciones profesionales de los Ingenieros de 2º ciclo (que no superiores) vienen otorgadas por Decretos pre-democráticos y preconstitucionales, de principios o mediados del siglo pasado donde, como es imaginable, ni los estudios, ni la tecnología, ni la sociedad, ni las profesiones tienen nada que ver con las de ahora.

En nuestro caso, al igual que ocurre con todas las Ingenierías Técnicas y la Arquitectura Técnica, tenemos las atribuciones profesionales por la Ley 12/86 de 1 de abril, que ya fue debatida y aprobada en las Cortes Generales, aunque también hace ya 30 años de la misma y, por tanto, también requiere una actualización.

No obstante y según la misma, el Ingeniero Técnico Industrial tiene la capacidad legal para la redacción y firma de proyectos de construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de bienes muebles o inmuebles, las direcciones de obra de los proyectos, la realización de mediciones, cálculos valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos, así como la dirección de toda clase de industrias o explotaciones, etc.

Pues bien, tanto para nosotros como para el resto de Ingenieros, estas atribuciones profesionales son las mismas tanto para un recién titulado como para un Ingeniero que lleva 30 años en el ejercicio de la profesión, como también para otro que lleve 30 años sin ejercer. Algo en lo que todos coincidiremos que resulta, cuanto menos, totalmente ilógico.

Pero además en el ámbito de las Ingenierías, estas atribuciones profesionales se encuentran segmentadas por uso y ligadas a las diferentes ramas, es decir, a la rama agrícola o agrónoma le corresponden las atribuciones en construcciones e instalaciones con uso agrícola; a la rama civil las construcciones e instalaciones de uso civil; a la rama industrial, las industriales; y así con todas las ramas al igual que ocurre entre la Arquitectura y la Ingeniería, reservando para la primera la exclusividad en edificación administrativa, sanitaria, religiosa, residencial en todas sus formas, docente y cultural (Art. 2.1.a) de la Ley 38/1999 de 5 de noviembre de Ordenación de la Edificación). Este hecho, que basa la actuación profesional en función del uso y no de las capacidades técnicas, genera monopolios e impide una competitividad sana entre profesionales y, como se pueden imaginar, es el germen de numerosos conflictos en los tribunales de justicia.

Fruto de la legislación, de todas esas sentencias y de la jurisprudencia, se da el caso de que por ejemplo, un Ingeniero Técnico Industrial, y dentro de suelo industrial, puede proyectar una nave industrial de 200.000 m<sup>2</sup> o más, puede proyectar la vivienda del guarda que vigila dicha nave y puede proyectar el albergue o residencia donde habitan los trabajadores de la misma. Pero, sin embargo, ese mismo Ingeniero, no puede proyectar una nave para usos mineros de 200 m<sup>2</sup>, no puede proyectar esa misma vivienda en suelo residencial, ni por supuesto la edificación de un albergue o residencia para uso público. Esta situación, que para muchos de ustedes resultará totalmente ilógica, lo es también para el resto de profesionales de la ingeniería europea, que sonríen de forma espontánea cuando lo han escuchado de mi propia boca. Este es un claro ejemplo del sinsentido que significa la actual regulación profesional.

Tanto es así, que queda reflejado en la Memoria de Análisis de Impacto Normativo que acompañaba a la non nata Ley de Servicios y Colegios Profesionales que impulsó el Gobier-

no, y que dice lo siguiente en referencia a las Ingenierías:

*“De acuerdo con el sistema europeo de reconocimiento de cualificaciones, cuando se desplazan a otros países de la UE, sólo se les permite ejercer aquellas actividades para las que están habilitados de acuerdo con la normativa española. Como esta normativa es muy restrictiva, las atribuciones profesionales están muy segmentadas. En consecuencia, los profesionales españoles, especialmente los ingenieros, se ven muy limitados para prestar servicios fuera de España. Por el contrario, los profesionales europeos, al tener en su Estado de origen una regulación más abierta, sí están habilitados para ejercer en España en un campo mucho más amplio de actividades profesionales.”*

Aunque, por supuesto, también hace referencia a la Arquitectura, en los siguientes términos:

*“De un análisis comparado con otros países europeos se puede concluir que hay países donde no existe reserva de actividad para arquitectos y otros donde es mucho más limitada que la existente en nuestro país y se comparte con otros profesionales.”*

Por tanto, aquí tenemos uno de los grandes problemas del ejercicio profesional de las profesiones técnicas (Arquitectura e Ingeniería), en el que las propias organizaciones profesionales hemos tenido parte de culpa, por cuanto hemos priorizado los corporativismos globales frente a otros posicionamientos basados en la habilitación individual a través de la experiencia y formación de cada uno.

Y llegados a este punto, los Colegios Profesionales tenemos que impulsar nuestro papel de ofrecer calidad, seguridad y garantías de los trabajos de nuestros colegiados a la sociedad, a través de la coordinación y el establecimiento de unas reglas del juego claras e iguales para todos, que permitan a su vez una competencia sana entre los distintos profesionales, eliminando todas aquellas barreras que puedan suponer un freno a la evolución profesional de los colegiados.

## 2. EL MARCO EUROPEO DE CUALIFICACIONES

Incidir en que no todos los ingenieros son iguales porque tengan el mismo título y, aunque puedan tener las mismas atribuciones recién termi-

nada su titulación, éstas deberán ir creciendo en consonancia a la experiencia profesional y formación de cada uno. Por tanto, además de fomentar la evolución profesional se estaría haciendo justicia al aplicar los principios de mérito, capacidad y esfuerzo de forma individual, en consonancia con las exigencias que presenta el mercado.

Pero esto no lo digo yo, sino que es una máxima de la propia Unión Europea, que ya en el año 2008 introdujo oficialmente la recomendación relativa a la creación del Marco Europeo de Cualificaciones para el Aprendizaje Permanente (European Qualification Framework EQF). Además, estableció como fecha límite el año 2012 para que todos los certificados de cualificación de los diferentes países contuvieran una referencia al nivel EQF, algo que en España y para los titulados académicos se ha realizado en 2015, a través del R.D. 22/2015 de 23 de enero, por el que se modifica el R.D. 1521/2011 del Marco Español de Cualificaciones en la Enseñanza Superior.

El EQF utiliza 8 niveles de referencia basados en resultados de aprendizaje (definidos en términos de conocimientos, destrezas y competencia) y, en lugar de centrarse en los datos básicos (duración del aprendizaje, tipo de institución), se basa en lo que el titular de una determinada cualificación realmente sabe y puede hacer. Como veis, esto es lo que hemos estado hablando en la primera parte del artículo.

Pero, además de las recomendaciones, este espíritu es uno de los pilares en los que se fundamenta el mercado único europeo y la movilidad profesional, por lo que se ha incluido en la propia Directiva 2013/55/UE que modifica la Directiva 2005/36/CE relativa al reconocimiento de cualificaciones profesionales y, por tanto, también en el reciente Reglamento de Ejecución UE 2015/983 de la Comisión, sobre el procedimiento de ejecución de la tarjeta profesional europea en una serie de profesiones y que habrá de extenderse para todas.

De esta forma, cada profesional quedará identificado no solo por las titulaciones académicas que tenga, sino también por la experiencia laboral y el resto de formación no formal. Esto, sin duda, será una información muy útil para nuestros posibles empleadores y clientes.

No hemos de olvidar que los fines perseguidos por este reconocimiento del aprendizaje perma-

nente a lo largo de la vida son precisamente tres de los que en España estamos muy necesitados, como son empleabilidad, movilidad y competitividad. Por tanto, deberíamos ser los más interesados en implantarlo.

### 3. SITUACIÓN EN ESPAÑA

Como hemos dicho anteriormente, en España, a falta del desarrollo del marco español de cualificaciones MECU, se ha realizado una equivalencia entre los niveles del MECES y los del EQF (R.D. 22/2015), es decir, entre los académicos y los profesionales. Pero no es posible incorporarte a un nivel EQF superior al que corresponde a nivel académico, puesto que no existe ese sistema para reconocimiento de cualificaciones, y para el que se ha puesto como fecha tope el año 2018.

Es decir, cualquiera podría ser un titulado de Grado al que corresponde el nivel MECES 2 y 6 EQF. Pero, sin embargo, podría estar en posesión de cualificaciones (competencias, conocimientos y destrezas) adquiridas a través de la experiencia profesional y la formación continua, que lo podrían situar en el nivel 8 EQF.

Además, en sucesivos Consejos de Ministros, fueron aprobando de forma individual la correspondencia de las titulaciones pre-Bolonia con los niveles MECES y EQF, con lo que se ha dado un paso importantísimo en la eliminación de la dualidad en las profesiones de ingeniería, ya que la Ingeniería Técnica se sitúa en los niveles correspondientes a los Graduados, que al fin y al cabo son los que corresponden a los ingenieros en el resto de países.

**EL MARCO EUROPEO DE CUALIFICACIONES PARA EL APRENDIZAJE PERMANENTE**  
**DESCRPTORES PARA DEFINIR LOS NIVELES DEL MARCO EUROPEO DE CUALIFICACIONES (MEC)**

	CONOCIMIENTOS	DESTREZAS	COMPETENCIA
<p>Cada uno de los ocho niveles se define mediante un conjunto de descriptores que indican los resultados del aprendizaje pertinentes para una cualificación de ese nivel sea cual sea el sistema de cualificaciones.</p>	<p>En el MEC, los conocimientos se describen como teóricos y/o fácticos.</p>	<p>En el MEC, las destrezas se describen como cognitivas (uso del pensamiento lógico, intuitivo y creativo) y prácticas (fundadas en la destreza manual y en el uso de métodos, materiales, herramientas e instrumentos).</p>	<p>En el MEC, la competencia se describe en términos de responsabilidad y autonomía.</p>
<p><b>NIVEL 5*</b></p> <p>Resultados del aprendizaje correspondientes al nivel 5</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>amplios conocimientos especializados, fácticos y teóricos, en un campo de trabajo o estudio concreto, siendo consciente de los límites de esos conocimientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>gama completa de destrezas cognitivas y prácticas necesarias para encontrar soluciones creativas a problemas abstractos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>labores de gestión y supervisión en contextos de actividades de trabajo o estudio en las que pueden producirse cambios imprevisibles</li> <li>revisión y desarrollo del rendimiento propio y ajeno</li> </ul>
<p><b>NIVEL 6**</b></p> <p>Resultados del aprendizaje correspondientes al nivel 6</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>conocimientos avanzados en un campo de trabajo o estudio que requiera una comprensión crítica de teorías y principios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>destrezas avanzadas que acrediten el dominio y las dotes de innovación necesarias para resolver problemas complejos e imprevisibles en un campo especializado de trabajo o estudio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>gestión de actividades o proyectos técnicos o profesionales complejos, asumiendo responsabilidades por la toma de decisiones en contextos de trabajo o estudio imprevisibles</li> <li>asunción de responsabilidades en lo que respecta a la gestión del desarrollo profesional de particulares y grupos</li> </ul>
<p><b>NIVEL 7***</b></p> <p>Resultados del aprendizaje correspondientes al nivel 7</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>conocimientos altamente especializados, algunos de ellos a la vanguardia en un campo de trabajo o estudio concreto, que sienten las bases de un pensamiento o investigación originales</li> <li>conciencia crítica de cuestiones de conocimiento en un campo concreto y en el punto de articulación entre diversos campos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>destrezas especializadas para resolver problemas en materia de investigación o innovación, con vistas al desarrollo de nuevos conocimientos y procedimientos, y a la integración de los conocimientos en diversos campos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>gestión y transformación de contextos de trabajo o estudio complejos, imprevisibles y que requieren nuevos planteamientos estratégicos</li> <li>asunción de responsabilidades en lo que respecta al desarrollo de conocimientos y/o prácticas profesionales y a la revisión del rendimiento estratégico de equipos</li> </ul>
<p><b>NIVEL 8****</b></p> <p>Resultados del aprendizaje correspondientes al nivel 8</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>conocimientos en la frontera más avanzada de un campo de trabajo o estudio concreto y en el punto de articulación entre diversos campos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>destrezas y técnicas más avanzadas y especializadas, en particular en materia de síntesis y evaluación, necesarias para resolver problemas críticos en la investigación y/o la innovación y para ampliar y redefinir conocimientos o prácticas profesionales existentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>autoridad, innovación, autonomía, integridad académica y profesional y compromiso continuo sustanciales y acreditados respecto al desarrollo de nuevas ideas o procesos en la vanguardia de contextos de trabajo o estudio, incluida la investigación</li> </ul>

Figura N° 1: Descriptores para definir los niveles del Marco Europeo de Cualificaciones (MEC).

Además, de alguna forma se resta importancia profesional a los másteres habilitantes, dado que con cualquier máster oficial de especialización se estaría en el mismo nivel profesional, es decir, en el nivel 7 EQF. Todo ello puede verse en la Figura N° 2.

No obstante, ya han sido muchos los pasos andados y las modificaciones surgidas en torno al Espacio Europeo de Educación Superior en el sistema académico español; pero también en este campo, el conservadurismo y el corporativismo profesional están impidiendo que las Ingenierías evolucionen hacia una convergencia europea y mundial total.

Sin ir más lejos, y con el único objetivo de mantener los dos niveles en las Ingenierías en España y, por tanto, contra el criterio marcado tanto en el EEES como en la normativa española (R.D. 1393/2007 y R.D. 861/2010), se crean títulos especialistas en el Grado para luego implantar másteres generalistas y habilitantes, algo que además de ilógico no concuerda con nada de lo existente en el orden mundial.

Está bien claro que el título de Grado ha de ser generalista y además el que da acceso al mercado laboral. Cuando se incumple esta premisa, sencillamente se está vulnerando una de las esencias de la reforma del EEES. Pero lo más preocupante es cómo afecta a los estudiantes y al conjunto de la sociedad, que al fin y al cabo deberían ser la base de las decisiones que se adopten, y no otros intereses que puedan distorsionar los objetivos perseguidos. Por ello, conviene recordar que cualquier titulado de Grado generalista tendrá muchas más oportunidades de empleo,

no solo porque a priori y debido a la generalidad del título pueda abarcar más campos, sino porque también se le permitirá, en caso de ser necesario, una especialización en un mayor número de materias; mientras que si esa especialización ya se realiza en el Grado, son muchísimas las puertas que se cierran en la trayectoria profesional.

Pero es que además, y esta reflexión la podemos realizar todos, la propia evolución profesional nos conduce a la especialización en función del área de trabajo que estemos desarrollando, y acabamos siendo auténticos especialistas de nuestro campo.

Y es que frente a lo que se piensa en España, que para ser ingeniero hay que estudiar cinco o seis años (cuatro de grado más uno o dos de máster en función de la Universidad), en el resto de países es suficiente con un máximo de cuatro años. Esto nos coloca en una posición de desventaja competitiva respecto a otros profesionales.

Y ahora seguro que hay alguien que piensa, y no con poca razón, que el ingeniero recién titulado de cinco o seis años tendrá más conocimientos que uno de cuatro. Eso no es discutible, pero lo que hay que preguntarse es si es verdaderamente necesario y si podemos permitirnoslo; porque supongo que nadie pondrá en duda la preparación y profesionalidad de los ingenieros alemanes, británicos, estadounidenses y japoneses.

Aunque también es cierto, tal y como se ha comentado en la primera parte del artículo, que para el acceso a la profesión en la mayoría de países, además de un título universitario (bache-

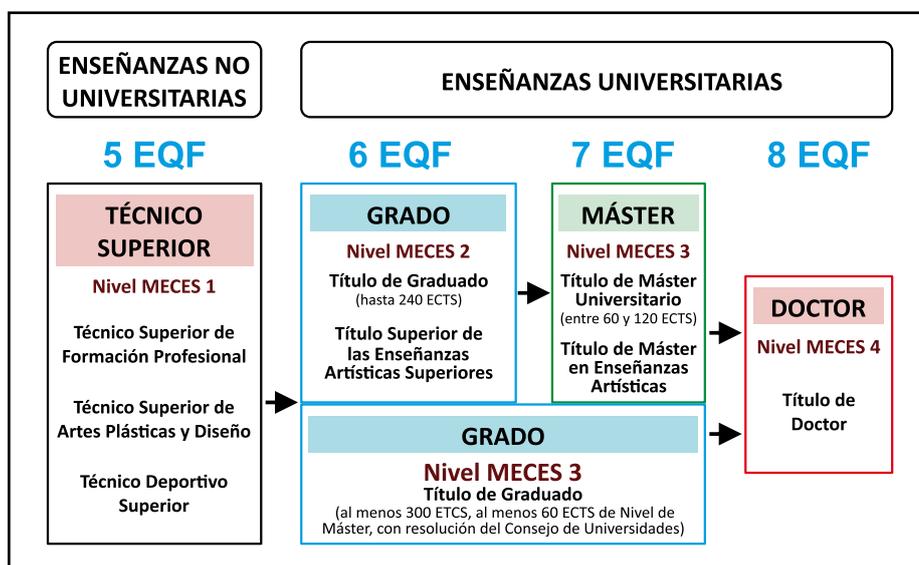


Figura N° 2: Correspondencia de las titulaciones pre-Bolonia con los niveles MECES y EQF.

lor), se requiere también una experiencia, una recertificación de conocimientos y en algunos sitios además un examen de acceso.

Y otro aspecto importantísimo que se ha de tener en cuenta es la propia directiva de reconocimiento de cualificaciones.

Por tanto, y lejos de subirnos al tren de la reforma de homogeneización marcada por Europa, nos dedicamos a cambiarlo todo pero para dejarlo como estaba, habiendo perdido una oportunidad única de que fuese el sistema universitario el que fijase las bases para la evolución lógica de las profesiones de Ingeniería.

Pero esto no solo queda aquí, sino que la reforma de Bolonia, realizada en el sistema universitario español en el ámbito de las Ingenierías, ha supuesto además la proliferación de titulaciones de Grado en Ingeniería especialistas (más de 100) que no tienen atribuciones profesionales y que, en algunos casos, coinciden en la denominación con otras que sí que las tienen.

Como hemos dicho al principio del artículo, en España las atribuciones profesionales las concede un determinado título académico que ha de cumplir con unos requisitos mínimos de formación que establece el Gobierno, y que para nuestra profesión es la Orden CIN/351/2009 de 9 de febrero. De tal forma, que cualquier titulación que cumpla los requisitos de la misma y que así lo acredite la Agencia Nacional de la Evaluación de la Calidad Académica y Acreditación (ANECA), concede al poseedor del mismo las atribuciones profesionales para ejercer esa profesión.

Al mismo tiempo, se ha eliminado el catálogo de títulos, de manera que cualquier universidad pueda denominar la titulación como quiera, siempre y cuando no conduzca a confusión.

Bajo estas dos premisas, para todos es conocido que un titulado en ingeniería es un ingeniero, y que son los ingenieros los que realizan proyectos, direcciones de obra, etc. Pero eso ahora no es así, y me explico. Hay más de 100 títulos de Graduado en Ingeniería que no cumplen la Orden CIN/351/2009 y que, por tanto, conforme a la actual legislación, no tienen atribuciones profesionales. Este hecho no sería tan grave, si realmente las decenas de miles de alumnos que han optado por estas titulaciones conociesen esta si-

tuación desde el principio y antes de comenzar sus estudios.

A continuación podemos ver algunos ejemplos que les resultarán muy ilustrativos, no solo por los nombres de los mismos, sino también por las enormes diferencias entre titulaciones que se denominan exactamente igual:

- Graduado o Graduada en Ingeniería Biomédica (sin atribuciones profesionales).
- Graduado o Graduada en Ingeniería de Materiales (sin atribuciones profesionales).
- Graduado o Graduada en Ingeniería de Diseño Industrial (sin atribuciones profesionales, aunque se trata de una titulación y profesión consolidada en la Ingeniería Técnica).
- Graduado o Graduada en Ingeniería en Diseño Mecánico de la Universidad Pública de Navarra (tiene las atribuciones del Ingeniero Técnico Industrial).
- Graduado o Graduada en Ingeniería de la Energía (en la mayoría de casos sin atribuciones profesionales, y en otras con las atribuciones de Ingeniero Técnico de Minas).
- Graduado o Graduada en Ingeniería de la Salud (sin atribuciones profesionales).
- Graduado o Graduada en Ingeniería de Organización Industrial (sin atribuciones profesionales). Existen numerosos másteres de Ingeniería en Organización Industrial.
- Graduado o Graduada en Ingeniería en Tecnologías Industriales (sin atribuciones profesionales).
- Graduado o Graduada en Ingeniería mecatrónica (las titulaciones de las Universidades de Vic y Málaga-Sevilla no tienen atribuciones profesionales y, sin embargo, la de la Universidad de Zaragoza tiene las atribuciones de Ingeniero Técnico Industrial).
- Graduado en Ingeniería Química, en todas las Universidades tiene las atribuciones del Ingeniero Técnico Industrial, menos en las Universidades del País Vasco, Las Palmas de Gran Canarias y Extremadura.

Como se puede ver, resulta realmente complejo hasta para las personas que de alguna forma estamos involucradas en este mundo universitario y profesional, lo que puede dar una idea de la confusión que está generando, no solo entre los estudiantes sino entre los propios empleadores o la sociedad en su conjunto.

Creo conveniente poner un ejemplo que le ocurrió a un titulado de Ingeniería de la Energía. A

simple vista por el nombre, parece más o menos lógico que pudiese proyectar instalaciones energéticas (instalaciones eléctricas, de gas, plantas fotovoltaicas, etc.) y eso mismo pensó su empleador, en este caso, una empresa de energías renovables. Pues bien, cuando su jefe le encargó la realización del proyecto de una planta fotovoltaica, se puso a ello. Mientras tanto, como sabía que tenía que estar colegiado, fue al Colegio y allí se enteró de que su titulación no tenía atribuciones profesionales. Por tanto, no podía firmar ese proyecto, con el consiguiente desengaño y frustración que le produjo conocer la noticia. Se pueden imaginar la desolación.

Lo peor de todo es que parece como que los Colegios seamos los malos y no queramos dejarle firmar el proyecto; pero todo el mundo ha de saber que nosotros, mientras exista el sistema actual, ni damos ni quitamos atribuciones. Son exclusivamente los títulos universitarios, a través de las Órdenes del Gobierno, las que las dan.

Pero salvando este caso, que puede ser recurrente en otras muchas titulaciones de Grado en Ingeniería, también es cierto que hay otras titulaciones de Grado que no requieren de atribuciones profesionales por cuanto están destinadas a funciones de carácter más específico dentro de áreas de diseño, organización, calidad, desarrollo... y que en principio no las necesitan.

Y digo en principio porque, a pesar de ello y siempre pensando en las máximas salidas profesionales de los recién egresados, yo siempre sería partidario de que estudiaran previamente una titulación con atribuciones profesionales, que viene a ser una salida laboral más, y ya posteriormente realizar el máster oportuno en cualquiera de las especialidades que ahora aparecen en los Grados, como son la biomedicina, la organización industrial, energía, materiales, etc., que sería realmente lo lógico y razonable. De esta forma, tendría una titulación generalista y con acceso a la profesión que les otorgaría una serie de atribuciones profesionales, para posteriormente ir ampliándolas en función de la especialización formativa o laboral.

En la actualidad, en nuestra profesión y de los profesionales colegiados, son solo un 20% aproximadamente los que están haciendo uso de dichas atribuciones. Sin embargo, son más del 80% los que alguna vez en la vida profesional han hecho uso de ellas, lo que indica que se trata

de un recurso que siempre está ahí y que, por tanto, significa otra salida laboral.

Mención aparte merece el título de Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, que resulta ser una titulación ficticia y creada con el único objetivo de servir de base para el máster de Ingeniero Industrial, con lo que nuevamente se están vulnerando todos los principios del proceso de Bolonia.

Es decir, cualquier titulado de Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, ni tiene atribuciones profesionales, ni tiene profesión, ni tiene demanda laboral alguna por parte de las empresas. Por tanto, solo queda abocado a tener que realizar el máster para poder acceder a una profesión, con el considerable perjuicio que se les puede causar a los estudiantes. Nadie sabe cómo te puede ir en la vida y, en un determinado momento, te puedes tener que ver forzado a abandonar los estudios por cuestiones de cualquier índole (familiar, económica, etc.). En este caso, te encontrarías con una titulación de Grado sin acceso a un mercado laboral claro, por cuanto se trata de una titulación que no obedece a ninguna demanda real, sino a cuestiones, como ya hemos dicho, puramente organizativas de algunas Universidades y Escuelas, y tiene su lógica.

Algunas Escuelas que con anterioridad al EEES solo ofrecían las Ingenierías de 2º ciclo en 5 años, vieron como ahora esa formación quedaba reducida a un máster de 60 a 120 ECTS (1 o 2 años), accediendo desde cualquiera de los Grados en Ingeniería de dicha rama. Lejos de incluir esos Grados en sus escuelas, y en algunos casos con el afán de seguir manteniendo esa diferenciación entre "Ingenieros superiores e inferiores", desde el principio, crearon un título de Grado que sirviese de puente para el acceso al máster y que, además, fuese lo más exclusivo que les permite la ley para sus alumnos. Y es que, dado que nuestra legislación permite que cualquier titulado universitario español tenga acceso a los másteres, son las Universidades las que se encargan de elaborar los criterios de admisión y, por tanto, de priorizar, de forma algunas veces no muy justa, la inclusión de sus titulados frente a otros.

Aunque he de decir que afortunadamente no son la mayoría, por lo general, se puede acceder al Máster de Ingeniero Industrial desde cualquier Grado en Ingeniería con atribuciones profesionales en igualdad de condiciones y en función de

los méritos académicos. Pero también, en este último caso, los grandes damnificados son los Graduados en Tecnologías Industriales ya que, si finalmente no pueden acceder al máster, ven truncadas la mayoría de sus expectativas, puesto que como hemos dicho antes, no se trata de una titulación finalista, sino solo de un medio “para”. Nuevamente estaríamos ante otra injusticia, generada por el único hecho de haber creado dicha titulación que no era necesaria.

No obstante, y por más resistencia que se pueda poner desde todos los ámbitos, es evidente que al final acabará imponiéndose la razón, como así lo demuestran los últimos acontecimientos.

Los graduados en ingeniería y los ingenieros técnicos somos y hemos sido de facto los “ingenieros a secas” en Europa y en el resto del mundo. Pero ahora, además, lo somos sobre el papel, así que ha llegado el momento de reivindicarnos como tales en nuestro país, y para ello serán muchas las iniciativas que tendremos que llevar a cabo. Habrá que comenzar por algo que a más de uno le puede resultar incómodo, hasta incluso descorazonador, como es la evolución de nuestro nombre sin incluir el término “técnico”, ese que nos ha acompañado durante tantos años y que de alguna forma ha definido nuestro perfil profesional como un ingeniero más pragmático y cercano, capaz de interaccionar de forma directa con la ejecución de los proyectos, sin complejos y con la máxima preparación para responsabilizarse de los mismos.

Recuerdo una anécdota que me comentó un buen amigo y compañero de Murcia, quien fue a visitar una industria. Al llegar, la secretaria avisó al gerente de la misma indicándole que estaba allí el señor ingeniero, a lo que mi amigo le espetó que no, que era ingeniero técnico. La secretaria, sintiendo que había metido la pata, le indicó a su jefe que, además de ingeniero, también era técnico, al tiempo que se disculpaba con mi amigo.

Este hecho ha sido una constante en la historia de la Ingeniería Técnica Industrial, y todo ello ha quedado reflejado en el servicio que hemos realizado en la sociedad. Es algo que no debe cambiar, pero la sociedad tiene que evolucionar y nosotros tenemos que ser unos de los impulsores. Así que, al igual que ocurrió en su día con la transición de perito a ingeniero técnico, ahora es el momento del cambio de ingeniero técnico a ingeniero.

Ingeniero mecánico, ingeniero eléctrico, ingeniero electrónico, ingeniero químico, ingeniero textil, etc. son los nombres de las profesiones de ingeniero en Europa y en el resto del mundo; y como tal, tendremos que denominarnos aquí, sin que ello signifique que tengamos que perder ni un ápice de nuestras señas de identidad, aunque sí signifique una evolución social de la ingeniería en su conjunto.

Esta transición hacia un único nivel en la profesión de Ingeniería, ha de venir acompañada de una verdadera adecuación al EEES de las titulaciones de Ingeniería y, por supuesto, de la evolución del ejercicio profesional hacia una habilitación individual realizada por los Colegios Profesionales basada en las capacidades, conocimientos y destrezas adquiridos a lo largo de la vida, a través de la experiencia y la formación continua; algo que desde nuestro Consejo General y los Colegios, ya pusimos en marcha en 2013 con la Acreditación Profesional DPC (Desarrollo Profesional Continuo - [www.acreditacioncogitidpc.es](http://www.acreditacioncogitidpc.es)).

Pero es más, debemos tender hacia una organización profesional única que aglutine todas las ramas de la Ingeniería, como ocurre en la mayoría de países. De esta forma, además de conseguir ser más fuertes e influyentes, se fijarían unos criterios uniformes de habilitación profesional que permitiesen una competitividad sana entre los profesionales y, a su vez, aumentasen la calidad y garantía de los servicios que prestamos a la sociedad.

Es el momento del diálogo entre las profesiones, así como el momento de priorizar los intereses de la sociedad y los colegiados, frente a los corporativismos sesgados y rancios que desgraciadamente se siguen imponiendo. Por ello, desde aquí, apelo a la altura de miras y generosidad de todos los dirigentes de las corporaciones profesionales de la Ingeniería, para comenzar a trabajar en un proyecto de unión, que a buen seguro no estará exento de dificultades, pero que tendremos que superarlas con ilusión y con la certeza de que el resultado nos hará mejorar a todos.

Y estas son las reflexiones que he querido compartir con todos ustedes, desde la humildad y con el máximo respeto a opiniones diferentes. Pero, a su vez, las hago desde la convicción, el espíritu constructivo y una óptica liberal (que no libertina), que son las que guían mis actuaciones y propuestas, con mayor o menor acierto.

# Aeromotor 555



Fernando Andrés Ojeda Pérez

Ingeniero Industrial

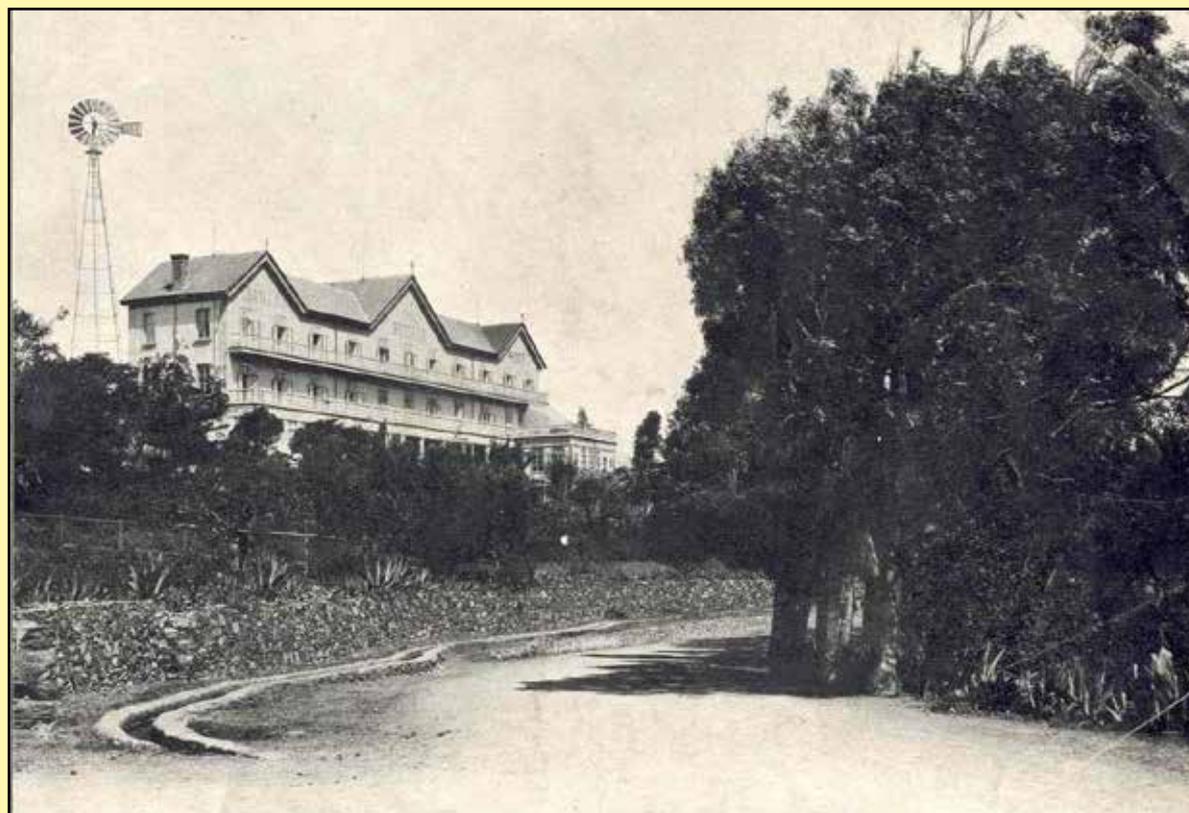
## 1. A MANERA DE INTRODUCCIÓN

**P**einadas por el viento, las grandes planicies de Fuerteventura durante mucho tiempo fueron hojas en blanco. Como no hay mejor remedio para llenar una página que escribir, el aeromotor fue la estilográfica que usó el agricultor majorero para escribirle al viento un mensaje: “necesito agua, ¡dámela tú!” Y entre ambos tatuaron un paisaje de surcos coloreados de arcilla y arena en la piel de Maxorata.

En los noventa del pasado siglo, en tránsito por un camino al sur de Gran Tarajal, en las cercanías de Giniginámar, impulsado por un molino de viento tipo americano, una antigua tubería

hablaba con un estanque aún más viejo. Por su boca salían compulsivamente chorros de agua, que callado recibía el depósito.

Picado por mi afición a la arqueología industrial paré el automóvil y trabé conversación con el agricultor, que atendía labores propias del lugar y su condición. Las arrugas de su rostro parecían fiel reflejo de los camellones y arabescos que la tierra recién labrada nos ofrecía en su huerta. El timón de gobierno del aeromotor ya no lucía la marca. Pero después de hablar entretenidamente con el amable señor, no me cupo duda alguna del modelo: ¡Era un molino 555!



*Foto N° 1: Aeromotor Hotel Santa Brígida*

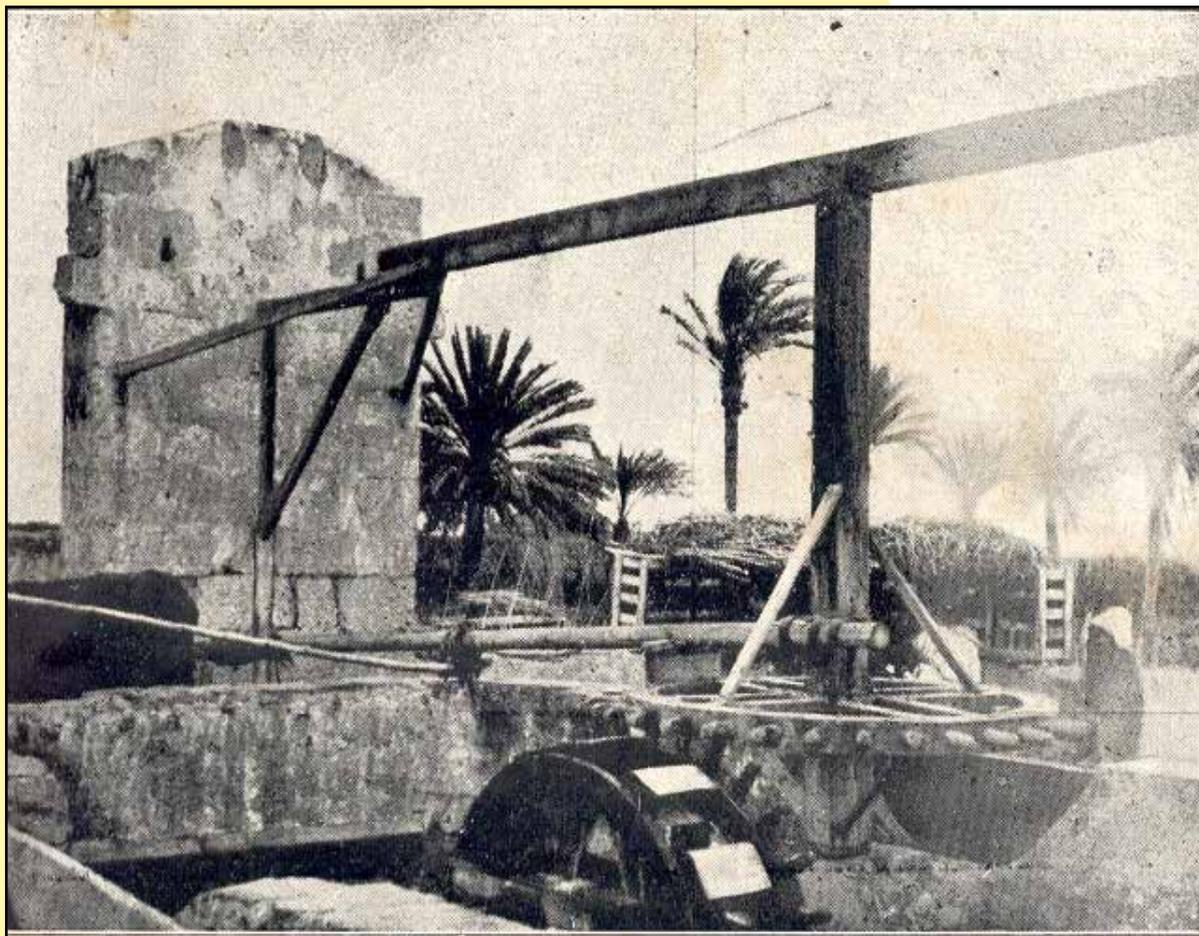


Foto N° 2: Noria de 1912

Quizás ustedes nunca han visionado ese modelo, o incluso ni lo han oído nombrar. Los supervivientes de estos artilugios enseñan apellidos comerciales bien diferentes: ADLER, AEROMOTOR CHICAGO, SAMSON, DANDY, VELOX, etc. Y así es, tienen razón. ¡Este 555 lo ha bautizado así quien les escribe!

El hombre del campo mayorero satisfizo mi curiosidad con los siguientes detalles de la operación normal con su Aermotor:

- “Sí, la bomba es de pistón de 5 pulgadas como usted dice” (le había comentado que venía de otro pozo, en Tesijorey, este motorizado con un Lister de 22 CV. Con una bomba que gastaba gánigo de cuero de 5 pulgadas y que aún se conseguía en algunos comercios de Telde).
- “El caudal máximo que me da la bomba es de 5 litros por segundo”.
- ¿Y el mantenimiento? “¡Ah, el aceite!. Sí, cada 5 años o así subo y le pongo un par de litros...”.

¡Ven por qué lo titulé Aeromotor 555!

Así, el binomio molino multipala – bomba de pistón, fue la combinación perfecta. Por el elevado par de arranque y operación con vientos débiles del primero, y la baja velocidad, robustez, reducido mantenimiento, excelente rendimiento para bombeo de profundidad de la segunda.

Así, después de este riego de palabras, analizaremos algunos números.

## 2. UN PRESUPUESTO

En 1904 Guillermo J. Guillén García, ingeniero industrial químico, presupuesta un molino Soler (Enrich Soler como fabricante español de molinos de viento) en una fábrica de Barcelona según desglose que se refleja en la Tabla N° 1.

O sea, un céntimo y tercio el metro cúbico, sin tener en cuenta el depósito. Cuando el agua es elevada por una noria, que es el procedimiento más común, resulta en los casos más favorables a tres céntimos el metro cúbico.

PRESUPUESTO	
Molino Soler nº 3 de 7 metros de diámetro	1.600 pesetas
Dos bombas nº 5	1.000 pesetas
Movimiento de palanca	80 pesetas
14 metros de tubos y varillas	400 pesetas
Castillete de 6,5 metros de altura	800 pesetas
Colocación e imprevistos	120 pesetas
TOTAL	4.000 pesetas
Sin contar el depósito para almacenar el agua.	
Amortización e interés del capital (10 %)	400 pesetas
Engrase y entretenimiento (Cantidad exagerada si hay cuidado).	80 pesetas
Total anual	480 pesetas
Dará por término medio para 100 metros cúbicos diarios en buenas condiciones	
Producción anual	36.000 metros cúbicos
Coste de esta producción	480 pesetas

Tabla Nº 1: Presupuesto Molino Soler en Fábrica de Barcelona en 1904.

Este tipo de molino desarrolla aproximadamente 2 caballos de fuerza. Se construye otro tamaño de 9 metros de diámetro, que desarrolla 4 caballos.

Francisco Suárez Moreno, en su magnífico libro "Ingenierías Históricas de la Aldea", apunta para antes de 1914, el precio de 1.000 pesetas de un AERMOTOR o SAMSON (que llega a costar 4.000 pesetas en 1950, repercusión de la postguerra mundial). Como clara demostración de lo que supuso la producción industrial en serie de cualquier útil o bien de equipo, resultaba más costosa una máquina fabricada en España que una similar e incluso de características más avanzadas importada de los EE. UU. donde utilizaban series de piezas fundidas que alcanzaban cifras millonarias de unidades almacenadas dispuestas

para su posterior utilización en las cadenas de montaje.

### 3. EL MULTIPALA EN ESPAÑA

Sin ánimo de ser exhaustivo, algunas marcas españolas-peninsulares conocidas:

- ALMERICH.
- Cerrajería de Eleuterio Suriá, Sabadell, se anunciaba con:  
*"...ESPECIALIDAD EN MOLINOS DE VIENTO, BOMBAS de todas clases (sic) y MALACATE para caballería..."*
- ESTRELLA, EÓLICO, GABRIEL FAURA, Barcelona. HURACÁN.

Diámetro del cuerpo de bomba en pulgadas	Capacidad en litros por hora		Altura en metros a que puede elevarse el agua					
			TAMAÑO DEL MOLINO DE VIENTO					
	6 pies	8 pies-16 pies	6 pies	8 pies	10 pies	12 pies	14 pies	16 pies
2 ¼	680	1000	23	34	52	77	110	180
2 ½	850	1230	20	29	43	65	92	150
2 ¾	1000	1460	17	25	37	55	80	130
3	1200	1780	14	21	31	47	67	110
3 ¼	---	2075	---	---	27	40	57	93
3 ½	1670	2420	11	15	23	35	49	82
3 ¾	---	2750	---	---	20	30	44	70
4	2150	3150	8	12	18	26	38	61
4 ½	2750	4000	7	9	14	21	30	49
5	3400	4900	5	8	11	17	24	40
6	---	7100	---	5	8	11	17	26

Figura Nº 1: AERMOTOR. Capacidad de Bombeo

- JUAN GUILLÉN, Agente para España de AEROMOTOR (oficinas en Alicante y Madrid). En una hoja publicitaria, esta comercial reseña:

*"...El Subdirector del INSTITUTO y OBSERVATORIO de MARINA certifica en 1926 el correcto funcionamiento de uno antiguo instalado en sus instalaciones de San Fernando, Cádiz en 1905. Así como otros dos modernos que llevan trabajando desde 1922..."*

El catálogo de 1932 de la casa Guillén anuncia como referencia el funcionamiento desde el 31 de agosto de 1929 de un AERMOTOR COMPANY MODELO 702 de Chicago, con lubricación automática. Instalado en el Vivero Forestal del Estado en Plasencia del Monte:

*"...que viene funcionando sin avería, eleva el agua de todas profundidades y la impulsa a cualquier distancia y altura..."*

- PERE BRUNET.

- SOLER. Enrich Soler de Barcelona anunciaba:

*"...Molins de vent per regar ab aygues fondas; Senias per regar horts enclotats y ARIETES per regar torrentadas y portat aygue a las casas..."*

- Molinos de Viento ESCOBAR, Talleres Alberto Escobar, Valencia 1950 (su publicidad habla de 30 años de experiencia). Exporta a Argentina y Perú. Edita una tabla que recoge distintos tamaños de rotor y caudales bombeados según profundidades; para velocidades de viento de 7 m/s. VELOX.

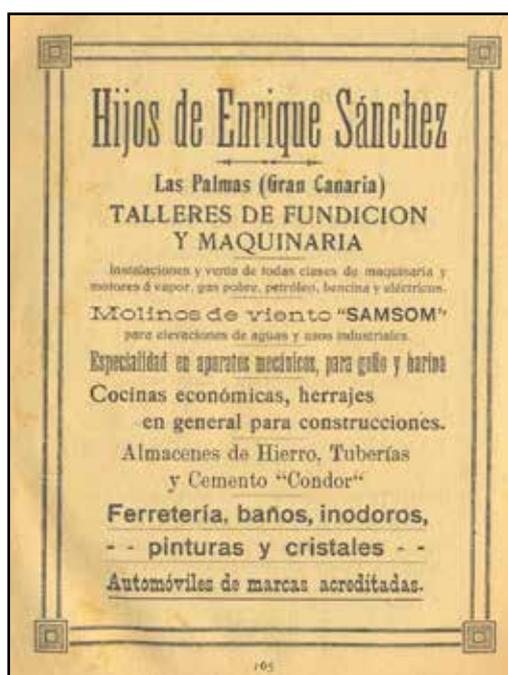


Foto N° 3: Anuncio de 1912



Foto N° 4: Anuncio de 1914

En cuanto a constructores canarios, señalamos en:

- Gran Canaria: Manuel Santana, Torres, Talleres Enrique Sánchez, Talleres Santana Fleitas.
- Fuerteventura: Antonio Curbelo y Gregorio Martín.
- Lanzarote: Taller Francisco Martín adaptados para Salinas. Sus productos son conocidos de forma genérica como "Molinos del País".

Algunos ni llevan la reseña del fabricante. Otros pocos son artesanales.

#### 4. EL ORIGEN Y LAS MARCAS COMERCIALES EN LOS EE. UU. DE NORTEAMÉRICA

Atribuyen a Daniel Halladay el primer aeromotor exitoso en 1854. No obstante, las ideas preliminares parece ser que fueron de 1840 e incluso antes. Buscaban un molino de viento para bombear agua con autogobierno, esto es, sin necesidad de la intervención del hombre. Al principio fueron de madera.

En 1855 los aeromotores favorecieron la extensión del ferrocarril de Illinois Company de Chicago.

En apretada síntesis, algunas marcas:

- El más popular entre nosotros, el AERMOTOR CHICAGO.
- ADLER, alemán. BUTLER MEG, CYCLONE, DUPLEX, se anunciaba como sin palas, pues el rotor estaba formado de una sola pieza. Más resistente a los tornados, por mayor solidez (conceptualmente la solidez es el cociente entre área de la superficie armada del rotor dividida entre el área barrida por el rotor).
- CHALLENGE; CLIMAX, de manufactura inglesa. HÉRCULES.

- DEMPSTER, DIAMOND, ECLIPSE, ELGIN, FAIRBANKS-MORSE, FLINT and WALLING, FREEMAN, GEM (Rodamientos de Grafito, evitando “subidas a la torre para lubricar” tenía la particularidad de torre triangular), IDEAL, KENWOOD, MAUD’S (18 TAMAÑOS), promociona sus máquinas con el lema: MADE ON MECHANICAL PRINCIPLES AND MADE TO: “stand any wind “; “one that will stay”.
- PERKINS también con cojinetes de grafito, proclamaban 23 años funcionando sin averías.
- El SAMSON STOVER COMPANY, de doble engranaje para rotores de más de 10 pies de diámetro y rodamientos de bolas. Otro ejemplo, el modelo para torre de más de 100 pies y rueda de 18 pies.
- SOUTHERN CROSS, STAR, con 2 bielas y 2 engranajes en el modelo 12. Más de 1 millón en uso.

- TUCKWOOD (de madera). WOODMANSE AIR MASTER FREEPORT ILL. (de Illinois).
- WESTERN WIND WHEELS, declaraba a mediados del siglo XX, seis millones de unidades fabricadas.

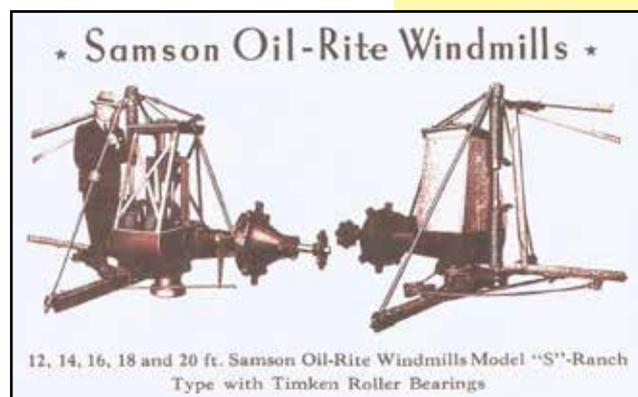


Foto N° 6: Samson gearbox

En la Tabla N° 2, se exponen datos extraídos de la publicidad de la época.

UNIDADES VENDIDAS		
Año	AEROTOR	MAUD’S
1888	45	-
1889	2.288	450
1890	6.268	1.200
1891	20.049	5.000
1892	60.000	10.000

Tabla N° 2: Unidades vendidas.

Foto N° 5: Dempster Windmill

Sólo en los EE. UU. se consideran 110 modelos principales con toda una sucesión de variantes en distintos tamaños y también con adaptaciones opcionales. Si a estos sumamos los hechos por los propios usuarios (que variaban diseños patentados a fin de poder construirlos), los fabricados ascienden a varios centenares.

En la Tabla N° 3 adjuntamos algunos datos de un fabricante de la primera década del siglo XX.

La selección del aeromotor adecuado era el resultado de una ecuación que contenía los parámetros siguientes: cantidad de agua requerida, la profundidad del pozo sumada a la cota de situación del estanque y datos de la velocidad del viento. Ya en el siglo XIX, los EE. UU. publicaba listados con velocidades promedio de viento en los condados y poblaciones con posibilidades de uso de esta tecnología. Así dependiendo, por un lado, de las necesidades y, por el otro, de las pro-

Altura pies	18	24	36	42	48
Ancho base pies + pulgadas	4'	5'2"	7'7"	8'9"	9'11"
Peso en libras	305	380	570	675	780
Precio dólares 1910	62	77	115	136	158

Tabla N° 3: Datos de un fabricante

ducciones horarias, se consideraba el volumen del estanque o depósito que acompañaba la instalación eólica. En casos concretos de estaciones de ferrocarril, se situaba a una altura que hiciera factible rellenar el tanque del ténder de la locomotora destinado a la acumulación de agua para la caldera. En las granjas y establos diseminados por los campos, se aprovechaba la orografía a fin

de que, con el impulso eólico, el líquido elemento extraído alcanzara una determinada cota para la posterior caída por gravedad hacia los abrevaderos distribuidos. Cada marca importante editaba un catálogo con tablas de características de sus modelos y el caudal que entregaba la bomba, de acuerdo a profundidades, diámetros del rotor, diámetros de pistón, etc.

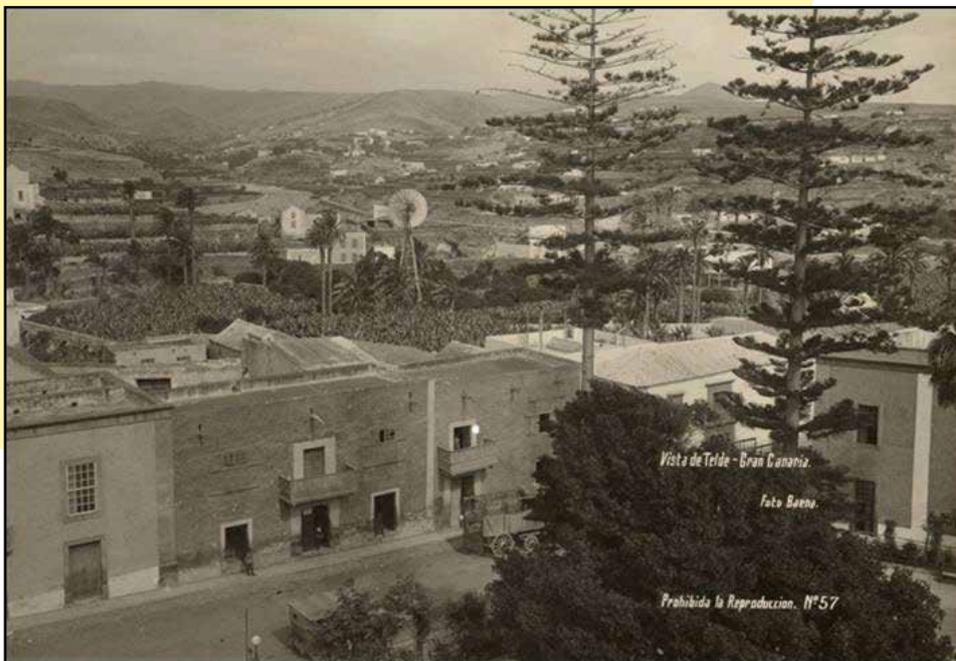


Foto N° 7A: Telde- San Juan



Foto N° 7B: Telde- Don Juan Franco



Foto N° 7C: Año 1921

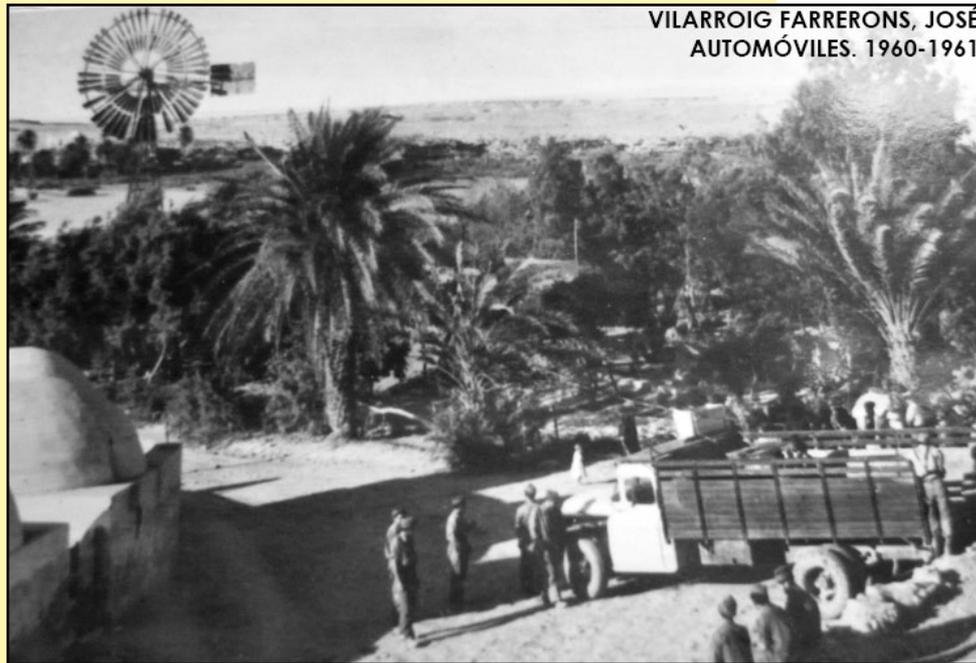


Foto N° 7D: Ifni en los años 50

La capacidad de bombeo dependía del número máximo de carreras del émbolo, de la intensidad de los vientos predominantes, del número de horas que soplaban, de la situación adecuada del aeromotor y de la velocidad para la que se diseñó la rueda de aspas.

Así fue como las extensas llanuras exportadoras de productos agropecuarios de los EE. UU., Argentina, Australia, Sudáfrica y de algún otro país perteneciente a la Commonwealth, acompañaron su desarrollo con los aeromotores. Estos hicieron posible el suministro de agua y energía eléctrica

a centenares de miles de estancias aisladas. Ya fuera para uso doméstico (las granjas del medio oeste norteamericano carecían de agua corriente hasta su implantación), como para los cultivos y los grandes rebaños de sus estancias. Incluso en Argentina, los aeromotores llevaron el apellido de "Pampeanos", recordando el gran número de ellos que se incorporó al paisaje de La Pampa. Como curiosidad, la propaganda inserta en la revista agrícola argentina HACIENDA de 1948 expresa que: "...los molinos de viento ASTRO CEFIRE F&W conocidos como molinos de viento GUANACO, bombean un 30% más de agua...".



VILARROIG FARRERONS, JOSÉ  
AUTOMÓVILES. 1960-1961

Foto N° 7E: Aaiún en los años 60

## 5. ALGUNAS PINCELADAS CANARIAS

La mayor parte de los aeromotores se concentran en La Aldea de San Nicolás, en Gran Canaria, con un incremento continuado de unidades desde los años 20, hasta el máximo a mitad de los años 40 del pasado siglo (200 máquinas, de ellas 87 SAMSON y 101 AERMOTOR según Francisco Suárez Moreno). Gran parte, una vez desmontadas a partir de los años cincuenta, pasarán a Fuerteventura. Allí incrementarán el censo de las importadas de fábrica y las propiamente locales.

Así, una foto fija de 1953: Gran Canaria tiene 113, de los cuales 106 en La Aldea y Fuerteventura 550 (511 americanos, una veintena catalanes-levantinos, 18 CLIMAX ingleses y algunos ADLER). A su vez, los 511 se desglosan en 416 AERMOTOR, 68 SAMSON, 21 DEMPSTER y 6 DANDY. Durante este segundo tercio del siglo XX apenas se aplican variaciones tecnológicas.

A principios de los ochenta, en Fuerteventura, 500 multipalas bombean 2,7 millones de metros cúbicos de agua al año, que suponen el 30% del total extraído. Ahorrando 150 Tm/año de gasoil.

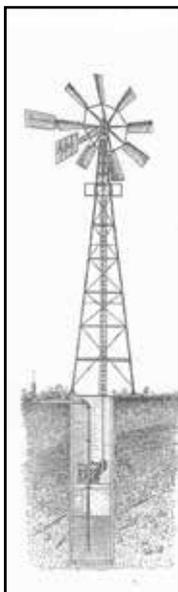


Figura N° 2A:  
ADLER UNO

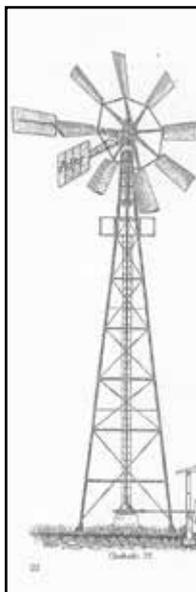


Figura N° 2B:  
ADLER DOS

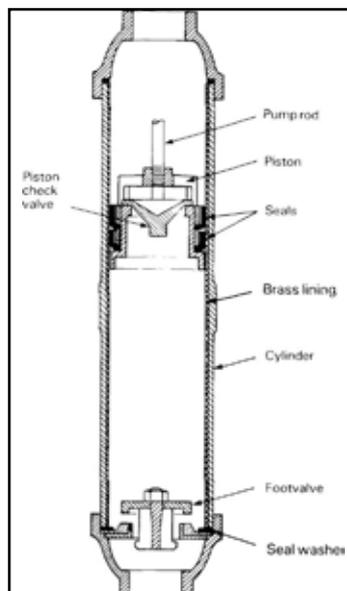


Figura N° 3A:  
Sección caja de émbolos

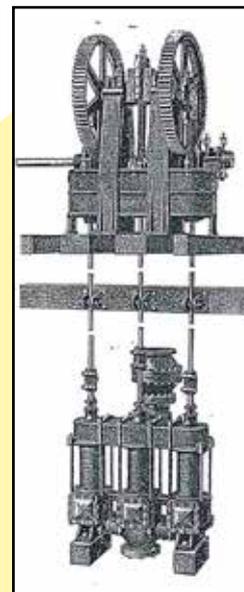


Figura N° 3B:  
Bomba 3 cuerpos

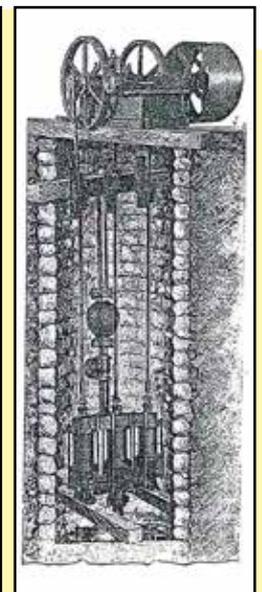


Figura N° 3C:  
Bomba en pozo

Una lista de precios de 1983 relacionaba molinos para bombeo importados de Argentina desde 8 pies de diámetro de rotor (289.890 pesetas) a 16 pies (1.076.974 pesetas). Eran modelos cuya patente norteamericana la adquirió una empresa argentina, representada en Canarias.

En septiembre de 2014, el periódico Canarias7 recogía un censo para Fuerteventura de 184 Aeromotores en pozos (existen aproximadamente 2.000 pozos, muchos inactivos); de ellos, 81 en Tuineje, 38 en Betancuria y 28 en Antigua.

Un caso particularmente significativo es el PROPULSOR DE AIRE ADLER (así lo titulaban), uno de los cuales permanece impasible al paso del tiempo en la finca de don Antonio Calderín. Movía una bomba de 40 CV y 30 l/s. La especificidad de la instalación es la disposición de dos transmisiones mediante coronas helicoidales, desde la base de la torre hasta el brocal del pozo, pues el aeromotor no está sobre la caña del pozo, sino desplazado a un lado. La gran potencia del ADLER permite esas pérdidas de transmisión, ofreciendo aún así una potencia apreciable para mover las bombas.

Compraron dos iguales al precio de 15.000 pesetas cada uno. El otro de don Eladio Betancor con algunos aditamentos no originales, decora la autovía del Cabildo en Telde. Lo comercializaban en los años 20 como la Máquina de Viento más eficiente en el mundo.

## 6. APUNTES TÉCNICOS

Clasificados como máquinas eólicas lentas, el multipala americano arranca en vacío con velocidades de viento de 3,5 a 4 m/s. Tienen elevada solidez (se conoce por solidez el resultado de dividir la superficie de palas del rotor entre el área barrida por éste) y alto par de arranque. Tiene un número de palas que va de 12 a 24.

La potencia que suministra responde a la conocida fórmula que multiplica el cuadrado del diámetro del rotor por el cubo de la velocidad media del viento, con un coeficiente, que para este tipo de máquina, se toma como 0,15.

$$P = 0,15 \times D^2 \times V^3$$

La potencia de bombeo aproximadamente viene a ser el 80% de la potencia del rotor, englobando pérdidas por rozamiento, transmisión y deformación del varillaje del émbolo.

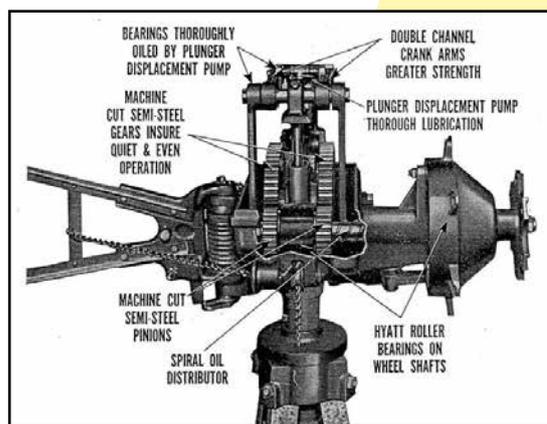


Figura N° 4A

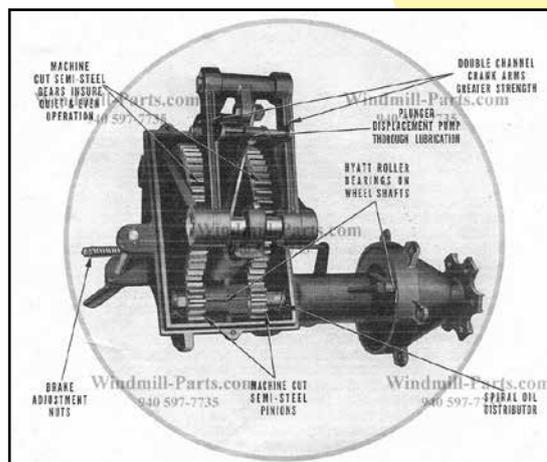


Figura N° 4B

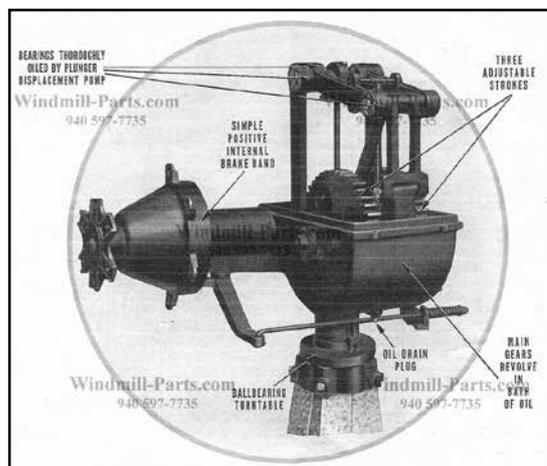


Figura N° 4C

Los sistemas de transmisión del movimiento circular de la rueda al vertical de la varilla portante del émbolo, evoluciona de la simple biela-cigüeñal-manivela de los comienzos (aunque fabricantes canarios siguen empleándola hasta la mitad del XX), transformándose cada vuelta de rueda de 16 o más pies de diámetro (en algunos modelos de diámetro menor hasta 2,5 vueltas) en un ciclo de la bomba aspirante impelente de simple efecto.

Al comienzo se optó por cojinetes lisos, que compensaban mejor la desalineación. Además, debido a su mayor área de contacto, reducían impactos de carga elevada del borde, resistiendo mejor los choques por sus superiores propiedades amortiguadoras, así como los movimientos oscilatorios. Luego vinieron los rodamientos de rodillos, los de bolas para giro del cabezal con la rueda de palas.

En cuanto a las estructuras de las torres, evolucionan a acero galvanizado.

Mediante la sencilla transmisión por correa, accionando un alternador de automóvil para cargar batería, se utilizó para dar corriente doméstica en lugares aislados.

La casa ADLER los fabricaba en un rango de 0,7 CV de fuerza a 60 CV, con ruedas de 5,5 metros de diámetro hasta 15 metros. Comercializaba así un conjunto PROPULSOR – DÍNAMO de tecnología propia, con adelantos como la conexión-desconexión automática de la dínamo según intensidad de viento y cargas conectadas. Disponía de una variedad de acumuladores, llegando al máximo de 435 Ah a 220 voltios utilizando el rotor de 15 metros. Respecto a la mecánica, enunciaba las ventajas del aceite con distribuidor automático que cortaba ante la falta de viento, con una duración del lubricante de seis meses o más. Cojinetes de rodillo y cabria de desalineamiento frente al viento y unas curiosas palas de gran espesor con una estudiada cuerda aerodinámica, que alegaban como superiores a las de la competencia.

Los rotores de diámetro entre 6 a 16 pies poseen 18 palas, mientras los de Manuel Santana con dimensiones de 16 a 22 pies incorporan de 100 a 200 pequeñas aspas en sectores circulares concéntricos, con una altura de torre de 8 a 15 metros.

El señor majorero en su conversación había enunciado dos de los avances del multipala americano: la auto-lubricación y el auto-alineamiento mediante el timón o pala “governor” hacia la dirección del viento predominante. Una de las técnicas para protegerlo de los vientos fuertes, consistía en un “automatismo” mediante un contrapeso-cable-resorte-palanca que “regulaba” la rueda moviéndola fuera de la dirección predominante del viento y regresando a la misma cuando bajaba de intensidad.

AERMOTOR fabricó este modelo en un rango de tamaños de 6, 8, 10, 12 y 14 pies de diámetro de rueda, con un tanque de 5 galones de aceite. La línea de producción estuvo abierta desde 1926 hasta 1966. Apto para pozos profundos y con cantidad de agua.

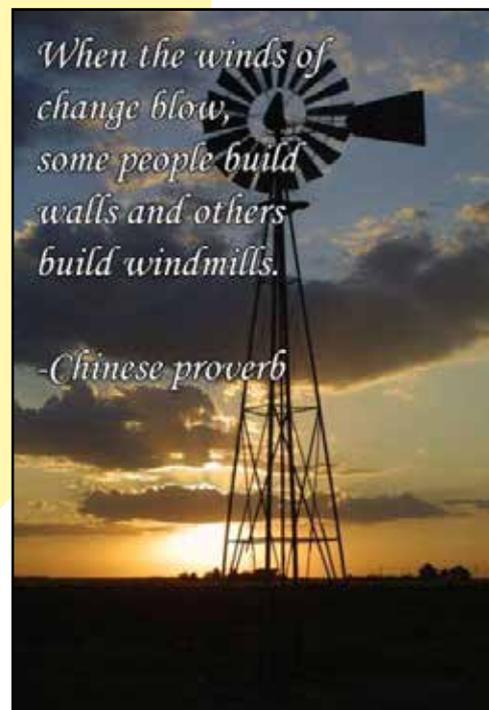


Foto N° 8

## 7.- BIBLIOGRAFÍA

- A FIELD GUIDE TO AMERICAN WINDMILLS. T. Linday Baker. University of Oklahoma 1985.
- EL AGUA, SUS APLICACIONES A LA AGRICULTURA. Guillermo J. de Guillén García 1907.
- CATÁLOGO ADLER.
- CATÁLOGO AERMOTOR.
- CATÁLOGO SAMSON.
- CUADERNOS DE ECONOMÍA CANARIA N° 4, pág. 16. Estudio de Manuel Ríos Navarro. 1982.
- DISEÑO DE MÁQUINAS EÓLICAS DE PEQUEÑA POTENCIA. Mario A. Rosato. 1991.
- GUÍA HISTÓRICO-CULTURAL DE TELDE. Artilugios, maquinarias y trabajos en los pozos de Telde (1880-1990). Francisco Suárez Moreno. Edición 2003
- INGENIERÍAS HISTÓRICAS DE LA ALDEA. Francisco Suárez Moreno, 1994.
- REVISTA ARGENTINA 1948.
- CONVERSACIONES CON LOS INGENIEROS: DON JOSÉ JUAN FALCÓN VERONA Y DON JOAQUÍN PONS QUINTANA.
- ARCHIVO DOCUMENTAL Y FOTOGRÁFICO DEL AUTOR.

# RPAS/Drones



Sergio Valdivielso Gómez

Asociación Canaria de Operadores y Pilotos de Drones  
ASCADRON

## 1. INTRODUCCIÓN

**T**odos conocemos lo que es una Aeronave no Tripulada pilotada por Control Remoto o lo que es lo mismo, un DRON, también conocido como RPA (por sus siglas en inglés, Remotely Piloted Aircraft), UAV (por sus siglas en inglés, Unmanned Aerial Vehicle,) y más acepciones. Me limitaré a describir, en breve, la legislación que los regula a día de hoy en España y los requisitos para ser Operador/Piloto Profesional, para luego entrar de lleno en las posibilidades que este tipo de aeronaves nos brindan.

Los pilotos profesionales de Drones, en España, actúan bajo las órdenes del Ministerio de Fomento y, en particular, de la Agencia Española de Seguridad Aérea (AESA) – regidas a su vez a nivel Europeo por la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA) y a nivel mundial por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

Estas Agencias le dan al RPA el mismo tratamiento que a una avioneta, helicóptero o avión, es decir, define al RPA como una “aeronave”. La norma que la regula en España pertenece a la Ley de Aviación Civil 48/1960 del 21 de julio sobre Navegación Aérea, que establece las condiciones para operar este tipo de aeronaves, además de otras obligaciones para el piloto.

Recientemente se aprobó el Real Decreto 1036/2017, del 15 de diciembre, por el que se regula la utilización civil de las aeronaves no tripuladas pilotadas por control remoto, y se modifican el Real Decreto 552/2014, del 27 de junio – en el que se desarrollan el Reglamento del aire y las disposiciones operativas comunes para los servicios y procedimientos de navegación aérea - y el Real Decreto 57/2002, del 18 de enero - por

el que se aprueba el Reglamento de Circulación Aérea.

Por tanto, en España, es AESA la autoridad que regula el vuelo profesional y recreativo de los Drones/RPAS y otorga los permisos para realizar nuestro trabajo profesional con todas las garantías.

No debemos olvidar que, en España, existen zonas Restringidas al Vuelo Fotográfico (R.V.F.): zonas definidas por el Ministerio de Defensa que, por contener o encontrarse próximas a lugares clasificados (a la hora de realizar filmaciones aéreas) requieren de una consulta obligada al Estado Mayor del Aire, ya que la norma que regula la fotografía aérea en España es una Orden de la Presidencia del Gobierno del 14 de marzo de 1957.

Aún queda mucho por hilar, muchos más Reales Decretos y Directivas del Parlamento Europeo para que nuestros pilotos puedan realizar su trabajo sin dificultades.

Este último Real Decreto aprobado, el 1036/2017, del 15 de diciembre, intenta contemplar los requisitos y los diferentes escenarios donde se podrán realizar operaciones aéreas con este tipo de aeronaves.

Al cierre de este artículo hemos tenido conocimiento de la entrada en vigor del Reglamento (CE) 018/1139 del Parlamento Europeo – publicado el pasado 22 de agosto de 2018 – que, entre otras cosas, modifica la regulación de los RPAS y en el que la Unión Europea retoma la competencia sobre la regulación de los drones unificándola como un todo con aviación civil. Esta norma tie-

ne un contenido muy amplio puesto que regula la aviación civil en general; y como los RPAS comparten el mismo espacio aéreo, independientemente de su peso, les afecta directamente.

En los considerandos del nuevo Reglamento se indica que estas normas pretenden garantizar el cumplimiento de derechos en la UE; en particular, el derecho al respeto de la vida privada y familiar, así como el derecho a la protección de datos de carácter personal.

Lo dispuesto en este nuevo Reglamento Europeo sobre drones está recogido sustancialmente en los artículos 55 a 58 (Capítulo III Requisitos Sustantivos; Sección VII Aeronaves no tripuladas), en el Artículo 77 de Certificación de la aeronavegabilidad y certificación medioambiental, y en el Anexo IX: Requisitos esenciales para aeronaves no tripuladas. En concreto, el artículo 56.8 establece que lo dispuesto en la sección VII de Aeronaves no tripuladas se entenderá sin perjuicio de la posibilidad de que los Estados miembros promulguen normas nacionales para someter a determinadas condiciones la operación de aeronaves no tripuladas por razones ajenas al ámbito de aplicación del presente Reglamento, en particular por razones de seguridad pública o de protección de la privacidad y de los datos personales con arreglo al Derecho de la Unión.

La consecuencia de esta nueva norma es que habrá que estudiar en qué medida se contradicen ambas disposiciones, por lo que esperamos que las autoridades españolas se apresuren a adoptar las medidas necesarias para que no se genere inseguridad jurídica en este nuevo escenario normativo. (Fuente: Concha Jiménez Shaw – despacho: Jiménez Shaw Abogados)

Somos conscientes que debe existir una ley que ampare esta nueva profesión, unas reglas que nos permitan realizar nuestro trabajo, que nos protejan de abusos y del intrusismo imperante. Una ley para que podamos, en definitiva, prestar a las empresas el servicio que nos solicitan con todas las garantías y profesionalidad. Y para ello la Administración debe de implicarse mucho más.

Conociendo lo anterior, y para que nuestros pilotos puedan estar unidos, asesorados e informados en todo momento, a mediados del año 2015 un grupo de amigos pilotos creamos ASCADRON

(Asociación Canaria de Operadores y Pilotos de Drones). La finalidad era de agruparnos y dar asesoramiento jurídico, tanto a los profesionales de este sector como a la sociedad en general, realizando conferencias, talleres, seminarios, etc. ASCADRON, aparte de realizar vuelos demostrativos al público en lugares habilitados para ello — y con todas las medidas de seguridad — hace sobre todo hincapié en el correcto uso del RPA, tanto a nivel recreativo como profesional, explicando al público general que, ante un mal uso y/o desconocimiento de la ley, pueden enfrentarse a sanciones de hasta 250.000 euros.

No entraremos en la polémica sobre si las imágenes aéreas que diariamente vemos en los medios son o no legales, para eso está la normativa expuesta al principio (que cualquiera puede leer a golpe de clic en la página web Oficial de la Agencia Española de Seguridad Aérea, en su apartado de “Drones”). Dicha autoridad, que es la competente en esta materia, debe ser la que actúe de oficio ante aquellos que filman y venden las mencionadas imágenes, así como a los que las reproducen en los medios.

## 2. ¿QUÉ SE NECESITA EN ESPAÑA PARA PILOTAR UNA DE ESTAS AERONAVES?

Para ser piloto profesional de RPAS de hasta 150 kg de peso se requiere estar en posesión del certificado de piloto profesional de RPAS expedido por una escuela ATO (Organización de Formación Aprobada) autorizada por AESA, o poseer el título de piloto de aeronave, sea civil o militar. Además, es necesario tener el certificado médico en vigor para la licencia de piloto de aeronave ligera (LAPL) si el RPA es inferior a 25 kg; o bien, poseer el certificado médico de Clase 2 si el RPA es superior a 25 kg y hasta 150 kg; poseer un seguro de Responsabilidad Civil específico para la aeronave que se pilote; conocer la normativa vigente sobre el uso de estas aeronaves, así como cumplir con la Ley de Protección de Datos Personales, la del Derecho al Honor, Intimidad y Propia Imagen y con las restricciones en la toma de imágenes aéreas recogidas por el Ministerio de Defensa, citado anteriormente. La AESA (Agencia Estatal de Seguridad Aérea) se encarga de la regulación de las operaciones con drones de hasta 150 kg. Mientras que las actividades de los drones que pesen más de 150 kg están reguladas por la EASA (European Aviation Safety Agency).

### 3. APUESTA MUNDIAL POR LOS RPAS/DRONES

En España, las administraciones públicas y las empresas en general se han dado cuenta de que estas aeronaves ofrecen muchas posibilidades para el desarrollo de su actividad, pues abarata costes de forma considerable. Lo que antes era, por ejemplo, tarea de un helicóptero, ahora es tarea de un RPA. No hay límite para el uso de los RPAS en cualquier actividad de nuestra vida. Su presencia es ubicua y reconocible ya que abarcan casi todas las actividades sociales, de ocio, industrial o empresarial. Los RPAS tienen la ventaja de que pueden ser personalizados para realizar un trabajo específico, por ello, su presencia en todos los ámbitos de nuestro futuro será más que evidente. En otras palabras, vamos a tener que convivir con los RPAS, nos guste o no. Los RPAS han llegado para quedarse.

Ya se apuesta por estas aeronaves en todo el mundo. Existen multitud de empresas tecnológicas punteras que dedican su I+D al desarrollo de componentes como baterías, acumuladores, fuselajes de carbono, giroscopios, GPS, componentes electrónicos (microchips, sensores de todo tipo para evitar obstáculos, etc.), motores brushless, cámaras de última generación (de alta definición, infrarrojas y térmicas). A esto hay que añadir las empresas que se dedican a sacarle el máximo rendimiento a estas aeronaves con el desarrollo de aplicaciones personalizadas para trabajos específicos.

Un reciente ejemplo de ello es el de Zephyr, un Pseudo Satélite de Alta Altitud (HAPS) en su versión "S" y "T". Son RPAS desarrollados por Airbus que realizan su acción a más de 70.000 pies (21.336 kilómetros de altitud). Es el primer avión no tripulado que lo hace en la estratosfera, evitando así interferir en el tráfico aéreo convencional. Su fuselaje está diseñado para aprovechar la energía solar, la cual es almacenada a través de sus alas — que son paneles solares — en unos acumuladores de energía. Diseñado para fines militares y comerciales, puede transportar carga útil ofreciendo también voz y datos, imágenes ópticas de alta resolución, internet, vigilancia, etc. Su envergadura es de 25 metros y su peso es de 75 kg en la versión "S" y de 33 metros de envergadura y 140 kg de peso en la versión "T". Ambas aeronaves pueden ser operadas desde estaciones de control terrestre en cualquier parte



Foto N° 1: Zephyr "S" y Zephyr "T"

del mundo utilizando todas sus capacidades más allá de la línea de visión del piloto (BLOS). Están capacitadas para volar ininterrumpidamente durante más de 90 horas.

Como dato económico, y tomando como fuente el portal de estadísticas (Statista), se prevé un gran incremento de la facturación de la industria de los RPAS comerciales a nivel mundial. Así, de 587,15 millones de dólares del año 2016 se pasará a 12.647,2 millones de dólares en el año 2025. Yo auguro un incremento mayor.

### 4. FUNCIONES DE ESTAS AERONAVES

No voy a entrar en los usos que los militares puedan dar a estas aeronaves, ya que es conocido que fueron ellos los primeros en usarlos, tanto en misiones espía como portando misiles de guerra. Me centraré en el uso civil que estos aparatos nos pueden ofrecer, independientemente que la ley lo permita o no, atendiendo a que la tecnología va diez pasos por delante de ésta.

Es muy destacable que, por su bajo coste y su gran eficiencia, los RPAS están supliendo el trabajo que antes hacían los helicópteros, sin poner en riesgo ninguna vida humana.

Escuetamente describiré ahora la gran variedad de funciones que los RPAS pueden realizar a día de hoy para ayudar en las tareas que demandan el mercado y la sociedad en general. Pero antes, quiero hacer una mención especial a la industria del Software, que es un pilar fundamental, pues con su constante desarrollo en aplicaciones de todo tipo nos permite realizar todas las tareas que se describen a continuación.

En el sector de la industria, los RPAS - al estar equipados con cámaras de sensores RGB, térmicos y/o termográficos - nos dan la posibilidad de realizar grabaciones visuales en alta definición, para su posterior tratamiento. Pueden usarse, por ejemplo, para inspeccionar estructuras (como antenas, aerogeneradores, torres eléctricas de alta tensión, puentes, vías de tren, cubiertas, paneles solares, etc.) encaminadas a detectar y localizar grietas o fallos previos a una reparación, si esta estuviese dañada. Si equipamos el RPA con una cámara termográfica podremos inspeccionar, entre otras cosas, centrales térmicas ya que dichas cámaras, gracias a un software específico, son capaces de medir la temperatura absoluta en cada píxel, lo cual es fundamental a la hora de elaborar un mapa de calor. Lo mismo ocurre con las plantas solares, con la pérdida de energía en estructuras, en la eficiencia energética de edificios o en el control de cultivos, ya que la mencionada cámara es capaz de detectar situaciones de estrés hídrico midiendo la temperatura del terreno, etc.



Foto N° 3: Algunas aplicaciones industriales de los RPAS

En el campo de la cartografía, los RPAS nos permiten, entre otras cosas: cálculos de volúmenes, ortofotografiar el terreno, georreferenciar y crear modelos digitales de elevación con curvas de nivel y crear modelos en 3D - de mucho interés para aplicaciones orientadas a sistemas de información geográfica localizados en áreas concretas y también para la elaboración de mapas para mediciones exactas. Estas aeronaves están capacitadas para cubrir, de una sola pasada, unos 10 km<sup>2</sup> con un error de apenas 2 cm. Los mapas de cualquier terreno que hoy conocemos se han realizado gracias a la fotogrametría, es decir, gracias a las imágenes aéreas obtenidas con un RPA para la realización de mapas terrestres.

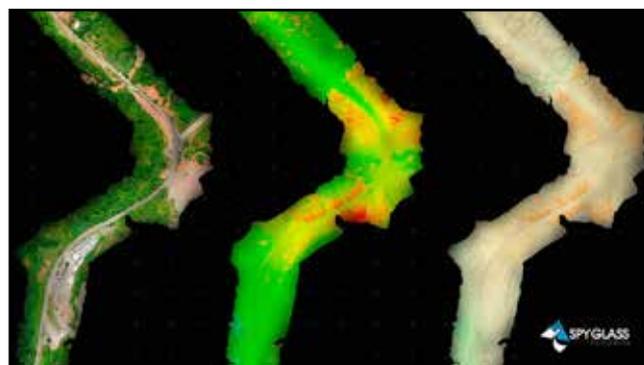
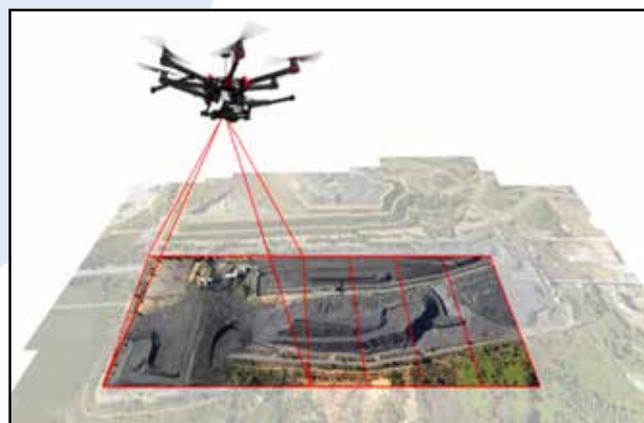


Foto N° 4: Aplicaciones cartográficas de los RPAS

Para la obra civil o la edificación los expertos aseguran que la utilización de los RPAS a corto plazo será generalizada. La grabación aérea permite controlar el avance de la obra desde otra perspectiva, permitiendo un mejor seguimiento de ella, el avance en el trabajo o la inspección de las unidades de obra. Además, permite realizar modelos en 3D para comprobar, por ejemplo, las medidas de seguridad e higiene en el trabajo. Pero no solo eso, también está en estudio y desarrollo un proyecto donde el RPA esté capacitado para transportar y colocar ladrillos con una precisión milimétrica.



Foto N° 5: Aplicaciones de los RPAS en obra civil o edificación

En la agricultura de precisión, es conocido que a mayor extensión en las zonas de cultivo, mayores son los problemas que el agricultor se encuentra (tales como plagas o malas hierbas) y mayores son los gastos económicos que ello conlleva. Con la toma de datos, en combinación con la propia tecnología que los RPAS ofrecen, todo apunta a que va a cambiar para siempre el modelo actual de las explotaciones agrícolas en

el mundo. Por ejemplo, sólo en Japón, existen más de 3.000 RPAS sobrevolando los campos de cultivo: analizando los datos proporcionados por estos, se pueden realizar posteriormente fumigaciones de precisión; o midiendo la temperatura de los cultivos, se pueden regar más las zonas donde se detecten situaciones de estrés hídrico. En España, los RPAS realizan ya esta función en muchas de las bodegas de la Ribera del Duero, en los extensos campos de Olivos de Andalucía, en los minifundios de Galicia y el País Vasco, etc.



Foto N° 6: Aplicaciones de los RPAS en agricultura

En el sector audiovisual, y más concretamente en el cine, ha habido una revolución por la facilidad con la que los RPAS permiten la obtención de tomas aéreas. Este sector, que innova continuamente, ha encontrado en los RPAS el aliado perfecto pues, entre otras cosas, ya no pone en peligro la integridad física de los técnicos de grabación. Las tomas que realizan son espectaculares en sí mismas y el desarrollo que ofrece es infinito.

En cuanto a los RPAS y el salvamento marítimo, existen multitud de empresas en el mundo dedicadas al desarrollo de este sector. Son muchos los prototipos desarrollados y cada vez son más eficientes; están capacitados para por-



*Foto N° 7: Aplicaciones de los RPAS en el cine*

tar entre cinco y diez salvavidas para lanzarlos a las personas necesitadas; van equipados con cámaras térmicas que les permiten detectar personas en una oscuridad total; y pueden volar a más de 10 m/s - lo que lo convierte en una buena herramienta para el salvamento de personas, ya que puede ayudar a un sujeto en apuros de ahogamiento a 100 metros de la costa, o desde un barco de salvamento marítimo, en tan solo 10 segundos (sin duda, en mucho menos tiempo en que lo haría un socorrista).

Cuando el tiempo es la clave para salvar una vida, son fundamentales los RPAS médicos, equipados con GPS, una cámara y un desfibrilador. En 2016, un equipo de investigación sueco realizó un simulacro de emergencias cuyo fin era dar respuesta a un ciudadano con parada cardíaca. El resultado fue espectacular: al recibirse la llamada de un ciudadano al Centro de Control de Emergencias, se activó el protocolo para estos casos y los resultados fueron muy concluyentes. Se tardó 3 minutos en activar al equipo de emergencias (ambulancia, médico, enfermero y técnico), mientras el RPA lo hizo en 3 segundos. Dicho equipo necesitó 22 minutos en alcanzar el punto de la emergencia, contra los 5 minutos que necesitó el RPA.



*Foto N° 8: Aplicaciones de los RPAS en salvamento marítimo*



*Foto N° 9: Aplicaciones de los RPAS médicos*

También se han apuntado a esta nueva tecnología los Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado que han encontrado en los RPAS a un compañero muy útil a la hora de desarrollar sus funciones, ya sea en incendios, desastres naturales, control de masas, vigilancia de fronteras, seguridad y emergencias, control de carreteras, búsqueda de personas desaparecidas, etc.

Un apartado que considero relevante y con muchísimo desarrollo futuro es el relacionado con los incendios (forestales, en edificios/estructuras, en vehículos en carreteras, etc.). El RPA es el aliado perfecto para los profesionales de este sector, pues además de ayudar a bajar la siniestralidad laboral, nos presenta la visión del incendio desde una perspectiva aérea. Además, al estar equipados con cámaras infrarrojas/térmicas/termográficas, recogen datos de, entre otras cosas, la temperatura: que es fundamental a la hora de prevenir o de decidir cómo abordar las llamas.

En el caso de los incendios forestales, el RPA puede usarse para la prevención ya que está ca-

pacitado para analizar extensas zonas de terreno en muy poco espacio de tiempo, incluso aquellas de difícil acceso que, por la acumulación de vegetación u otras circunstancias como la sequedad del terreno, sean las candidatas a convertirse en la zona cero de un hipotético incendio. En caso de que el incendio exista y esté evolucionando, los RPAs proporcionan a los profesionales datos valiosos sobre cómo acometer el ataque a las llamas o cómo ir refrescando zonas aún no devoradas por el fuego, y proporcionan información para realizar corta-fuegos en lugares concretos así como para guiar a las personas a zonas seguras, evitando de esta manera poner en riesgo vidas humanas por quedar atrapados en el fuego.



Foto N° 10: Aplicaciones de los RPAS en incendios forestales

En edificios, aplicando lo anterior, permiten tomar rápidamente decisiones vitales, pues pueden medir y analizar la temperatura de los materiales estructurales expuestos al fuego, comprobando si hay fallos en su estructura para evitar el peligro ante el hipotético colapso de un edificio. A su vez, pueden comprobar si existen vidas en peligro en su interior, analizar la forma más eficiente para llegar a ellas, la manera más satisfactoria de atacar el foco del fuego, etc.

En accidentes de vehículos o camiones volcados con mercancías peligrosas, en carreteras o en zonas donde haya quedado ubicado el vehículo, que por su orografía dificulte el acceso, los RPAS facilitan hacer una primera valoración para un control preciso, sin exponer la vida de los profesionales que intervienen.

Imaginemos un desastre natural cualquiera, por ejemplo, una intensa nevada de días que deja a los vecinos de un pueblo aislados durante



Foto N° 11: Aplicaciones de los RPAS en accidentes peligrosos

semanas, sin poder tener acceso a productos de primera necesidad como medicamentos, alimentos, ropa, etc. Mientras que un equipo de rescate o de ayuda tardaría horas e incluso días en llegar a esa ubicación, los RPAS lo harían en cuestión de minutos, pudiendo aportar rápidamente todos los productos necesarios para esa población aislada, incluso llevar el correo.



Foto N° 12: Aplicaciones de los RPAS en desastres naturales

En el apartado de búsqueda de personas desaparecidas, o que por accidente hayan caído por un barranco y no pudieran moverse, los RPAS equipados con la cámara adecuada pueden encontrar a una persona desaparecida o accidentada también en cuestión de minutos, incluso en una oscuridad total. Pero, sobre todo, los RPAS aportan imágenes en vivo que permiten evaluar y planificar más rápidamente el rescate.

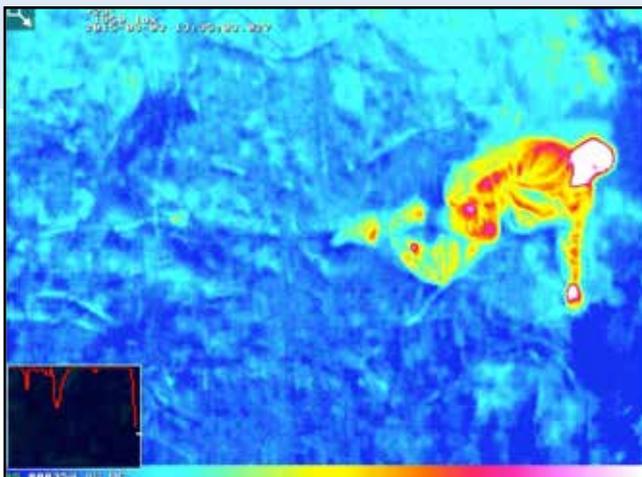


Foto N° 13: Aplicaciones de los RPAS en rescate

En definitiva, hemos visto varias de las tareas que se pueden realizar con estas aeronaves. El campo y el desarrollo de los RPAS no han hecho más que empezar. Sus aplicaciones son infinitas y ahora toca a las autoridades adecuarse a los nuevos tiempos que vienen, en los que la presencia de los RPAS está asegurada.

En un futuro próximo, el transporte de personas en las grandes ciudades también estará marcado por los RPAS. A día de hoy, existen muchos prototipos de estos aparatos que están buscando hacerse un hueco en las futuras autopistas aéreas que habrá en todas las grandes capitales

del mundo. Estos RPAS, pensados sólo para el transporte de personas, serán capaces de volar automáticamente con solo dibujar en un mapa el punto al cual quieres dirigirte: lo harán a una velocidad aproximada de 140 km/h. Además, cuentan con desde 8 a 14 hélices (algunos prototipos pueden plegarlas), están capacitados para recorrer distancias de más de 50 km y sus baterías se recargan en tan solo una hora.

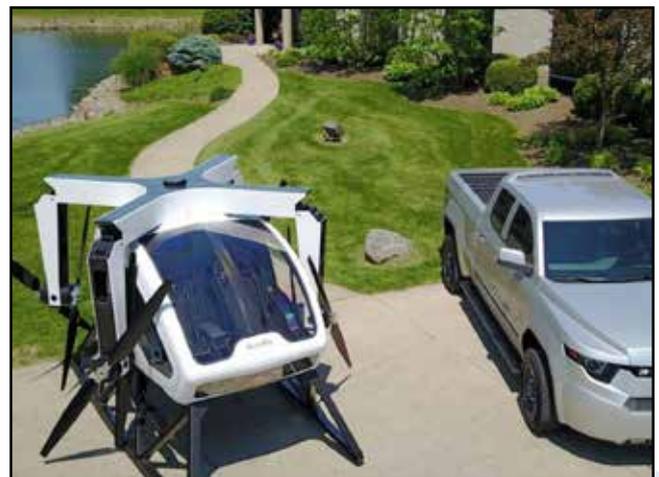


Foto N° 14: RPAS para el transporte de personas

# La Bioseguridad en Áreas Críticas Hospitalarias:



Martín González y Santiago

Vocal Experto en Protección de Infraestructuras Críticas Hospitalarias  
Observatorio de Seguridad Integral de Centros Hospitalarios

Dtor. Corporativo de Seguridad, Protección de Datos y Calidad  
Grupo Hospitales San Roque (HSR)

## Actuaciones Técnicas Preventivas y Reactivas que la garanticen. Especial Referencia al Área Quirúrgica

### 1. INTRODUCCIÓN

Si ya es manifiesta para los expertos en la materia la tarea tan ardua que supone garantizar una adecuada Seguridad<sup>(1)</sup> y una protección integral en un centro hospitalario<sup>(2)</sup> por la gran heterogeneidad y concentración de sus riesgos, además de la escasa o nula cultura de la seguridad en el sentido más amplio de la palabra, se hace más complejo aun cuando hablamos de bioseguridad en áreas críticas o especiales que integran las Infraestructuras Críticas Hospitalarias.

Estas áreas contienen gases medicinales (oxígeno, vacío, aire medicinal, protóxido, nitrógeno, etc.); una gran diversidad de equipamiento electromédico (respiradores con sus distintos gases anestésicos, láseres de clase 3 B y 4; arcos quirúrgicos y equipos portátiles de Rx, salas de hemodinamia para la realización de Cirugía Vascular Intervencionista; equipos como electrobisturías. A todo lo anterior, hay que sumarle que en el área quirúrgica también hay otros Servicios Centrales Hospitalarios como es la Central de Esterilización que contienen autoclaves de vapor y, a la vez, podrían contener también, autoclaves de óxido etileno, autoclaves de formaldehído, etc. Deben ser también de especial consideración los climatizadores o las Unidades de Tratamiento de Aire (UTA) e, incluso, las líneas de distribución tanto de agua fría para el consumo humano (AFCH), así como el de agua<sup>(3)</sup> caliente sanita-

ria (ACS), depósitos o aljibes que la suministran, acumuladores, intercambiadores de calor, etc. Integran también estas áreas especiales los Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI's) con sus correspondientes baterías, al igual que el conexionado del área quirúrgica con el Grupo Electrónico en atención a la criticidad del área, al ser imperativo poder garantizar el suministro eléctrico.

Todo lo expuesto constata que existe una relación importante de riesgos<sup>(4)</sup> diferenciados en estas áreas.

Es difícil obviar que tanto los elementos del triángulo como los del tetraedro del fuego están presentes de forma permanente:

- Como elementos combustibles tenemos agentes químicos con base alcohólica, químicos inflamables, gases medicinales, gases anestésicos, vello y tejido humano, medicación, productos desinfectantes, cánulas y tubos plásticos respiratorios, tejido textil de sábanas, paños quirúrgicos, pijamas, batas de papel para pacientes y un largo etcétera.
- Como comburente las distintas líneas y botellas de oxígeno. No podemos ignorar que las distintas cirugías se realizan con una atmósfera enriquecida por el oxígeno superando su

concentración normal hasta más de un 3%, situándose en niveles cercanos al 24%.

- Posibles fuentes de ignición (energía de activación) a través de los distintos equipos (desfibriladores, equipos de luz láser, electrobisturries con cauterización eléctrica, aparataje de traumatología y cirugía ortopédica como brocas, sierras, implante de distintos elementos de osteosíntesis (tornillería, clavos, placas, etc.)).
- Es destacable que, aunque los fuegos de Clase "E" no están normalizados<sup>(5)</sup>, no pasa desapercibido al experto que el riesgo se eleva exponencialmente al poderse desarrollar y propagar bajo tensión eléctrica.

Parece evidente la presencia y la magnitud del riesgo existente debido a la confluencia de las distintas y tan variadas fuentes del peligro. Sin embargo, la labor diaria nos demuestra que sólo los especialistas en seguridad somos los únicos capaces de entender la importancia de la situación, comprobando cómo cada día la prevención y la seguridad pasan de forma inadvertida como cultura de trabajo para el "común de los profesionales", con independencia de su cualificación. Ya no nos queda más que, además de apelar a esas conciencias de manera estéril, si se nos permite la expresión, las "apaleemos", en el sentido metafórico de la palabra, con mucha información y más formación permanente.

## 2. APROXIMACIÓN CONCEPTUAL

### 2.1. Bioseguridad

Si bien la propia Real Academia de la Lengua no define el concepto, la Organización Mundial de la Salud (OMS) la define como: "conjunto de normas y medidas para proteger la salud del personal, frente a riesgos biológicos, químicos y físicos a los que está expuesto en el desempeño de sus funciones, también a los pacientes y al medio ambiente" (OMS 2005).

En cualquier caso, entendemos y definimos<sup>(6)</sup> el concepto como:

"El conjunto de medidas que se aplican en las zonas críticas hospitalarias destinadas a garanti-

zar los adecuados niveles de asepsia para evitar las infecciones nosocomiales, además de la morbimortalidad y, garantizar la seguridad biológica frente a los riesgos higiénicos<sup>(7)</sup> mediante medidas preventivas, así como aquellas de carácter reactivas tras exposición".

Evidentemente, "las primeras están destinadas a la prevención de la aparición de los riesgos por infección frente a los distintos agentes biológicos, además de otras enfermedades por exposición al resto de riesgos higiénicos, es decir, a agentes químicos y físicos y, las segundas, para la eliminación, neutralización, reducción o control de los riesgos tras su exposición".

### 2.2. Seguridad Hospitalaria

De la misma manera, entendemos y definimos el concepto<sup>(8)</sup> como "la condición y garantía de que los trabajadores, enfermos, visitas, acompañantes, proveedores de servicios, así como infraestructura, instalaciones, información y datos, tecnología, dotación y equipamiento estén libres de todo tipo de riesgos o, en su caso, sean riesgos controlados".

"La Seguridad Hospitalaria integra la suma de otros subsistemas de Seguridad o, si se prefiere, otras "subseguridades", que son: Seguridad Jurídica, Seguridad Estructural, Seguridad Física, Seguridad Lógica<sup>(9)</sup>, Seguridad Contra incendios, Seguridad Industrial (instalaciones), Seguridad Biológica o Bioseguridad, Seguridad Alimentaria (aunque para ser más exactos hemos de referirnos también a la Tecnología de los Alimentos), Seguridad Medioambiental, Seguridad y Salud Laboral para que revierta todo en un último punto que es la Seguridad del Paciente<sup>(10)</sup>".

### 2.3. Áreas Críticas

Son aquellas zonas hospitalarias que, en base a las características de los pacientes, así como de la criticidad de las distintas actividades que en ellas se desarrollan en atención al uso al que son destinadas. Ha de prestárseles una especial atención para garantizar una adecuada labor asistencial sanitaria o médica especializada en el que han de mantenerse unos elevados niveles de asepsia.



Foto N° 1.

En función de las distintas exigencias con respecto a la presencia de microorganismos en el aire o el ambiente, estas áreas pueden clasificarse en dos tipos, todo ello a tenor de la Norma UNE 100713:2005.

- Locales de Clase I:
  - Con exigencias muy elevadas en cuanto a la presencia de microorganismos en el aire.
  - El sistema de climatización ha de contemplar tres niveles de filtración (prefiltro F5, filtro F9 y filtro absoluto o HEPA<sup>(11)</sup> H 13).
- Locales de Clase II:
  - Con exigencias habituales.
  - El sistema de climatización ha de presentar dos niveles de filtración (tan sólo prefiltro F5 y filtro F9).

En cualquier caso, y en lo que respecta a los quirófanos<sup>(12)</sup>, así como a las necesidades de la calidad del aire interior, se utiliza para su clasificación la norma UNE-EN-ISO 14644, sobre salas limpias. Los quirófanos se consideran locales de Clase I, es decir, con elevadas exigencias de calidad de aire interior. Se establecen tres categorías que se relacionan en la Tabla N° 2.

### 2.3.1. Área Quirúrgica

Conjunto de dependencias acondicionadas con aislamiento microbiológico donde están ubicados los quirófanos<sup>(13)</sup>, vestuarios, pasillos, zonas de lavado, central de esterilización, etc.

CLASES DE FILTROS		
Nivel/Etapa de Filtración	Clase de Filtro	Norma de Referencia
1ª Etapa	F 5	UNE-EN 779
2ª Etapa	F 8	UNE-EN 779
3ª Etapa	H 13	UNE-EN 1822-1

Tabla N° 1: Clases de filtro en atención a su normalización UNE-EN779 y 1822-1.

TIPOS DE QUIRÓFANOS Y CLASIFICACIÓN				
Tipo	UNE 100713:2005	UNE-EN ISO 14644-1:2000	Denominación	Tipo Intervención
A	Clase 1	ISO Clase 5	Alta tecnología. Cirugía especial.	Trasplantes órganos, Cirugía cardiaca, Vascular y neurocirugía.
B	Clase 1	ISO Clase 7	Quirófanos convencionales.	Cirugía convencional y de urgencias, resto de operaciones quirúrgicas.
C	Clase 1	ISO Clase 8	Quirófanos de cirugía ambulatoria.	Cirugía ambulatoria, salas de partos.

Tabla N° 2: Tipos de quirófanos y clasificación según norma UNE 100713:2005 y UNE-EN ISO 14644-1:2000.



Foto N° 2.

El área quirúrgica entraña el conjunto de dependencias donde están ubicados los quirófanos, vestuarios, pasillos, almacenes (tanto el almacén de limpio como el de sucio), zonas de lavado y esterilización. Integra lo que se conoce como el bloque quirúrgico, es decir, los quirófanos en sentido estricto, diferencia conceptual que se debe tener muy presente. El área quirúrgica representa para los hospitales un recurso primordial. Ejerce como eje central de los procesos quirúrgicos, clave en la generación de actividad hospitalaria al generar interconsultas, pruebas diagnósticas complementarias, ingresos en unidades especializadas, hospitalización, etc. Por todo ello, es indispensable su adecuada dirección, gestión y planificación, así como de sus recursos.



Foto N° 3.

El área quirúrgica se divide, a su vez, primero en dos zonas o áreas bien diferenciadas: la zona aséptica y la zona séptica. Debido a las exigentes normas de asepsia, el quirófano se subdivide, a su vez, en función de los niveles de asepsia en áreas con distintos tipos de restricciones en lo que respecta a la circulación del personal, visitantes médicos de empresas farmacéuticas, pacientes y del material e instrumental.

1. Zona sin restricciones o zona sucia<sup>(14)</sup>:
  - a. Se permite el acceso con ropa de calle.
  - b. Zona de acceso de otros servicios hospitalarios al área quirúrgica.
  - c. Zona de vestuarios.
  - d. Zona de descanso u *office* del personal del área quirúrgica.
2. Zona Semirestringida o Zona Limpia<sup>(15)</sup>:
  - a. El acceso debe de realizarse con ropa específica del área.
  - b. Debe de utilizarse obligatoriamente gorro y calzas; éstas deben de ser la primera prenda que hay que colocarse antes del acceso.
  - c. Comprende zonas de limpieza y desinfección del material, del descanso del personal, los almacenes, etc.
3. Zona restringida o zona estéril:
  - a. Área limitada a personal autorizado con el objeto de evitar un incremento de microorganismos en aire o ambiente.
  - b. Es obligatorio, además del gorro y las calzas, la colocación de la mascarilla quirúrgica.
  - c. Esta zona comprende áreas como los quirófanos, los antequirófanos, las zonas de lavado quirúrgico de manos, el almacén de material estéril, el REA o la URPA (Unidad de Reanimación Postanestésica).

Tras la publicación del Real Decreto 1277/2003, de 10 de octubre, por el que se establecen las bases generales sobre autorización de centros, servicios y establecimientos sanitarios, comienzan a unificarse una serie de normas generales para la autorización o acreditación de los centros hospitalarios. En cualquier caso, y debido a la asunción de las competencias en materia sanitaria por parte de las distintas comunidades autónomas, éstas han desarrollado normativa y referencias concretas al Área o al Bloque Quirúrgico para ser más precisos. Tales disposiciones siempre tienen un carácter de mínimos. En Canarias, la desarrolla la Orden de 15 de junio de 2000, de la Consejería de Sanidad y Consumo, por la que se establecen las condiciones mínimas que deben cumplir los centros hospitalarios de la Comunidad Autónoma de Canarias. Canarias sí recoge en esa disposición normativa, los mínimos que han de considerarse en cualquier Bloque Quirúrgico de cualquier Infraestructura Hospitalaria.

- **El Bloque Quirúrgico<sup>(16)</sup> estará integrado por:**

- Los quirófanos.
- El área de lavado quirúrgico con conexión directa a los quirófanos.
- Unidad de esterilización o almacén de material estéril.
- Almacén de material general que incluirá nevera para la medicación con su termómetro correspondiente.
- Zona destinada para la recepción y procesamiento del material sucio.
- Unidad de despertar o postanestésica. Se corresponde actualmente con la Unidad de Reanimación Postanestésica<sup>(17)</sup> conocido en el entorno hospitalario con el acrónimo de URPA.
- Zona destinada a las siguientes funciones:
  - Control de acceso del paciente al Bloque Quirúrgico.
  - Documentación clínica de las intervenciones realizadas.
  - Comunicaciones con el resto del hospital.
- Zona de descanso del personal.
- Vestuario y aseos.

- **Aspectos de importancia para garantizar los adecuados niveles de asepsia:**

- La **circulación**. En el bloque quirúrgico han de existir zonas muy bien señaladas, diferenciadas y separadas. En cualquier caso, los movimientos en el Área Quirúrgica son en una misma dirección, evitando el paso de materiales limpios por áreas sucias y viceversa.

Al circuito de los profesionales, siempre se accede desde el área sucia con vestimenta de calle para posteriormente cambio en los vestuarios y entrada en zona limpia. El personal ha de permanecer en el área quirúrgica sin salida al resto del Hospital. Todo profesional que necesite salir del Área Quirúrgica deberá volver a cambiarse de vestimenta o, en su caso, colocarse los elementos de protección barrera (calzas, batas, etc.), de los que deberá desproveerse a su vuelta en las zonas habilitadas al efecto.

- La **estructura física** del Bloque Quirúrgico, así como sus normas han de garantizar de modo inequívoco que:

- Nunca se establezca contacto entre materiales limpios y sucios<sup>(18)</sup>.
- La circulación de los pacientes esté señalizada.

También es de consideración lo que la norma dispone en relación a las características generales de los quirófanos:

- **Superficies**. Todas serán lisas<sup>(19)</sup>, continuas y resistentes a los distintos tipos de productos de limpieza y desinfección. En lo que respecta a los suelos, éstos han de presentar características antideslizantes con solución de continuidad para evitar reservorios u otros huecos en el que puedan proliferar cualquier tipo de colonia de microorganismos.
- **Climatización<sup>(20)</sup>**. Los sistemas de climatización deben de funcionar de tal forma que puedan reducir la concentración de contaminantes presentes por metro cúbico de aire hasta valores inferiores a los que puedan considerarse como infecciosos, así como su tiempo de exposición. Esto se lleva a cabo mediante un adecuado tratamiento de aire junto con el control de otros parámetros físicos del entorno.
  - Se efectuarán entre 15 y 20 renovaciones por hora con aportación del 100% del aire exterior.
  - Control de temperatura entre 18 y 22 grados centígrados.
  - Filtros absolutos<sup>(21)</sup> tipo HEPA.
  - Presión positiva.
  - Extracción localizada de gases anestésicos.

Además de estos requisitos normativos, hay que tener en cuenta las condiciones referidas a la climatización, que vienen determinadas por la norma UNE 100713 sobre instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales. Como aspectos relevantes destacan:

- La toma de aire deberá ser siempre del exterior en un porcentaje del 100%.
- La distancia del climatizador del quirófano siempre ha de ser la más corta posible, así

como los conductos con el objeto de facilitar su limpieza.

- El sistema debe de estar en funcionamiento las 24 horas del día.
- El sistema debe de comprender tres etapas de filtrado, con un filtro final absoluto o HEPA.
- **Iluminación.** Aspecto de especial importancia en relación a las muy altas exigencias visuales en los quirófanos, en cualquier caso, ha de contemplar como mínimo los siguientes aspectos:
  - Iluminación de ambiente: Regulable de 0 a 1.000 lux en continuo o, en no menos de 4 escalones.
  - Iluminación de campo<sup>(22)</sup>: Exenta de sombras con nivel de 100.000 lux.
- **Ingeniería y mantenimiento.**
  - Se mantendrá a disposición de la autoridad sanitaria la documentación acreditativa de estar al corriente en lo que concierne a las obligaciones en materia de disciplina y control de mantenimiento.
  - En lo que respecta a los distintos gases medicinales por quirófano, se dispondrá de canalizaciones fijas de suministro de gases de uso médico, desde el almacenamiento exterior al área quirúrgica. Cada quirófano tendrá las siguientes cantidades mínimas en relación a las distintas tomas de suministro:
    - Dos tomas de oxígeno.
    - Dos tomas de vacío.
    - Aire medicinal.

En cualquier caso, todas estarán debidamente identificadas mediante señalización universal.

- **Equipamiento básico<sup>(23)</sup>.** Deberá incluir entre otros elementos:
  - Lámpara quirúrgica.
  - Mesa quirúrgica.
  - Equipo de anestesia automático, con monitorización de gases y respirador.
  - Monitor de parámetros hemodinámicos (ECG<sup>(24)</sup> y presión arterial no invasiva).

- Aspirador.
- Reloj.
- Mobiliario adecuado (banquetas, mesas de mayo, mesa instrumental, etc.).
- Monitor desfibrilador (su número irá en función de la distribución o de la posición física de las salas de quirófano).
- El quirófano, que por su actividad lo precise, ha de contar con un aparato de radiodiagnóstico médico dotado de intensificador de imagen y un negatoscopio por cada quirófano.

### 3. ACTUACIÓN PRIMARIA. MEDIDAS PREVENTIVAS

#### 3.1. Identificación del riesgo

Las características del riesgo y su identificación vienen marcados por los siguientes elementos que referenciamos a continuación y sobre los que habría que actuar para su minimización, reducción o control:

- La estructura, idoneidad, deterioro, puede condicionar cruces de circulaciones, etc.
- La climatización, sus componentes técnicos, características, funcionamiento y mantenimiento.
- Aplicación, adecuada o no, del Protocolo de Desinsectación, Desratización y Desinfección<sup>(25)</sup> (Protocolo DDD).
- Disciplina intraquirófano del personal<sup>(26)</sup> sanitario hospitalario<sup>(27)</sup> del bloque quirúrgico.
- Áreas que deben de ser controladas mediante analíticas e informes de control microbiológico, tanto ambiental como de superficie. En caso contrario no podría darse una respuesta temprana al riesgo de infección.
- En lo que respecta a la presencia de hongos filamentosos y su relación con los niveles de bioseguridad admisibles son 0 ufc/m<sup>3</sup>.
- En cambio, y en lo que concierne a los microorganismos aerobios, su recuento e interpretación para garantizar los valores de bioseguridad admisibles dependen también del tipo de quirófano. Su medida se indica en unidades formadoras de colonias (ufc) por m<sup>3</sup>:
  - Ambiente muy limpio <10 ufc/m<sup>3</sup>.
  - Ambiente limpio <10-100 ufc/m<sup>3</sup>.
  - Ambiente aceptable 100-200 ufc/m<sup>3</sup>.

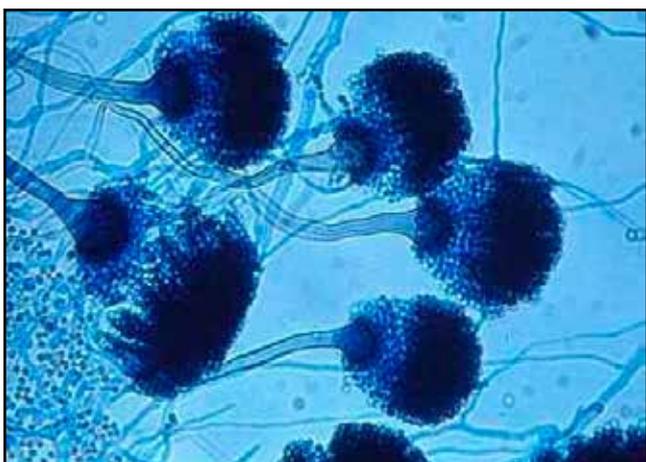


Foto N° 4: Hongo filamentoso *Aspergillus*



Foto N° 5: Aerobios (*Bacterias*)

- En los quirófanos de Clase A, se debe garantizar un ambiente muy limpio. La periodicidad de las actuaciones en la realización de las tomas de muestras y obtención de los resultados ha de ser con carácter mensual.
- Control específico sobre depósitos de agua<sup>(28)</sup>, acumuladores e intercambiadores, líneas de distribución y puntos terminales de red, tanto del agua fría para el consumo humano como del agua caliente sanitaria.

- Control de las circulaciones de sucio y limpio, así como de los cuartos vertederos y de la adecuada gestión intracentro de residuos en base a su clasificación y tipo.

**Medidas Ejecutivas Preventivas Programadas**

- Realización de controles tanto de Aire como de Superficie. Recomendamos en áreas críticas una periodicidad mensual<sup>(29)</sup>. Se mejora lo que expresa la norma UNE 100713:2005, tanto en las tomas de muestras de “aire” o de ambiente (cerca de la zona de impulsión), así como en las muestras de superficie<sup>(30)</sup> (en la mesa quirúrgica). De la misma manera, habrá de efectuarse otra toma de muestra microbiológica en la zona de esterilización (salida de autoclave o zona próxima al pasillo de esterilización y zona limpia).
- Acciones de Limpieza y desinfección previa a las intervenciones, entre intervenciones y post intervenciones, más la limpieza final de la jornada.
- Procedimientos de segregación, gestión, transporte, almacenamiento intermedio y final de los distintos residuos sanitarios atendiendo a su clasificación.
- Información y formación a los trabajadores en materia de bioseguridad en áreas críticas.

**3.2. Medidas de Control**

Las distintas medidas de control pasan precisamente porque se establezcan una serie de actuaciones sobre aquellos aspectos críticos que deben de considerarse en relación a la concentración de los microorganismos. Los parámetros de importancia quedan recogidos en las Tablas N° 3 y N° 4.

PARÁMETROS A CONTROLAR	
Adecuados niveles de asepsia y de confort	Humedad
	Temperatura
	Aporte de Aire Exterior
	Ruido
	Velocidad del Aire
	Presión Diferencial Positiva
	Nº de Partículas

Tabla N° 3: Parámetros de control en relación a los niveles de asepsia y confort.

PARÁMETROS CON MONITORIZACIÓN CONTÍNUA	
Temperatura	21°C + 3°C y -1°C
Humedad relativa	50 % +/- 10%
Presión positiva	>10 Pa, en clase A y B, >5 Pa, en clase C

Tabla N° 4: Parámetros de control con monitorización continua.

- **Medidas de Control Sobre el Medio.**

- Los materiales desechables de uso exclusivo para cada tipo de cirugía han de sustituirse por otros nuevos tras cada intervención.
- Los desechos y residuos<sup>(31)</sup> de cualquier tipo han de segregarse de forma adecuada y conforme a la normativa vigente.
- Los recipientes y contenedores de residuos han de estar en zonas específicas para ello. En ningún caso, podrán coexistir en el mismo espacio recipientes y contenedores de residuos limpios con los contenedores o residuos sucios o en uso.
- El instrumental que haya sido utilizado debe someterse a un proceso previo de limpieza, desinfección y esterilización.
- Evitar el hacinamiento o almacenamiento indebido de equipos y materiales.
- Asimismo, para garantizar la bioseguridad, es imprescindible una diferencia de presión superior a 5 Pa entre el área "limpia" o aséptica (área quirúrgica) y la "sucia" o séptica (exterior área quirúrgica) y verificar el sentido del aire, a fin de comprobar que se produce un flujo de las zonas "limpias" hacia las zonas "sucias".
- Aplicación estricta de los distintos procedimientos de limpieza y desinfección. Es importante velar por la "recuperación del quirófano" con un tratamiento del aire eficaz. Se debe esperar un tiempo prudencial entre cirugía y cirugía tras la limpieza y desinfección.

- **Medidas de Control sobre el Personal Sanitario Hospitalario.**

- Prohibición de comer, beber o fumar en estas áreas especiales. (RD 664/1997).
- El personal que acceda a áreas de alto riesgo o áreas especiales ha de cambiarse la

ropa de calle y ponerse el pijama y calzado específico del área.

- En los vestuarios no estará permitido la colocación del calzado de la calle sobre las taquillas (salvo que se embolsen correctamente).
- La ropa de calle ha de separarse de la ropa de trabajo (si no fuese posible, se hará a través de separación física, en las taquillas a través de bolsas para la ropa de calle).
- El personal del área o bloque quirúrgico que salga a otros departamentos del hospital lo hará provisto de calzas y batas, las cuales serán retiradas desprovéyéndose de ellas una vez retornen al bloque quirúrgico.
- Hay que considerar el número de personas que permanecen en el quirófano durante la intervención, que debe ser restringido (solo las estrictamente necesarias).
- Evitar la apertura de las puertas de los quirófanos en momentos en los que las intervenciones se están realizando.
- No podrá entrar nadie con ropa ni calzado de calle a las zonas especiales, con el objeto de no favorecer la infección cruzada, ni las enfermedades nosocomiales.
- Establecer la figura del "Inspector de Bioseguridad<sup>(32)</sup>" con el objeto de que se cumplan todas las condiciones de disciplina del personal, residuos, etc.

#### 4. ACTUACIÓN SECUNDARIA. MEDIDAS EJECUTIVAS (ACCIONES POST EXPOSICIÓN TRAS POSITIVO)

##### 4.1. Áreas de alto riesgo con control microbiológico positivo

Una vez se detecten resultados microbiológicos positivos, con el fin de adoptar inmediatamente las medidas correctoras oportunas y poder

realizar una nueva toma de muestra para cultivo post control, se procederá de la siguiente forma:

- No se debe de realizar actividad quirúrgica alguna en los quirófanos de Clase A si hay presencia de aerobios por encima de un rango de  $>10$  ufc/m<sup>3</sup>.
- No se debe realizar actividad quirúrgica en caso de presencia de hongos en las muestras ambientales.
- Si se detectan hongos filamentosos en la muestra tomada antes de iniciar la actividad, la vía más probable de contaminación será **interna**, por lo que se recomienda:
  1. Revisar la instalación de climatización para detectar la posible causa:
    - Mantenimiento, limpieza o cambio de filtros.
    - Limpieza de rejillas y de conductos.
    - Presión diferencial y renovaciones de aire por hora.
  2. Revisar sellado de todos los elementos del techo y de las rejillas de las paredes, así como la integridad de paredes y suelos.
  3. Solventar los problemas detectados.
  4. Realizar limpieza profunda de las áreas de alto riesgo o zonas especiales en las que las muestras de los distintos controles han dado positivas, superficies o paramentos horizontales y verticales. La limpieza y desinfección puede realizarse con hipoclorito sódico o, en cualquier caso, con cualquier producto que la garantice y esté debidamente protocolizado su uso por el centro.
  5. Revisar la limpieza de aparatos y material presente en el servicio, área o departamento.
  6. Nueva toma de muestras después de aplicar las medidas de mejora.
  7. Se puede iniciar la actividad tras aplicar las medidas correctivas de mejora en función de los resultados del informe preliminar del cultivo y reevaluar la situación en función del informe o la analítica correspondiente.

8. Archivo y control documental de los distintos registros. Entrega de copia de los registros de las actuaciones de limpieza y desinfección que se realicen al Servicio de Prevención y a la Dirección Médica, además de dejar copia en el propio servicio o área en el que se ha realizado.

Si se detectan hongos filamentosos ambientales, la vía más probable de contaminación será **del entorno**, por lo que se recomienda:

1. Revisar las zonas más próximas al servicio, valorando la limpieza del área, techo, luminarias y la existencia de defectos estructurales en paredes o de corrientes de aire.
2. Revisar la limpieza de aparatos y material presentes en el servicio o departamento.
3. Reparar los defectos encontrados.
4. Revisar los aspectos higiénicos y de la circulación del personal en la zona o área por los circuitos de limpio o de sucio establecidos que eviten la infección cruzada.
5. Realizar la limpieza terminal del servicio, superficies horizontales y verticales, y desinfección con hipoclorito sódico.
6. Nueva toma de muestras después de aplicar las medidas de mejora.

Para finalizar, y como Vocal Experto en Protección de Infraestructuras Críticas Hospitalarias del Observatorio de Seguridad Integral de Centros Hospitalarios (OSICH), destacar el papel que desempeña. Es una organización integrada por Expertos en Seguridad Hospitalaria en el más amplio sentido del término que nace con la vocación de prestar ayuda en la toma de decisiones. Los expertos que lo integran hacen que sea un centro referente en España y un punto de encuentro, análisis y reflexión al que acudir para obtener la adecuada información, formación y asesoramiento técnico dirigida a cualquier responsable de este tipo de Centros Complejos sea cual sea su área de responsabilidad dentro de la estructura sanitaria hospitalaria. [www.osich.com](http://www.osich.com)

## 5. NOTAS

- (1) Tales expertos son legal y profesionalmente los Directores de Seguridad. Son aquellos profesionales que ejercen una verdadera "Gerencia de Riesgos de carácter integral" en las distintas organizaciones en las que desarrollan su labor profesional. En cualquier caso, esa competencia profesional viene dada en distintas disposiciones legales y normativas, (Ley 8/2011 y RD 704/2011, ambos de Protección de Infraestructuras Críticas. Ley 5/2014 de Seguridad Privada. Real Decreto 130/2017, de 24 de febrero, que aprueba el Reglamento de Explosivos. Instrucción del Consejo de Seguridad Nuclear IS-41 de Protección Física de Fuentes Radioactivas).
- (2) Actualmente es la organización más compleja a la que garantizar una adecuada seguridad y protección integral muy por encima de cualquier otra.
- (3) De suma importancia la aplicación del RD 865/2003, 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. En caso de positivo de *Legionella* en agua, habrá que actuar bien mediante choque químico (con niveles altos de cloro hiperclorando el sistema y la red por completo), así como por choque térmico incrementando la temperatura del agua hasta los 70° C. Aspectos de importancia y que inciden en incrementar los niveles de bioseguridad del área quirúrgica, aunque en este caso el vector de transmisión sería el agua y la vía de entrada la vía respiratoria.
- (4) Riesgos Antrópicos de Carácter Laboral como son aquellos riesgos asociados a la Especialidad de Higiene en el Trabajo por la presencia de Riesgos Químicos, Riesgos Físicos y Riesgos Biológicos, así como aquellos riesgos asociados a la Especialidad de Seguridad en el Trabajo e, incluso, a los Riesgos Antrópicos de Carácter Tecnológico por el aparataje electromédico específico de estas áreas; al igual que los Riesgos Antrópicos de Carácter Imprudente cuando no se tiene la debida cautela en esta confluencia de riesgos y no se tienen en cuenta ni los procedimientos ni el adecuado uso de la tecnología médica. Los riesgos Antrópicos de Carácter Antisocial también son de consideración. En cualquier caso, el principal riesgo en estas áreas, además de los riesgos que podrían asociarse a unos deficitarios niveles de Bioseguridad, es el de incendio y explosión.
- (5) No se recogen en la Norma UNE-EN 2:1994. No obstante, los expertos hablamos de fuegos bajo tensión eléctrica a lo que coloquialmente se conoce desafortunadamente como "fuegos eléctricos".
- (6) Definición de González, M. (2018), autor del presente artículo y que extrae de su nueva Tesis Doctoral en curso "Terrorismo y Protección de Infraestructuras Críticas: El Índice de Seguridad Hospitalaria como Instrumento de Evaluación y Diagnóstico de la Seguridad, la Protección Integral y la Resiliencia en los Hospitales Europeos".
- (7) Aquellos riesgos de carácter biológico por exposición a cualquier agente biológico, aquellos riesgos de carácter químico por exposición a agentes químicos y a aquellos riesgos derivados por la exposición a agentes físicos.
- (8) Definición de González, M. (2018), autor del presente artículo y que extrae de su nueva Tesis Doctoral en curso "Terrorismo y Protección de Infraestructuras Críticas: El Índice de Seguridad Hospitalaria como Instrumento de Evaluación y Diagnóstico de la Seguridad, la Protección Integral y la Resiliencia en los Hospitales Europeos".
- (9) Se incluyen aquí la seguridad en el uso de software y de los sistemas, la protección de los datos incluyendo toda la normativa de aplicación (inclusive el RGPD 679/2016), procesos y programas, así como la del acceso ordenadores y privilegios de los usuarios en el acceso a la información.
- (10) En relación a la Seguridad del paciente todo ello independientemente del modelo de certificación normalizado que se quiera implantar en la organización.
- (11) HEPA, acrónimo del inglés *High Efficiency Particle Arresting*.
- (12) Del griego antiguo *χείρ* (jeír, "mano") y *φαίνω* (fáino, "mostrar"). Sala preparada para la práctica de la cirugía acristalada de tal manera que los estudiantes puedan presenciar las operaciones quirúrgicas al estar acondicionadas para que aquellas personas que no pertenecieran al equipo quirúrgico pudieran presenciarlas. Son áreas especiales del hospital en las que se realizan procedimientos quirúrgicos en las máximas condiciones y niveles de asepsia.
- (13) Salas destinadas a la intervención o asistencia quirúrgica al enfermo, dotada de una mesa de operaciones. Las características de la sala y su equipamiento deben permitir: a) Una iluminación ajustable de poder suficiente para permitir un trabajo delicado. b) Condiciones asépticas que deben incluir la provisión de instrumentos estériles y locales para el cambio de ropa del personal. c) La provisión de anestesia general. En cualquier caso, no se consideran quirófanos los paritorios, las salas de radiología, las salas de curas o "quirofanillos", las salas de odontología o salas de extracción dental, así como el resto de dependencias del Área Quirúrgica, que, *stricto sensu* no lo sean.
- (14) También llamada zona Negra.
- (15) También llamada en la distinta literatura consultada como zona limpia o zona gris. A la zona sucia se le llama también zona negra y a la zona estéril zona blanca.
- (16) Según la Orden de 15 de junio de 2000, de la Consejería de Sanidad y Consumo, por la que se establecen las condiciones mínimas que deben cumplir los centros hospitalarios de la Comunidad Autónoma de Canarias.
- (17) Unidad de Recuperación Post-Anestésica (U.R.P.A.): Recinto específico del Hospital, dentro del Área Quirúrgica o anexo a ella, donde el paciente se recupera de los efectos de la anestesia. Para ser dado de alta en esta unidad, deberá cumplir el protocolo que se establezca al efecto.
- (18) Ya no sólo es de gran trascendencia la separación y el establecimiento de circuitos separados. Casi más importante, si cabe, es la disciplina de todo el personal para garantizar el cumplimiento de la normativa específica en el área quirúrgica.
- (19) Si no reuniesen estas características permitirían la colonización de cualquier tipo de microorganismos que comprometan la bioseguridad del área. En la fase de diseño ha de contemplarse una solución continua (tanto del paramento horizontal), del solado (como del paramento vertical), a la pared, con media caña que facilite la limpieza y desinfección de la zona.
- (20) Este aspecto, por su especial relevancia en relación al mantenimiento de los adecuados niveles de asepsia en el área quirúrgica y por ende de la bioseguridad, será objeto de mayor detalle.
- (21) Su función es la de evitar el paso de agentes biológicos. Su ubicación ha de ser en la parte terminal del conducto de impulsión junto a los difusores del quirófano. Se ha de comprobar la adecuada colocación (a través de contaje de partículas, contador láser con sonda isocinética), para asegurar su estanquidad –UNE –EN 1822-1 y, por ende, su eficacia.
- (22) Hace referencia al acto quirúrgico y a la zona o el área en la que se trabaja en las distintas intervenciones quirúrgicas en las que las exigencias visuales son elevadísimas.
- (23) Hace referencia a los componentes mínimos legales que ha de tener cualquier quirófano.
- (24) Monitor de electrocardiograma (ECG).
- (25) Procedimiento de limpieza y desinfección con sistema y metodología específica acorde a los niveles de asepsia de las distintas zonas del área quirúrgica, incluso previo o inicial a las distintas cirugías, entre las distintas cirugías, así como la limpieza final de cada quirófano. Una no existencia del pro-

cedimiento adecuado, así como un mal procedimiento pueden determinar un riesgo asociado a este aspecto.

- (26) Si el propio personal (desde el propio médico hasta el auxiliar, pasando por el personal de limpieza) no es disciplinado al vestirse adecuadamente, e incluso, desvestirse al salir del área quirúrgica, o en su defecto, no ponerse elementos de protección barrera como calzas y batas para ir a otras áreas del hospital, para al volver a entrar desprovenerse de ellos, están generando riesgos al favorecer la infección cruzada al convertirse en verdaderos vectores de transmisión. Un profesional sanitario o de la medicina que contravenga estos principios es, por definición, un mal profesional al comprometer de forma manifiesta la seguridad del paciente a través de las infecciones o enfermedades nosocomiales o enfermedades intrahospitalarias, es decir, una enfermedad distinta a la patología por la que el paciente ingresa. En resumen, esa disciplina ha de dirigirse hacia dos objetivos concretos, por una parte, conservar la presión positiva de los quirófanos con respecto a otras áreas adyacentes (para ello deberá intentar mantenerse, en la medida de lo posible, las puertas cerradas, evitando la salida o entrada del personal) y, por otra parte, el personal ha de evitar la contaminación cruzada.
- (27) No sólo hemos de referenciar al personal sanitario, sino de forma genérica al personal hospitalario debido a que en el bloque quirúrgico accede también personal administrativo, de limpieza, del servicio de ingeniería hospitalaria y electro-medicina, así como del servicio técnico de mantenimiento, entre otros. Por ello, la disciplina en cuanto a los circuitos de sucio limpio, vestimenta, evitar cualquier vector de transmisión de infecciones cruzadas es vital. Es trabajo de todo el personal de la organización hospitalaria, sin excepción, garantizar los niveles de asepsia.
- (28) Como ya se ha citado, se rige por el RD 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. Actuaciones preventivas: Garantizar la total estanqueidad y la correcta circulación del agua y evitar su estancamiento al establecer suficientes puntos de purgas. Disponer en el agua de aporte sistemas de filtración según norma UNE-EN 13443-1. Facilitar la accesibilidad a los equipos para su inspección, limpieza, desinfección y toma de muestras. Mantener la temperatura del agua en el circuito de agua fría por debajo de 20°C. Asegurar que los acumuladores de agua caliente tengan una temperatura homogénea y evitar el enfriamiento que propicia la proliferación de bacterias. Disponer de un sistema de válvulas de retención, según norma UNE-EN 1717. Mantener la temperatura del agua en el circuito de agua caliente por encima de 50°C. La instalación debe permitir que se alcancen los 70°C. Control diario de la temperatura en los depósitos finales de acumulación, no siendo inferior a 60°C. Realizar la purga del fondo de los acumuladores. Apertura de los grifos y duchas de las habitaciones o instalaciones no utilizadas, dejando correr el agua unos minutos. Realizar la purga de las válvulas de drenaje de las tuberías. Actuaciones correctivas: Tratamiento de Choque. Hipercloración de los depósitos o aljibes del hospital. Extender esta hipercloración a los PTR dejando correr el agua. Elevar la temperatura hasta 70 °C. Dejar correr el agua durante unos minutos.
- (29) De acuerdo con la norma UNE 100713:2005, es necesaria una limpieza de los elementos y equipos de las instalaciones de acondicionamiento de aire, prestando especial atención al correcto funcionamiento de los filtros. La periodicidad de las inspecciones tiene que ser suficiente para permitir la detección y eliminar cualquier indicio de defecto o mal funcionamiento. Esta periodicidad debería ser, como mínimo, trimestral.
- (30) Como medida preventiva para minimizar los factores de riesgo de transmisión de enfermedades nosocomiales, se recomienda el análisis periódico de fómites en superficies como mesas quirúrgicas, lámparas y otros equipos de quirófano, así como otros equipos de anestesia, ratones, teclados, equipos informáticos, etc. La periodicidad de las inspeccio-

nes debe ser suficiente para permitir la detección temprana de un brote nosocomial, delimitar el área de control del contagio y la puesta en marcha de líneas de trabajo con el personal sanitario para que no se produzcan nuevas transmisiones. Esta periodicidad debería ser como mínimo trimestral, e incluirse en el marco de los protocolos vigentes de limpieza y desinfección de los equipos.

- (31) Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. Ley 1/1999, de 29 de enero, de Residuos de Canarias. En especial y por tratarse de residuos sanitarios, habrá de contemplarse expresamente el Decreto 104/2002 de Ordenación de la Gestión de Residuos Sanitarios en Canarias. Decreto 132/2011 que modifica el Decreto 104/2002.
- (32) Debe de recaer, bien en algún Técnico del Servicio de prevención de Riesgos Laborales, con la Especialidad de Higiene Industrial con experiencia en el sector hospitalario, o bien en el Departamento de Seguridad con el objeto de integrar las distintas seguridades. En cualquier caso, con formación y experiencia en cuestiones de bioseguridad.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- ASHRAE HVAC. Desing Manual for Hospitals and Clinics.
- Bloque quirúrgico. Estándares y recomendaciones. Ministerio de Sanidad y Política Social.
- Guía Técnica para la Evaluación y Prevención frente a riesgos relacionados con la exposición a los AABB. Ministerio de Sanidad y Asuntos Sociales.
- Manual de Diseño de la Climatización de Quirófanos y Habitaciones en Centros Hospitalarios de Castilla y León.
- Manual práctico para la evaluación del riesgo biológico en actividades laborales diversas. BIOGAVAL 2013. Instituto Valenciano de Seguridad y Salud Laboral.
- Prevención de riesgos biológicos en el laboratorio. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Procedimientos en Microbiología Clínica. Control microbiológico ambiental. Recomendaciones de la Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica.
- Real Decreto 664/1997 sobre la protección de los trabajadores frente a los riesgos biológicos en el trabajo.
- Recomendaciones para la monitorización de la Calidad Microbiológica del aire (Bioseguridad ambiental) en zonas hospitalarias de Riesgo. Sociedad Andaluza de Medicina Preventiva.
- UNE- EN-ISO 14644-1:2000. Salas limpias y locales controlados.
- UNE 100713:2005. Instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales.
- UNE-EN 13779:2008. Ventilación de edificios no residenciales.

# Estrategias Patrimoniales, Ideando entre Huellas y Preexistencias



Miguel Ángel Fernández Matrán

Director General de la Fundación CICOP  
Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio

## 1. INTRODUCCIÓN

**E**ste título, propuesto por el Dr. Arquitecto José Luis Gago Vaquero, lo tomé prestado para la elaboración de este artículo que intenta aportar ideas y experiencias en torno a la convivencia entre lo antiguo y lo actual de nuestro patrimonio arquitectónico.

Dice Rafael Moneo que un edificio sin vida deja de ser un edificio y se transforma en otra clase de objeto. También afirma que un museo de arquitectura es algo imposible, ya que no es posible coleccionar fragmentos de arquitectura que tal vez ilustran pero que no permiten alcanzar la experiencia que toda arquitectura implica.

El pasado convive con el presente y el futuro. Las formas en que hoy la arquitectura se las arregla con los edificios a los que se les atribuye cierto “valor patrimonial” tienen poco que ver con la idea de recrear el pasado, sumergirse en el túnel del tiempo y hacer que la recuperación o la intervención en viejas obras sea una suerte de viaje hacia atrás en la historia.

Conseguir que restos de arquitectura, que alcanzaron éxito en su época primitiva, hablen de sí mismos es misión imposible según el relato de Moneo, ya que la arquitectura, más allá de su valor patrimonial, tiene que seguir sirviendo; y la preservación debe trabajar para el futuro, no para un pasado fosilizado. Estos valores deben ser puestos en relación con el contexto urbano existente, las determinaciones urbanísticas en desarrollo y el cumplimiento de las prescripciones del planeamiento vigente.



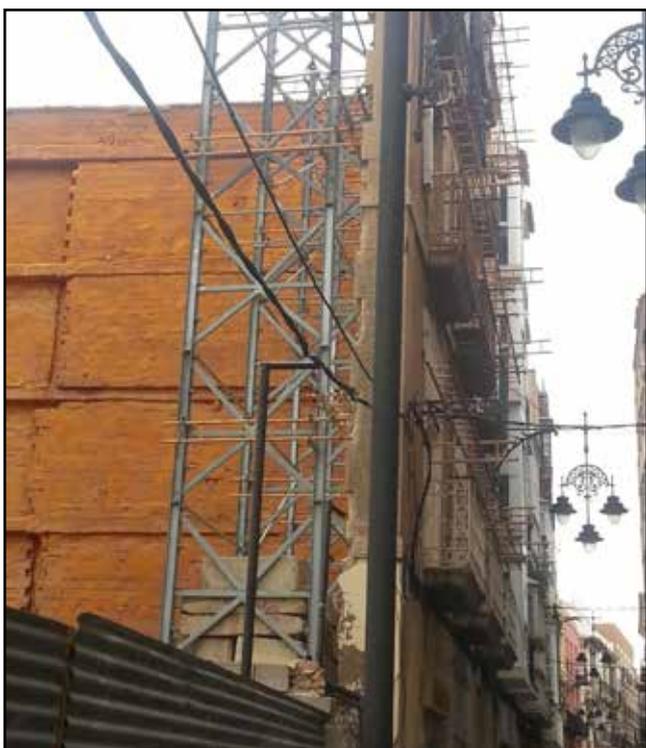
Foto N° 1:

*Miraflores en Sta. Cruz de Tenerife. La necesaria conciliación entre conservación patrimonial y proyecto arquitectónico y urbano debe proponer respuestas integradoras y de calidad.*

Hay que recordar que el Patrimonio Cultural lo constituyen valores transmitidos de generación a generación, que son constantemente recreados por comunidades y grupos en respuesta a su entorno, su interacción con la naturaleza y su historia, proporcionando a nuestros pueblos un sentido de identidad y continuidad, contribuyendo de este modo el respeto por la diversidad cultural y la creatividad humana.

## 2. ANÁLISIS DE ALGUNAS INTERVENCIONES EN CENTROS HISTÓRICOS

Si nos paramos a analizar numerosas intervenciones en los centros históricos, comprobaremos que una idea muy extendida es la de conservar sólo la fachada del objeto arquitectónico, pasando el nuevo edificio al catálogo de fósil de una de sus partes, contribuyendo a un paisaje urbano digno de un plató de cine que recuerda otros tiempos.



*Foto N° 2: Estabilizadores de fachada en Cartagena (Murcia).*

En el centro del problema no está el patrimonio arquitectónico, sino la sociedad que habita en todo su perímetro, que reclama que en el centro de la interpretación de todo el problema patrimonial se encuentran las personas como sujetos históricos y no como objetos históricos.

Intervenir en estos restos de arquitectura con valor patrimonial bajo la idea de que el objeto resultante se ajuste a nuevas necesidades sin afectar a la armonía del espacio o territorio donde se

ubica y bajo regulaciones, muchas veces contradictorias, que contemplan normas locales, regionales, nacionales e incluso internacionales hacen que los profesionales que convergen en este intento interactúen en un complicado balance.

Algunas veces el desorden lo provoca la intervención en el espacio público, que ocasiona la ruptura de la percepción visual de su perímetro, como es el caso de la intervención en la plaza del Rey en Cartagena, alterando el orden en que se distribuyen los objetos arquitectónicos alrededor de ella (algunos de claro y alto valor significativo como es el caso del Arsenal Militar).

Igualmente, la controversia surge en la Plaza de la Encarnación de Sevilla con la intervención del arquitecto alemán Jürgen Mayer finalizada en 2011 que los sevillanos bautizan como “las setas”.



*Foto N° 4: Intervención en la Plaza de la Encarnación de Sevilla de Jürgen Mayer.*



*Foto N° 3: Intervención en la Plaza de El Rey en Cartagena.*

O la polémica más reciente que provocó la construcción en Sevilla, en el entorno de Triana, de la Torre del arquitecto Cesar Pelli en donde se cuestionaba el título de Patrimonio de la Humanidad que ostenta el conjunto de la Catedral, Giralda y Archivo de Indias. Todo bajo la infundada sospecha de que la arquitectura de la torre no pegaba en ese entorno.



Foto N° 5: Torre Pelli (Sevilla).

En cualquiera de los casos, el desorden viene de antiguo. Basta recordar la polémica que suscitó en el año 1973 la construcción de la Torre de Valencia del arquitecto Javier Carvajal tras la puerta de Alcalá, arruinando la percepción visual y el valor significativo de uno de los monumentos más importantes de Madrid. El entonces regidor del Ayuntamiento (Arias Navarro) llegó a afirmar que a la Puerta de Alcalá le había salido una “peineta”.



Foto N° 6: Construcción tras la Puerta de Alcalá en 1973 de la Torre de Valencia.

### 3. REFLEXIONES SOBRE ESTRATEGIAS PATRIMONIALES

Para el director del Fideicomiso Centro Histórico de la ciudad de México, José Marino Leyva Pérez, la reutilización de estos restos de arquitectura responde a la lógica del caracol. Es como los caracoles de mar. Cuando la concha se queda chica, el animalito se sale, busca una más grande que le quede mejor. Y llega uno pequeñito que vuelve a utilizar la concha vacía.

Intervenir en edificios a los que se les atribuye “valores patrimoniales”, es más difícil de lo que uno piensa, ya que el dilema estará en dar respuesta a cuáles son los verdaderos valores del objeto arquitectónico que llega hasta nuestros días. Se trata, sobre todo, de ponderar qué valores llegan hasta nosotros en función del sitio donde se ubica para escuchar diferentes puntos de vista, ya que no es lo mismo interpretar cuál es el criterio más correcto de intervención en un objeto degradado, si este se encuentra ubicado en un territorio degradado o en desequilibrio energético con su espacio circundante, que si además afecta a una comunidad que acusa este desorden; esto hará difícil la búsqueda de soluciones que convengan a todas las partes.



Foto N° 7: Miraflores. Santa Cruz de Tenerife (2018).

Dice José Marino Leyva Pérez que más allá de lo técnico, normas y otros preceptos está el simbolismo popular que habla por sí solo del interés por la conservación o no de viejas estructuras.

Y si la opción es recuperarlas, que se les vea la edad pero no la enfermedad, como dijo el Dr. Barbalet cuando explicaba los criterios seguidos en el embalsamamiento del cadáver de Salvador Dalí,

tal y como recoge el arquitecto Antoni González en su discurso sobre la restauración objetiva.

El conocimiento del patrimonio arquitectónico que tenemos hoy, así como de los criterios que adoptamos para su conservación, no se parecen en nada a los criterios adoptados en tiempos pasados. Pero el resultado es casi siempre un objeto arquitectónico que ha llegado hasta nuestros días, con mayor o menor fortuna, que tenemos la responsabilidad de conservar o no dependiendo de su estado de salud.

Pero a pesar de tener estas herramientas, la realidad del patrimonio construido en Canarias representa la suma de muchos otros valores que no pueden pasar desapercibidos y que no están “registrados” en ningún catálogo o inventario; esto es el valor testimonial, sentimental y documental, necesarios para poder entender la ciudad que nos dejaron las generaciones anteriores y en las que nos seguimos reconociendo.

Valores intangibles que continuamente reclamamos a la hora de “recordar”, y que pesan como una losa formando parte de las formas y los materiales que constituyen nuestros edificios emblemáticos y humildes que han quedado atrapados en el tiempo. De aquí que intervenir o legislar sobre ellos, sea un ejercicio de gran responsabilidad por sus consecuencias e influencia sobre los ciudadanos.

A juicio de Miguel Ángel Troitiño, uno de los expertos en Turismo Cultural más acreditados en España, los centros históricos en España representan “paisajes urbanos de gran valor cultural” por razones históricas, paisajísticas, urbanísticas, arquitectónicas, culturales y funcionales; y también son hitos de referencia de las rutas más frecuentadas por el turismo actual. Por todo ello, las representaciones visuales construidas a lo largo del tiempo no pueden suponer una pérdida del valor significativo de los objetos arquitectónicos, para destacar por encima de estos la representación comercial que se pretenda.

Joan Costa, un experimentado experto en diseño y comunicación visual en nuestro país, cuando habla sobre el paisaje urbano en una ciudad histórica, concluye que se trata de establecer una especie de “memoria visual” de la imagen de la ciudad, de forma que configure una imagen mental en el recuerdo del público residente y no residente, al margen de la variabilidad de la tipología arquitectónica, porque el problema primero no es de diseño ni de arquitectura; es de limpieza. Primero hay que desmontar marquesinas, paneles superpuestos a las fachadas, luminosos gigantes, rótulos y objetos que sobresalen de las fachadas destrozando las perspectivas de la ciudad. La imagen urbana debe controlarse con normas restrictivas más severas que frenen los excesos.



Foto N° 8: Exconvento de Santo Domingo. San Cristóbal de La Laguna (2018).

Sería bueno una reflexión en profundidad de todo esto, que en buena medida es tarea de los Ayuntamientos. En realidad, la situación a la que no se debe llegar no es otra que la que produce una ausencia de debate en torno a los valores significativos de la arquitectura de nuestros centros históricos, dando lugar a una sistemática en el ornato de los edificios simplemente “inaceptable”.

La gestión patrimonial tendrá que rectificar en muchos aspectos. Uno de ellos es la imagen visual de nuestros centros históricos y sus entornos, su idiosincrasia, y la posibilidad de que las actuaciones en la ciudad histórica estén en continua interacción y respeto con la memoria colectiva, sin caer en el error de creer que la memoria es una añoranza del pasado, ya que en todos nuestros centros históricos la memoria es algo que forma parte del presente.

Hoy en la protección de un Bien Cultural también se gestionan sus valores significativos, ambientales, estéticos y urbanos.

Las plazas públicas relacionadas con la formación u origen de nuestros centros históricos son espacios de un alto valor significativo, no sólo por su aportación objetiva a la historia, sino por el valor subjetivo de cómo la perciben generaciones y generaciones, siendo al final este valor el más sostenible, ya que a pesar de los cambios introducidos por la intervención en el territorio (edificaciones singulares, viarios, usos, etc.), el valor significativo que atribuye la población a los dife-

rentes elementos o partes del territorio, son de un claro valor simbólico.

El reconocimiento del paisaje, reconociendo su trayectoria artística, científica y valorando su gran prestigio cultural, reside en incorporarlo a las prácticas de la gestión y protección del patrimonio cultural y a la ordenación territorial, como concepto de amplio sentido, que permite valorar la coherencia existente entre los elementos naturales del territorio y el artificio humano sobrepuesto en él; esto es, el equilibrio de los objetos arquitectónicos con el medio en donde se insertan.

En la Gestión del Patrimonio Cultural, tener en cuenta el contexto territorial y paisajístico de los lugares y plazas claves en una ciudad histórica, nos ayuda a mantener ese alto valor significativo que la población viene atribuyéndole de generación en generación, siendo la auténtica sostenibilidad de esos espacios sus relaciones de intervisibilidad; es decir, las capacidades que se adquieren tanto al poder ver y observar el espacio próximo (cuena visual) desde el sitio elegido (visión desde dentro a fuera), como de ser visto (visión desde afuera).

En el ámbito de la intervención patrimonial, siguen siendo portada de los periódicos las continuas intervenciones que provocan una “contaminación visual” de nuestros bienes culturales. La alteración del acceso visual a un determinado recurso paisajístico, bien natural como urbano, sigue provocando controversias entre la población y dudas en los legisladores.



Foto N° 9: Edificio de Juzgados en primera línea de la Plaza del Adelantado (La Laguna 2016).

Otro hecho dominante en la última década en los centros históricos ha sido primar “turismo y comercio” bajo la denominación “sostenibilidad” para acosar y deslegitimar los objetos culturales con construcciones que, en muchos casos, sólo han conseguido un desorden territorial. Así, se ha puesto de manifiesto en polémicas, debates y discusiones públicas en torno a este desequilibrio que ha alcanzado páginas completas de diarios.

#### 4. DEBILIDADES

Los conceptos derivados de la utilización de la palabra “patrimonio” por parte de la sociedad civil normalmente se siguen asociando a los grandes monumentos. Esto ha provocado una sistemática desprotección de los valores significativos que globalmente supone el Patrimonio Cultural en todas sus facetas.

Mientras se realizan esfuerzos considerables en la recuperación de edificios emblemáticos o de alto valor significativo, se sigue perdiendo y degradando una gran parte del patrimonio cultural relacionado con el patrimonio industrial, etnográfico, arqueológico, subacuático o inmaterial.

Y esto sin contar los Jardines Históricos o todo el patrimonio cultural que afecta a la arquitectura popular.

Por ejemplo, el Patrimonio Industrial que posee Canarias abarca cualquier construcción o estructura fija o de otro tipo perteneciente especialmente al periodo Pre-Industrial que, bien por sí sólo, bien en conjunto con instalaciones o equipamientos esenciales, ilustra el nacimiento o el desarrollo de procesos industriales o técnicos en nuestra comunidad.

Lo Industrial, por tanto, abarca no sólo los inmuebles, estructuras arquitectónicas y maquinaria de producción, sino también las vías de transporte y comunicación a través de las que llegaban las materias primas y se comercializaban los productos, las residencias, centros asociativos y asistenciales de los trabajadores, los servicios públicos, los aljibes, los pozos, galerías, los canales, los lavaderos y, en última instancia, los propios paisajes modificados por la actividad extractiva e industrial. La desaparición de este legado supone la pérdida de una parte importante de nuestra memoria.



Foto N° 10: Lavaderos en San Cristóbal de La Laguna.

Con otro ejemplo, vemos como en Canarias desgraciadamente siempre se le ha dado poca importancia a la conservación de los jardines históricos, y por eso tenemos tan pocos ejemplos en comparación con otras comunidades. Hoy día, nuestros jardines históricos siguen amenazados por operaciones urbanísticas completamente desproporcionadas en lo que se refiere al equilibrio que mantienen los edificios históricos ubicados en estos espacios cuya conservación sigue amenazada.

Si hablamos de ciudades históricas, vemos que no siempre éstas son capaces de construir un modelo armónico de relaciones entre patrimonio, turismo y paisaje; y mucho menos (casi siempre debido a la presión urbanística) a mantener el equilibrio entre la ciudad histórica y el nuevo desarrollo urbano, teniendo verdaderas dificultades para integrar el pasado en el presente, acarreando graves consecuencias para el patrimonio cultural de nuestros centros históricos. Siendo este factor un verdadero peligro para la supervivencia cultural y la identidad de nuestras ciudades.

A la vista de estos ejemplos, en general es un error supeditar o asociar el concepto “patrimonio” al parque de edificios catalogados o significativos de las distintas administraciones. Los peligros que amenazan al Patrimonio de un pueblo requieren

de soluciones más amplias que los meramente arquitectónicos, medioambientales, turísticos, etc.

Las estrategias para evitar el peligro que acecha a nuestro patrimonio cultural deben ser globales y no puntuales, contemplando todas las formas que adquiere el patrimonio cultural en su conjunto. Esto nos debe conducir a una gestión que va mucho más allá de la apertura de restaurantes, hoteles o tiendas que siempre supera las limitaciones de una política local centrada excesivamente en la promoción comercial.

Una buena herramienta de gestión para evitar los “peligros” en los que se encuentra inmerso el patrimonio cultural en Canarias es disponer de un Plan General de Bienes Culturales en ayuntamientos con una fuerte carga patrimonial. Esto ayudará a establecer prioridades de protección de nuestro legado histórico evitando el ir “apagando fuegos” de una forma descoordinada y sin criterio.

En general, la defensa del patrimonio monumental hecha por las instituciones se encuentra con un obstáculo clave, y es la creencia de un sector de la población que justifica la “eutanasia” de parte del patrimonio cultural, admitiendo una realidad supuestamente irremediable, como es el que la Administración es incapaz de contener ese pretendido plazo de caducidad que parece acecha a nuestro patrimonio y que actúa por su cuenta.



Foto Nº 11: Palacio de Nava en San Cristóbal de La Laguna.

# Confiabilidad en Turbinas: Evaluando la Condición de Oxidación y Refrescos de Lubricante



Andrés B. Lantos

Sebastián Lauría

Andrés Bodner

Gabriel Lucchiari

Esteban Lantos

Laboratorio Dr. Lantos - Argentina

Dave Wooton

Wooton Consulting - Estados Unidos

## RESUMEN

Las turbinas son equipamientos críticos para las centrales eléctricas y la industria pesada. La formación de lacas y barnices es la primera causa raíz asociada a la pérdida de actividad y confiabilidad en turbinas. La condición de oxidación de un lubricante indica su propensión a la formación de barnices y puede ser estudiada en un laboratorio con alta efectividad a través de ensayos específicos como son RULER, Potencial de Barniz (MPC) y RPVOT. Estos ensayos guardan mucha más información que la proporcionada netamente por sus resultados numéricos. La integración de esta información permite asesorar acerca de los beneficios de realizar reacondicionamientos sobre el lubricante. La puesta en práctica del método que aquí se describe redundará en un conocimiento aumentado de la condición actual de nuestra turbina y su lubricante, de una mejora en la confiabilidad de las turbinas y en el alargamiento de los periodos entre cambios de lubricante.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las turbinas son equipamientos críticos para las centrales eléctricas y la industria pesada. Son activos muy costosos que deben poder maximizar el tiempo en marcha y trabajar confiablemente en todo momento.

En los cojinetes que soportan al eje de las turbinas, la lubricación lleva un régimen hidrodinámico:

la película lubricante es gruesa y separa las superficies metálicas con un huelgo de alrededor de 100µm. La presión de aceite es mantenida en conjunto por la circulación del aceite en el circuito y por la rotación propia del eje que genera una denominada *cuña lubricante* que separa las superficies. En estas condiciones, el desgaste solo sucede después de una pobre condición del lubricante.

La primera causa raíz para la pérdida de la confiabilidad en turbinas es la formación de depósitos, principalmente barniz. Los depósitos generan varios efectos indeseados sobre estos sistemas como el pegado de servoválvulas, la obstrucción de orificios y un intercambio ineficiente de calor en los radiadores. Los depósitos pueden tener varios orígenes: inorgánicos, orgánicos, biológicos. En el caso de las turbinas de generación o compresión, donde el lubricante sufre principalmente de estrés térmico y oxidativo, la formación de barniz es extendida. Definimos barniz como materia blanda pegajosa compuesta de antioxidantes sacrificados y aglutinados con otros productos de oxidación. Al cocinarse el barniz en superficies calientes tiende a formar lacas, sólidos macroscópicos de mayor dureza. El costo de las lacas y el barniz es muy alto, tanto por las pérdidas de producción como en el costo de los repuestos y recursos humanos durante las reparaciones. Por este motivo, monitorear la condición de oxidación de los aceites de turbinas y aplicar las buenas prácticas de lubricación es de extrema importancia y provee un retorno económico.

Para prevenirse de la oxidación, los aceites de turbinas son aditivados con aproximadamente el 1% de antioxidantes. Los antioxidantes se sacrifican protegiendo al aceite base de los radicales libres y la oxidación. Es comúnmente aceptado que los aceites de turbina pueden utilizarse hasta que los antioxidantes activos remanentes se reducen al 25% de su formulación original. Sin embargo, en muchos casos, dependiendo del lubricante y de las condiciones operativas, se observan problemas asociados a la formación de barniz mucho antes de llegar a este punto. Tanto el ámbito académico como el industrial ha mostrado evidencias que indican que los problemas de barniz pueden suceder hasta con una vida útil remanente del aceite del 60%.

En la gestión de una operación confiable, la condición de oxidación de las turbinas debe mantenerse dentro de entornos/zonas/regiones de seguridad. Esto implica mantener a los antioxidantes en altas concentraciones, cuidar un bajo potencial de barniz, y pronosticar una elevada resistencia a la oxidación. El refresco de los lubricantes es una opción válida para mantener las turbinas libres de barniz. Integrando los experimentos de RULER, MPC y RPVOT es posible estimar el refresco requerido para mantener a la turbina altamente operativa.

**2. MPC, RPVOT Y RULER SON ENSAYOS COMPLEMENTARIOS EN EL MONITOREO DE LA CONDICIÓN DE OXIDACIÓN.**

**2.1. MPC**

El potencial de barniz, o colorimetría de filtro membrana, MPC por sus siglas en inglés (ASTM D7843), es un método para cuantificar la formación de depósitos. Brevemente, a través del ensayo se busca coagular el barniz de una forma reproducible a través de un calentamiento y enfriamiento estandarizado. Después de la preparación, la muestra es filtrada a través de una membrana con poro de 0,45µm y el color resultante indica la propensión a la formación de barniz (para más información leer Málaga y Ciria, Tekniker 2008). Se considera a un MPC > 30 como condenatorio, un MPC > 20 como alarma y un MPC < 15 como saludable. La Figura N° 1 muestra ejemplos de lubricantes con diferente potencial a la formación de barniz.

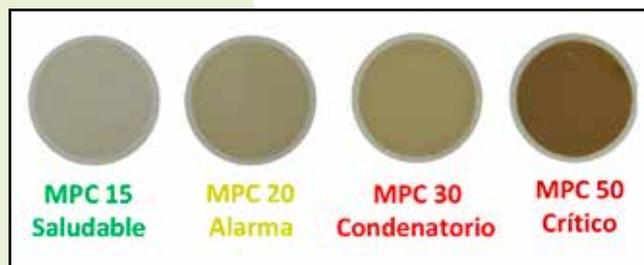


Figura N° 1: El Potencial de Barniz MPC determina la propensión de un lubricante a formar lodos. Debe mantenerse bajo para evitar la formación de depósitos y barniz en turbinas.

**2.2. RPVOT**

El ensayo de RPVOT (oxidación en bomba rotatoria presurizada, ASTM D2272) es un simulador de oxidación. Una porción de lubricante se somete a condiciones extremas de temperatura, presión y potencial oxidativo y se registra el tiempo en que el lubricante resiste la oxidación.

La Figura N° 2 muestra curvas de RPVOT para diferentes formulaciones de lubricantes. En el caso de bases minerales de grado I, el RPVOT se mantiene estable mientras dura la protección antioxidante. En la primera etapa del ensayo, los antioxidantes se sacrifican para proteger al aceite base. Es común observar puntos de inflexión intermedios indicando el consumo secuencial de los antioxidantes fenólicos y amínicos. Consumidos los antioxidantes, el aceite base sufre oxidación masiva y la presión decae súbitamente. Éste se denomina el período de inducción del aceite. En el caso de bases lubricantes de grado II tam-

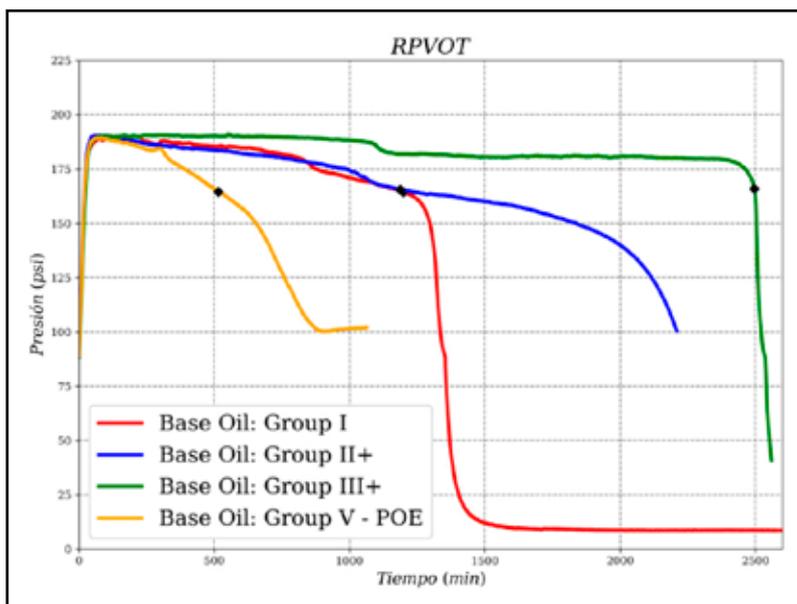


Figura N° 2: Curvas de RPVOT para formulaciones con diferente aceite base. El RPVOT es un simulador de oxidación de lubricantes. Provee información acerca del pronóstico del aceite a consumir sus antioxidantes y oxidarse para formar barniz. Debe mantenerse alto durante la operación para aumentar la confiabilidad. La traza de la curva es indicativa de cambios en el aceite durante su operación. Por este motivo el ensayo debe realizarse hasta la caída total de presión y no sólo hasta su valor nominal.

bién se observa una fase estable de protección antioxidante pero luego la presión declina de forma progresiva. Esto da cuenta de la mejora en la resistencia a la oxidación de estas bases hidrotratadas. Sin embargo, esto no implica necesariamente una mejora en la formación de barniz. Al ser estas bases menos polares, el barniz generado tiende a insolubilizarse más fácilmente del aceite para generar depósitos.

En los últimos años se están popularizando los aceites de turbina con bases grado III GLT (gas-to-liquid). Las formulaciones actuales de este tipo muestran curvas de RPVOT con un extraordinario período de inducción, gran estabilidad durante la protección anti-oxidante y puntos finales muy agudos. La información contenida en la forma de la curva de RPVOT es valiosa para el estudio de la condición del lubricante, por lo que las curvas de RPVOT deben registrarse hasta una caída de presión mayor a la indicada por la norma ASTM, y nunca solamente ser ponderadas por su valor nominal.

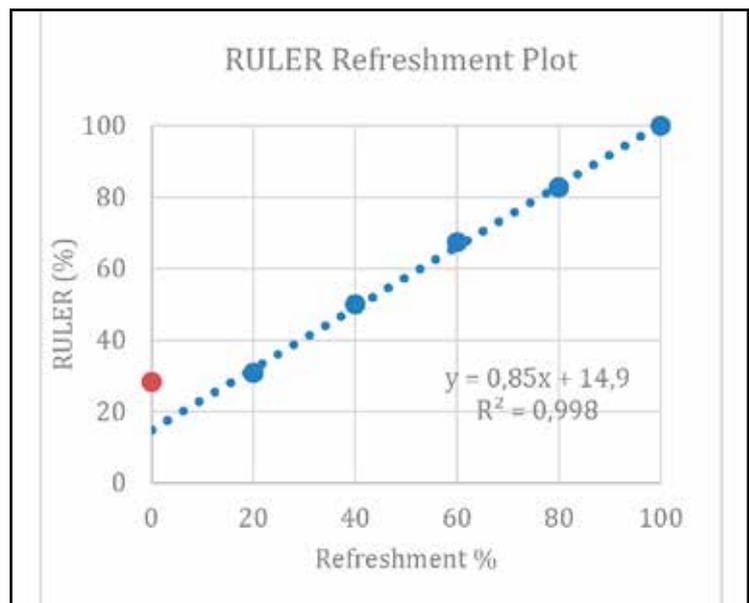
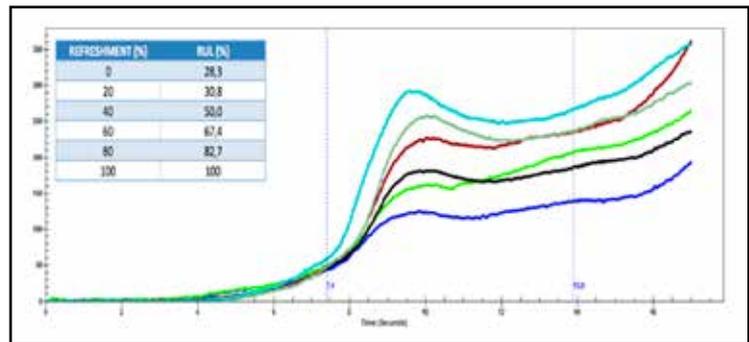
### 2.3. RULER

El ensayo de RULER (ASTM D6971) es un método electroquímico para determinar la cantidad de antioxidantes remanentes en la muestra. Una lectura detenida sobre los amperogramas provee información adicional acerca de la salud, contaminantes y mezclas en el aceite en servicio. Al ser un método electroquímico, permite cuantificar a los antioxidantes activos en el aceite. Sin embargo, cuando los antioxidantes remanentes son muy bajos, el método viene a estimar su concentración por exceso. Desde un punto de vista operativo esto es peligroso ya que el aceite podría entrar en una etapa de oxidación generalizada con un falso positivo en el laboratorio. Esta limitación en la técnica se puede prevenir a través de ensayos de extrapolación, un método que se desarrolla a continuación.

Al preparar mezclas de aceite en servicio y aceite nuevo, podemos definir el Refresco % de forma que un Refresco = 0% implique aceite en servicio y un Refresco = 100% implique aceite netamente nuevo:

$$\% \text{ REFRESCO} = \frac{\text{Aceite Nuevo}}{\text{Aceite Nuevo} + \text{Aceite Usado}} \cdot 100$$

Consideremos un caso de estudio en una turbina de gas con aceite mineral grado I, ISO VG 32 y paquete mixto de antioxidantes. La turbina ha estado en operación por 43.000 horas. El RULER para esta muestra resulta en 28,3% de antioxidantes remanentes, muy cerca del límite condenatorio. Para poder evaluar mejor el remanente antioxidante realizamos mezclas de aceite en servicio y aceite nuevo para cubrir refrescos entre 0 y 100%. La Figura N° 3A muestra los resultados del refresco. La concentración de antioxidantes en función del porcentaje de refresco (%) debe guardar una relación lineal. Sin embargo, al graficar los resultados de RULER (Figura N° 3B) se observa que el resultado correspondiente a la muestra pura de aceite en servicio se ubica apartada de esta relación lineal. Por extrapolación se puede determinar que el remanente antioxidante en la muestra es sólo del 14,9%, casi la mitad del 28,3% cuantificado por el método tradicional. Este método permite discriminar a un aceite en estado cercano al condenatorio de uno en estado crítico.



**Figura N° 3A y 3B:**  
*RULER determina la concentración de antioxidantes remanentes en el lubricante. Cuando la concentración es baja, el método puede dar errores por exceso, poniendo las turbinas en peligro. Esta limitación se evita a través de estudios de refresco.*

### 3. MODELO DE CONDICIÓN DE OXIDACIÓN PARA ESTIMAR REFRESCO DE LUBRICANTE

El motor para analizar la condición de oxidación integralmente es poder planificar refrescos en el aceite de la turbina. Para construir el modelo para el refresco del lubricante se deben poder predecir hipotéticos posibles escenarios resultantes entre la condición actual del aceite en servicio y la condición del caso límite de un cambio total de la carga lubricante.

Volvamos al caso de estudio anterior. Para el análisis se requerirá de 1 litro de aceite en servicio y 1 litro de aceite fresco. Tras analizar ambos aceites se determinan las analíticas presentadas en la Tabla y Figura N° 4, teniendo en cuenta el verdadero remanente antioxidante para el aceite en servicio.

	Aceite en servicio	Aceite nuevo
RULER	14,9 %	100 %
RPVOT	142 min	1369 min
MPC	34	1

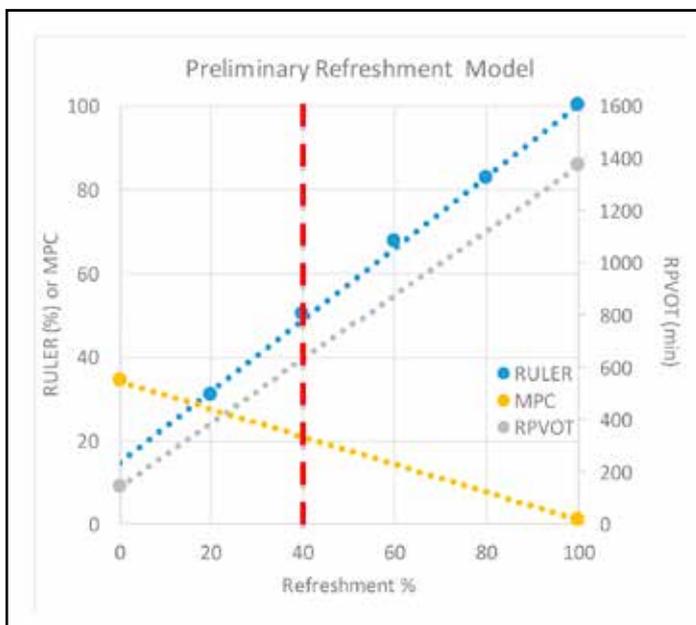


Tabla y Figura N° 4: Modelo preliminar para el refresco de aceites de turbina. El modelo preliminar se arma con los valores de MPC, RPVOT y RULER para el lubricante en servicio (0% refresco) y el lubricante nuevo (100% refresco). El modelo permite hacer una estimación gruesa del requerimiento de refresco.

La condición de oxidación del aceite en servicio es pobre, y se encomienda al laboratorio un proyecto para analizar el refresco del lubricante.

A partir de la información determinada se puede construir un modelo preliminar de la condición de oxidación. Para ello, se grafican las analíticas en función del refresco %.

El modelo preliminar muestra que los antioxidantes remanentes caen por debajo del 25% recomendado. En concordancia, el RPVOT de la muestra en servicio presenta un período de inducción de sólo 142 minutos, aproximadamente un 10% del valor para el aceite nuevo. Estos resultados indican que el lubricante puede fallar en el corto plazo. Finalmente el potencial de barniz presenta un MPC de 34, que excede la alarma de precaución y se encuentra cercano al límite condensorio. La conclusión preliminar es que el lubricante está llegando al final de su ciclo. Sin embargo, si no es posible planificar un cambio total de la carga lubricante en el corto plazo, un refresco del lubricante puede contribuir a una operación confiable en el mediano plazo.

Las condiciones del aceite que permiten una operación confiable deberían ser:

- ANTIOXIDANTES > 50%
- MPC ≈ 15
- RPVOT > 500 minutos

De acuerdo al modelo preliminar, esto puede ser alcanzado con un reemplazo del 40% del lubricante. En tal escenario, los antioxidantes aumentarían al 50%, el MPC se reduciría a 21 y el RPVOT se podría estimar en 600 minutos. Para tener mejor confianza en la predicción, se preparara una mezcla de refresco del 40% y se realizan las analíticas sobre esta muestra artificial. Con esta información se puede construir el modelo iterado de la condición de oxidación.

En la Figura N° 5 se observa que el valor de RPVOT para la muestra de refresco es significativamente mayor al valor linealmente esperado. La diferencia con la relación lineal está relacionada a que el RPVOT no sólo evalúa la capacidad antioxidante como el RULER, sino también la estabilidad química de la base lubricante. Al realizar el refresco se está añadiendo moléculas frescas de base lubricante que añaden potencial protectorio a la mezcla. Adicionalmente, este resultado nos indica que el aceite base en el lubricante se encuentra con principios de degradación, que contribuirá a la formación de barniz.

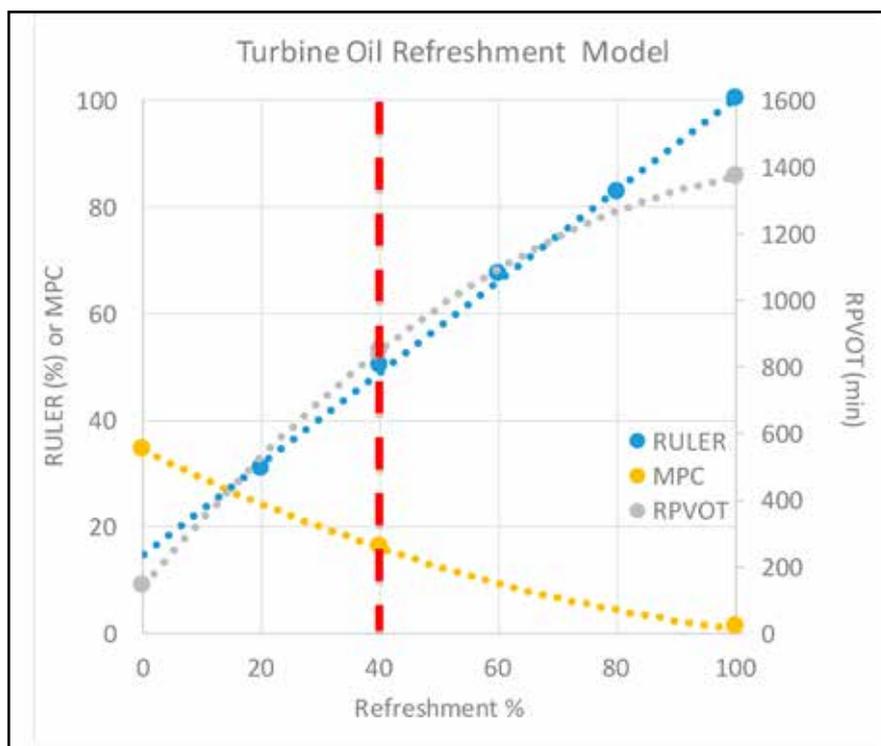


Figura N° 5: Modelo refinado para el refresco de aceites de turbina. En este modelo se incluyen datos experimentales para MPC y RPVOT de mezclas de refresco simuladas en el laboratorio. El RPVOT de una muestra refinada es más alto que el predicho por el modelo lineal. La magnitud de esta diferencia se relaciona con la degradación de la base lubricante en la muestra en servicio. También el MPC de la muestra experimental de refresco es menor al predicho por el modelo lineal. Esta diferencia en cambio está relacionada con el procedimiento estándar de el ensayo y no con su valor funcional.

El MPC para la muestra de refresco se ha reducido significativamente de 21, como hubiera sido esperado por el modelo lineal, a 16. Esta mejora está más relacionada a la metodología del ensayo que a una protección real al potencial de barniz.

#### 4. CONCLUSIONES: PROPUESTA DE REFRESCO

Tras estudiar el modelo completo de refresco, estamos preparados para proponer la intervención sobre la turbina a través de un refresco del 40% del lubricante. Esta opción resultará en una dosificación antioxidante del 50%, un RPVOT de 850 minutos y un MPC de 16. Bajo estas condiciones, la turbina está equipada para operación confiable en el mediano plazo. Sin embargo, dado lo alto del MPC en el aceite en servicio, es de esperarse que se hayan generado depósitos en las superficies de la turbina que serán redissueltos con el agregado de aceite fresco, elevando el valor de MPC en el corto plazo. Por este motivo es recomendable la instalación de un sistema de mitigación de barniz en simultáneo.

En conclusión, el modelo de refresco permite analizar la condición de oxidación de la turbina en profundidad. Esto permite entender el verdadero potencial de un aceite en servicio y su performance esperada en el corto y mediano plazo, con foco en la prevención a la formación de barniz y al aumento de la confiabilidad. Finalmente el método permite proponer acciones concretas de mantenimiento: una tasa de refresco exacta y educada, con recomendaciones en mitigación de barniz.

#### 5. ESTRATEGIAS DE REFRESCO

A diferencia del comisionado de turbinas nuevas, los estudios de refresco aplican a maquinaria en operación, donde cada caso de estudio es diferente. Las diferencias surgen en la condición actual de la turbina, en la forma de operación, en la estrategia de mantenimiento, de producción y financiera del usuario y en los servicios disponibles en cada región.

Hay dos estrategias principales para mantener los antioxidantes en altas dosis y la condición fresca del aceite: el reemplazo parcial de aceite en servicio por aceite fresco y el re-dosificado de antioxidantes.

Hay dos estrategias principales para mantener los antioxidantes en altas dosis y la condición fresca del aceite: el reemplazo parcial de aceite en servicio por aceite fresco y el re-dosificado de antioxidantes.

El reemplazo parcial de lubricante es la opción conservadora. Se trata de una opción mas costosa ya que se está descartando base lubricante que generalmente no se encuentra degradada, sólo por reemplazar los antioxidantes consumidos. Sin embargo, es la opción más segura para reacondicionar el lubricante. Al hacer un reemplazo parcial con el mismo lubricante, no deberían surgir problemas derivados de la incompatibilidad de lubricantes. Al complementar el estudio de refresco con algunas analíticas adicionales (consultar norma ASTM D7155) la compatibilidad se encuentra estudiada. También se trata de una operación rápida que, dependiendo de la turbina y del refresco requerido, puede realizarse con la turbina en marcha o con mínimo tiempo de parada.

Aunque esta práctica pueda resultar menos económica, es aceptable para muchos usuarios y es extensivamente observada en la industria.

La segunda posible estrategia para el reacondicionamiento del lubricante es la readitivación de antioxidantes. En esta estrategia, un concentrado de aditivos es lentamente dosificado al aceite de turbina con un mínimo sangrado de aceite usado. De esta forma, el aceite base se conserva y los antioxidantes pueden ser re-dosificados al nivel requerido. Esta estrategia, sin embargo, debe ser realizada por un formulador experimentado con conocimiento íntimo acerca de la química del aceite base, los antioxidantes en el sistema y los depósitos formados en este sistema particular. La química de los aditivos es una ciencia compleja, hay interacción entre los antioxidantes, y esta interacción puede ser tanto sinérgica como antagonista. La sinergia actúa reponiendo los antioxidantes amínicos en la primera línea de batalla contra la oxidación, a expensas de la reserva, los antioxidantes fenólicos. Por el otro lado, al re-dosificar el aceite debe cuidarse que los nuevos antioxidantes no interactúen con el medio formando depósitos. Una cuestión central a tener en cuenta al realizar la práctica de re-aditivación de antioxidantes es que la concentración total de antioxidantes, sean activos o consumidos, aumenta. Sin un conocimiento fino del sistema esto puede fácilmente resultar en la precipitación de antioxidantes o en reacciones indeseadas. Por este motivo, los procesos de re-aditivación suelen requerir la instalación de un sistema de mitigación de barniz de forma continua o semi-continua.

Para alcanzar alta confiabilidad, la compatibilidad y performance tanto del concentrado como del aceite reformulado, debe ser extensivamente evaluada en un laboratorio. Las pruebas deben incluir caracterización de las propiedades funcionales como tendencia a la formación de espuma, liberación de aire, demulsibilidad y pronóstico sobre el envejecimiento oxidativo del aceite reformulado. Deben realizarse ensayos que desafíen al aceite reformulado a la formación de depósitos. Habiendo evaluado adecuadamente el reacondicionamiento, la ejecución en planta de estas operaciones debe estar dirigida por técnicos acreditados. Esto implica asegurar una homogeneización adecuada del concentrado, evitar precipitados y tener un plan de contingencia en caso de observarse una desviación o la formación de depósitos.

En conclusión, la re-aditivación de antioxidantes es una mejor opción en términos económicos. Desde la perspectiva técnica, se han obtenidos excelentes resultados en proyectos que han multiplicado la vida del lubricante. Sin embargo, es una práctica que implica mayores riesgos y que es normalmente planeada y ejecutada por profesionales especializados externos.

Aunque la generación a través de turbinas de gas y de vapor esté ampliamente extendida a nivel mundial, no es posible encontrar, en todas las regiones, servicios adecuados de laboratorio para realizar esta evaluación, así como servicios técnicos de planta para ejecutar estos proyectos. En estos casos, aunque sean sub-óptimos desde el punto de vista económico, se siguen realizando procedimientos de reemplazo parcial de lubricante.

## 6. REFERENCIAS

1. Seguimiento de la Formación de Partículas Insolubles en Aceites de Turbina de Gas. Adolfo Málaga y José Ignacio Ciria. Tekni-ker, 2008.
2. Lubricant Deposit Characterization. Dave Wooton & Greg Livingstone. Oildoc 2003.
3. Akihiko Yano, Shintaro Watanabe , Yasunori Miyazaki , Mitsuyoshi Tsuchiya & Yuji Yamamoto (2004) Study on Sludge Formation during the Oxidation Process of Turbine Oils, Tribology Transactions, 47:1, 111-122.
4. Turbine oil bleed & feed: An expensive option. Greg Livingstone, Turbomachinery 2014.
5. Bleed & Feed, TMI Staff, Turbomachinery 2014.
6. Lubrication Excellence 2007. William Moehle, Vince Gatto, Dave Wooton and Greg Livingstone, "Practical Approaches to Controlling Sludge and Varnish in Turbine Oils".
7. Norfolk, VA Vincent J. Gatto, William E. Moehle, Tyler W. Cobb, Emily R. Schneller, "Oxidation Fundamentals and its Application To Turbine Oil Testing". April 2006. JAI Volume 3, Issue 4JAI13498.

# El RGPD Impacta en la Sociedad y en Nuestras Empresas



Leocadio Marrero Trujillo

Lead Auditor ISO 27001 por BSI  
Especialista en Protección de Datos por AENOR

## 1. INTRODUCCIÓN

**D**esde el pasado 25 de mayo de 2018 es de plena aplicación el nuevo Reglamento General de Protección de Datos (RGPD). Probablemente, muchos de nosotros hemos sido testigos o hemos sido objeto de comunicación por parte de algún o algunos entes que se han dirigido a nosotros para solicitarnos nuestro consentimiento para seguir tratando nuestros datos personales y seguir enviándonos comunicaciones comerciales.

El tsunami de correos enviados las semanas previas a esa fecha constituyó toda una campaña de marketing gratuita para la AEPD, hasta el punto de que muchos ciudadanos tuvieron conocimiento de la existencia de una regulación nueva o de la existencia de la misma, en materia de protección de datos.

La inmensa mayoría de esas comunicaciones recibidas no eran necesarias, de hecho, estaban mal orientadas y mal motivadas, como muy bien recordó en varias ocasiones la directora de la AEPD, Mar España Martí. Ese error ciertamente era objeto de preocupación por parte de los responsables porque ponía sobre la mesa el grado de desconocimiento que muchas entidades tenían aún sobre el RGPD después de dos años de la publicación y entrada en vigor de dicho reglamento. El único punto positivo era la campaña de concienciación en la que resultó ese tsunami.

## 2. ¿CUÁL ES EL VERDADERO CALADO DE ESTE NUEVO RGPD?

Como ha comentado recientemente José Luis Piñar, exdirector de la agencia y presidente de la comisión encargada de la redacción de la nueva LOPD, actualmente en trámite parlamentario, estamos ante la primera norma que tiene una afectación global. Legislando desde Bruselas, y para sus estados miembros, se ha logrado un impacto global. De hecho, el ámbito territorial del reglamento alcanza a toda empresa o entidad que preste servicios o venda productos a personas que transiten dentro de la Unión Europea. Con ese ámbito, se ha atado en corto a los grandes lobbies tecnológicos norteamericanos y, con ello, a cualquier entidad que tenga como objeto la prestación de servicios o productos a personas que residan en el espacio de la Unión Europea.

## 3. ¿CUÁLES SON LOS CAMBIOS DE CALADOS MÁS SIGNIFICATIVOS?

Sin lugar a dudas, sus cuatro pilares serían:

- Accountability. Cuya traducción más cercana sería la de Responsabilidad Proactiva.
- Seguridad por Defecto.
- Seguridad desde el Diseño.
- Transparencia.

Cuando hablamos de proactividad, hablamos de actuar con responsabilidad en el tratamiento y gestión de riesgos realizado con carácter previo



Figura N° 1: Ciclo de Vida del Dato.

al ejercicio inicial o fase cero de la recolección del dato, midiendo cómo esa recolección y el posible uso a hacer del dato pudiera afectar a los derechos y libertades del individuo en las distintas fases del ciclo de vida del dato (Ver Figura N° 1).

Ciertamente, estamos ante un viraje en la forma de concebir la privacidad, pasando de un modelo reactivo a un modelo proactivo, donde el recolector, además, deberá poder acreditar que ha tenido en cuenta todos los riesgos y ha tomado las decisiones adecuadas a fin de minimizar y/o reducir los posibles impactos que dicho tratamiento pudiera suponer sobre los derechos y libertades.

Para poder acreditar el cumplimiento de esa responsabilidad proactiva, se hace necesario dar algunos pasos importantes:

- Registro de actividades de tratamiento. Obligatorio para entidades con más de 250 trabajadores o que traten datos de categorías especiales o penales.
- Análisis de riesgos sobre los tratamientos.
- Evaluación de impactos sobre derechos y libertades. Ante nuevos tratamientos que puedan conllevar riesgos.

- DPO/DPD. Nombrar a un Oficial o Delegado de Protección de Datos en aquellos casos que el RGPD o la nueva LOPD tase como obligatorio.
- Notificación obligatoria de las violaciones o brechas de seguridad que afecten a datos personales.

#### 4. NUEVOS DERECHOS Y REPOSICIONAMIENTO DE EXISTENTES

Este reglamento trae a la luz nuevos y viejos derechos. Entre los derechos banderas de los que se hace abanderado este RGPD están, por ejemplo:

- 1.- Derecho al olvido/supresión. Cuyo desarrollo tiene lugar en el artículo 17 del Reglamento y que tiene su impacto más visual y mediático en entornos digitales.
- 2.- Refuerzo del principio de consentimiento. El RGPD borra de un plumazo el consentimiento tácito de la regulación y deja en fuera de juego a todos aquellos tratamientos que hubieran tenido su base jurídica en dicho consentimiento tácito, obligando a los responsables a reposicionar sus bases de datos y depurar las mismas, con el fin de recabar el consentimiento expreso (que debe ser claro, expreso

e inequívoco partiendo de una declaración o una clara acción afirmativa del titular del derecho). Y, cuando estemos ante tratamientos que afecten a menores de 16 años, se hará necesario la intervención de los padres o tutores legales del menor a fin de recabar el consentimiento.

- 3.- Y el derecho a la portabilidad, aparece también como elemento novedoso. Cita el RGPD en su artículo 20 lo siguiente sobre el mismo: “el interesado tendrá derecho a recibir los datos personales que le incumban, que haya facilitado a un responsable del tratamiento, en un formato estructurado, de uso común y lectura mecánica, y a transmitirlos a otro responsable del tratamiento sin que lo impida el responsable al que se los hubiera facilitado”.

## 5. MEDIDAS DE SEGURIDAD

El artículo 32, bajo el enunciado, Seguridad del Tratamiento, viene a recoger otro de los cambios profundos que trae el RGPD: *“Teniendo en cuenta el estado de la técnica, los costes de aplicación, y la naturaleza, el alcance, el contexto y los fines del tratamiento, así como riesgos de probabilidad y gravedad variables para los derechos y libertades de las personas físicas, el responsable y el encargado del tratamiento aplicarán medidas técnicas y organizativas apropiadas para garantizar un nivel de seguridad adecuado al riesgo”*.

Principalmente, con la plena aplicación de este artículo, se desplaza todo el título VIII del RD 1720/2007. Ese Título VIII, hasta ahora, venía sirviendo de modelo o tutor para saber qué medidas de seguridad deberíamos aplicar en función de los distintos ficheros que teníamos. Desaparecido ese tutor o muleta, el regulador nos está diciendo claramente que ya, transcurrido más de veinte años de la Directiva 95/46 que dio lugar a la LOPD vigente, Ley 15/1999, de 13 diciembre, deberíamos ser personas o entidades lo suficientemente maduros como para no necesitar del tutelaje legal y, por tanto, deberíamos empezar a tomar nuestras propias decisiones que afecten a la seguridad de los tratamientos que estemos realizando o que preveamos realizar en el futuro.

Esto que, en condiciones normales, cuando hablamos de un ser humano, lo vemos todos

como un aspecto natural y deseable, se ha convertido en una causa de incertidumbre y de preocupación por parte de los responsables. El regulador nos trata ahora como mayores de edad y nos dice que apliquemos aquellas medidas que consideremos adecuadas en función de los datos que tenemos y cómo los tratamos. Es decir, cada uno está en la posición de construir su propia casa y, por tanto, es de su libre albedrío decidir con qué materiales la construirá y dónde. Luego, los elementos, dirán si hemos acertado o nos hemos equivocado. Y, cuando los elementos nos pongan a prueba (cosa que sucederá más pronto que tarde) debemos estar en la condición de poder demostrar que hemos sido proactivos, es decir, que hemos calculado bien el riesgo y que lo hemos tratado de forma correcta, prudente y proactiva, situación que debe el responsable estar en condición de demostrar y acreditar, de lo contrario se expondrá a la disciplina que imponga la Autoridad de Control nacional en su momento.

## 6. ¿Y AHORA QUÉ HAGO?

Esta es la pregunta que muchos empresarios o responsables de tratamiento se hacen cuando empiezan a tomar nota del grado de afectación que el RGPD tiene en la gestión diaria de su entidad.

Toca empezar a tomar decisiones y una de las primeras decisiones a tomar es elegir de forma adecuada y proactiva a un profesional que ayude, tutele o implante la normativa en la entidad. Hasta ahora, para la mayoría de los responsables, esta decisión era una que no tenía mucho peso o sobre la que no hacían un escrutinio adecuado y profesional, dejando en manos de terceros (empleados o asesores) la elección del mismo. Pero esa decisión, desde ya, recaerá con todo el peso sobre los hombros de todos los responsables de tratamiento. Entonces, ¿cómo dar con el profesional adecuado? Desde distintos colectivos profesionales hemos venido insistiendo en la importancia estratégica de apoyarnos en buenos y acreditados profesionales de la privacidad. Por ejemplo, desde APEP se ha impulsado la divulgación de un decálogo que puede servir para elegir aquella oferta que realmente se ajuste a nuestras necesidades.

Ese decálogo se puede ver en el siguiente enlace <http://www.a pep.es/decalogo-para-la-con>

*tratacion-de-proyectos-de-adequacion-al-rgpd/*, del que extractamos los enunciados de esos diez pasos en la infografía de la Figura N° 2.

No cabe duda de que estamos ante un nuevo día en materia de protección de datos y, junto a ese amanecer, aparecen delante muchas cuestiones a plantear, inquietudes, retos, metas

y deseos. Se trata de un trayecto que todos debemos realizar y los resultados de nuestro transitar dependerá mucho del grado de concienciación que cada uno de nosotros tengamos sobre el respeto a la privacidad y protección de datos, no solo de los datos que tratemos de otros, sino del uso que se hagan de nuestros datos y de nuestra familia.

## Decálogo para la contratación de proyectos de adecuación al RGPD.

- I • La adecuación es una labor conjunta entre consultora y la organización.
- II • La responsabilidad activa es un proceso de mejora a mantener a diario. Es necesario poder demostrar debida diligencia.
- III • El análisis jurídico debe entender los tratamientos de datos y por tanto, es un estudio a medida.
- IV • El proyecto debe incluir formación para asegurar conocer la problemática y asegurar la transferencia de conocimiento.
- V • La adecuación supondrá cambios en los procesos y nuevas tareas, no sólo documentación.
- VI • La adecuación llega cuando se ponen en marcha procesos y tareas para vigilar el cumplimiento. Tener papeles no sirve para nada.
- VII • El consultor debe acreditar formación que le capacite profesionalmente y experiencia en privacidad para aportar valor y resolver problemas.
- VIII • No existen certificados de cumplimiento a Organizaciones todavía y los que genera una consultora no tienen relevancia externa.
- IX • Aunque le aseguren asumir daños por infracciones, en caso de sanción, su reputación no se recuperará si se ve envuelto en una brecha de seguridad.
- X • La consultoría supone horas del profesional. No puede ofrecerse de forma gratuita ni desviar fondos de formación subvencionados a ese fin.

 25 de mayo.  
Reglamento General de Protección de Datos.

 Asociación Profesional Española de Privacidad.  
<http://www.a pep.es>  
 @AsociacionAPEP

Figura N° 2: Decálogo.

# El Monitoreo de Condición Aplicado a la Eficiencia Energética



Carolina Altmann Macchio

Directora de Altmann & Asociados

## 1. INTRODUCCIÓN

Las condiciones del mercado global obligan a las organizaciones a ser, cada día, más competitivas. Muchas economías dependen de la exportación de productos agroindustriales y de consumo, hoy considerados commodities, cuyos precios son impuestos por el mercado internacional.

Dentro de los costos operativos, el costo energético es uno de los costos más importantes a lo largo de todo el ciclo de vida de un activo. Por lo anterior, optimizar la eficiencia energética es vital para lograr la competitividad.

Poco a poco, las empresas están empezando a tomar conciencia de la relevancia de la efi-

ciencia energética, tanto por las implicaciones medioambientales, como para la continuidad del propio negocio y su competitividad.

En los últimos años, las políticas gubernamentales de promoción de inversión en energías renovables, así como la normativa en eficiencia energética y gestión de la energía, se han convertido en su gran impulsor del lento proceso de cambio.

Ya lo advierte la International Agency Energy (IEA) y las estadísticas de los países miembros de la OCDE demuestran que aún hay mucho potencial de mejora, de ahorro de energía y de reducción de emisión de gases de efecto invernadero (GEI).

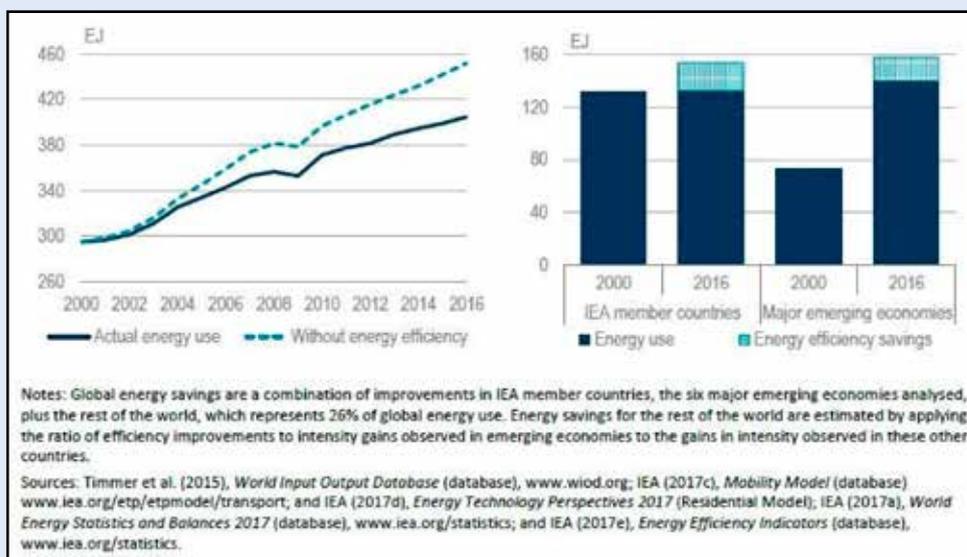


Figura N° 1:

Incidenca de la eficiencia energética en el consumo de Energía. Fuente: International Energy Agency.

## 2. LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia energética es la relación entre las energías consumidas y el volumen o cantidad producida o movilizadas.

La eficiencia energética implica poder realizar el mismo trabajo, producción industrial o servicio, con menos energía.

Para lograr la eficiencia energética, se deben tomar acciones correctivas y de mejora, abordando dos estrategias complementarias. Por un lado, minimizar la demanda y el uso de la energía; y por otro, maximizar el desempeño energético de los equipos e instalaciones.

Es decir, la eficiencia energética implicará:

- Reducir las pérdidas de energía.
- Aumentar el rendimiento energético.

## 3. LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y EL MANTENIMIENTO

Dada una instalación o equipo, su consumo de energía es muy sensible a la variación de distintos factores, tales como:

- Velocidad real de operación.
- Capacidad real de operación.
- Prácticas operativas.
- Desgaste de partes móviles.
- Fallas.
- Interrupciones por fallas.
- Lubricación.
- Sobrecarga.
- Suciedad.

Aspectos relacionados con el engrase y lubricación, limpieza, control de desgaste, inspección de funcionamiento y reparación... son tareas típicas de mantenimiento, con gran influencia en el desempeño energético de las instalaciones.

Una organización de mantenimiento que no gestione y ejecute adecuadamente las estrategias de mantenimiento, no brindará las bases para evitar el sobreconsumo energético, consecuencia de:

- Desalineación.
- Desbalanceo.
- Deterioro.
- Fricción excesiva.
- Holgura excesiva.
- Incrustación sobre superficies de intercambio.
- Pérdidas de fluidos.
- Pérdidas de calor por aislamientos defectuosos.
- Suciedad sobre superficies de intercambio.

La labor de mantenimiento resulta clave para sostener los niveles de consumo de energía, tanto del equipamiento nuevo, como de las medidas de eficiencia energética implementadas.

## 4. LA FALLA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

Para analizar la relación existente entre la falla de un equipo, un mal funcionamiento y la eficiencia energética, es necesario responder a las siguientes interrogantes:

- ¿Cuándo se considera que un equipo está en estado de falla?
- ¿Cuándo un equipo no está cumpliendo con alguna de las funciones requeridas?
- ¿Conocemos todas las funciones requeridas de nuestros equipos?
- ¿Conocemos la capacidad nominal de nuestros equipos?
- ¿Conocemos la eficiencia energética de diseño de nuestros equipos?
- ¿Se consideró el sobreconsumo energético como una falla?
- ¿Conocemos el costo de la pérdida de desempeño operacional?

Para la relación entre una falla de un equipo y la eficiencia energética, pase a ser explícita, se debe conocer en detalle el impacto de cada falla, a nivel de consumo de energía.

## 5. SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA

Si al momento de diseñar el plan de mantenimiento, las pérdidas de energía, el desempeño energético y el sobreconsumo de energía no fueron considerados como una anomalía, es decir, como una falla, no existirá ninguna tarea de mantenimiento destinada específicamente a inspeccionar la condición y prevenir el impacto negativo de estas fallas.

Afortunadamente algunas pérdidas de energía, por ejemplo, las asociadas a fugas de gases comprimidos y vapor, son consideradas dentro de los planes de mantenimiento, abordadas desde sus consecuencias en la seguridad de las personas; pero también tienen un impacto asociado a la energía, medioambiental y económico, que raramente es cuantificado.

Por ejemplo, las pérdidas de agua son una falla que presenta un impacto muy alto en la eficiencia energética, ya que incrementan el volumen de agua a purificar o tratar, a bombear, distribuir y posteriormente a tratar como efluente. Gestionar el agua, es parte de la gestión de la energía.

El primer paradigma a establecer viene reflejado en la Figura N°2.

Las pérdidas de energía, en línea con la filosofía del Lean Manufacturing, son un desperdicio que se debe eliminar, evitar o minimizar.

## 6. EL PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA

Es necesario realizar una revisión del plan de mantenimiento, estableciendo tareas periódicas orientadas a:

- Identificar y corregir pérdidas energéticas.
- Identificar y corregir sobreconsumos energéticos.
- Medir desempeño energético.
- Verificar capacidades y velocidades de equipos.

El costo energético de las pérdidas energéticas serán la justificación de:

- Las nuevas acciones a incluir en el plan de mantenimiento.
- La reparación y overhauls de equipos.
- Actualización y mejoras de equipos.
- Recambio de equipos e instalaciones.
- Mejoras en automatización de procesos.

Muchas tareas básicas de complejidad menor tienen gran incidencia en la eficiencia energética, como son:

- Rutinas de limpieza, en el caso de superficies de intercambio: condensadores evaporativos,



Figura N° 2: Ineficiencia energética.



Foto N° 1: Pérdidas de energía.

intercambiadores de calor, calderas, generadores de vapor, hornos y torres de enfriamiento.

- Reparación de pérdidas de fluidos.
- Reparación de aislamientos.
- Tratamiento de agua.

En la Foto N° 1 se presentan algunos casos reales de fallas en rutinas básicas de mantenimiento, con impacto negativo en la eficiencia energética.

## 7. EL MONITOREO DE CONDICIÓN PARA SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA

El monitoreo de condición es una importante estrategia de mantenimiento que se enfoca a de-

tectar los síntomas tempranos de falla, utilizando distintas herramientas, tales como:

- Técnicas predictivas.
- Ensayos no destructivos.
- Medición de desempeño.

En la Figura N° 3 se presenta esquema de la denominada curva P-F, donde se representa cualitativamente una condición de un equipo y su evolución a lo largo del tiempo de operación.

Se denomina período P-F, al Intervalo de tiempo entre que se detecta la falla potencial y se convierte en una falla funcional, es decir, cuando deja de cumplir las funciones requeridas.

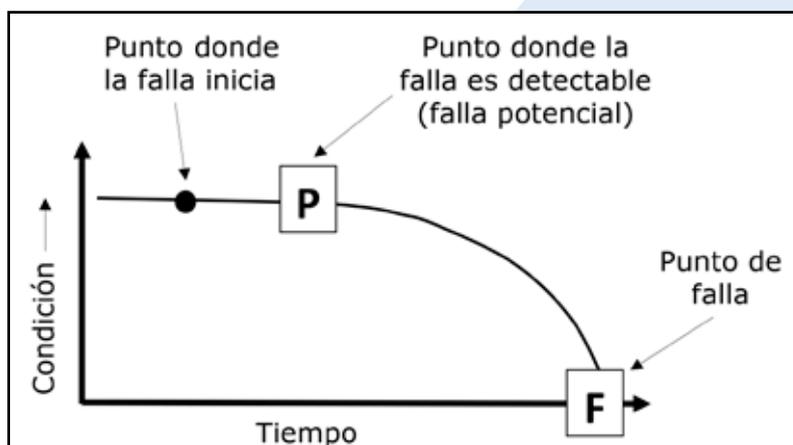


Figura N° 3: Curva P-F.

Las principales ventajas de la detección temprana, que aporta el monitoreo de condición, son:

- Tomar acciones para evitar las consecuencias de la falla.
- Planificar una acción correctiva, dirigida a disminuir las pérdidas de producción.
- Poder tomar acciones para eliminar la causa de falla.

Según establece la norma ISO 17.359, la implementación del monitoreo de condición, requiere establecer dos tipos de alarmas:

- Alarmas absolutas.
- Alarmas estadísticas.

Las alarmas absolutas son límites condenatorios. Las alarmas estadísticas están basadas en los propios valores medidos en el equipo y su tendencia y son las que aportan mayor sensibilidad a la detección.

Análogamente, es posible establecer un monitoreo de condición para la eficiencia energética, a través de alguna de las siguientes condiciones:

- Medida de consumo eléctrico.
- Medida de consumo de combustible.
- Medida de la condición de eficiencia energética.
- Desempeño de equipos, por ejemplo: capacidad de proceso, capacidad de producción, caudal máximo en bombas, compresores y ventiladores, tasa de generación de vapor, velocidad de producción, productividad ya sea durante un batch de producción o en unidades producidas por unidad de tiempo, etc.

Los datos de eficiencia y/o desempeño energético de diseño, indicados por el fabricante en el manual del equipo, podrán aportar los límites para las alarmas absolutas, requeridas para el plan de monitoreo de condición de la eficiencia energética.

En caso de no disponer de información del fabricante o de tratarse de un equipo antiguo, habrá que recurrir a mediciones iniciales, o análisis del "Business as usual" o condición promedio de equipamiento similares características.

## 8. INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Para cada tipo de equipo e instalación, se debe determinar los parámetros para medir directamente la condición de eficiencia energética o también se pueden establecer indicadores de rendimiento energético.

Los indicadores de rendimiento energético, pueden estar relacionados con algunos de los siguientes aspectos:

- Eficiencia energética de diseño.
- Calidad del equipo y/o instalación.
- Estado de desgaste del equipo e Instalación.
- Desempeño operacional.
- Uso de la energía.

Se debe comprender los factores que afectan al consumo de energía, para diseñar un indicador de desempeño energético adecuado.

En la Figura N° 4, se presenta el ejemplo de un proyecto real de sustitución de un compresor de aire, donde se elaboró el plan de medida y verificación, según el Protocolo internacional de medida y verificación IPMVP (International Performance Measurement and Verification Protocol). En este caso, se midieron y analizaron dos condiciones del equipo: potencia activa consumida y el caudal de aire comprimido generado. Además se estableció un indicador de desempeño energético, relacionando el caudal generado y la potencia consumida.

## 9. SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA

El sistema de gestión de la energía, según la norma ISO 50001, es una gran herramienta para dar marco a la gestión integral de la energía, ya que la misma incluye los siguientes procesos:

- Diseño.
- Compra y renovación de equipos.
- Operación.
- Mantenimiento.

Por otra parte, la norma de sistemas de gestión de activos, según ISO 55000, puede ser de gran ayuda para garantizar la selección de los di-

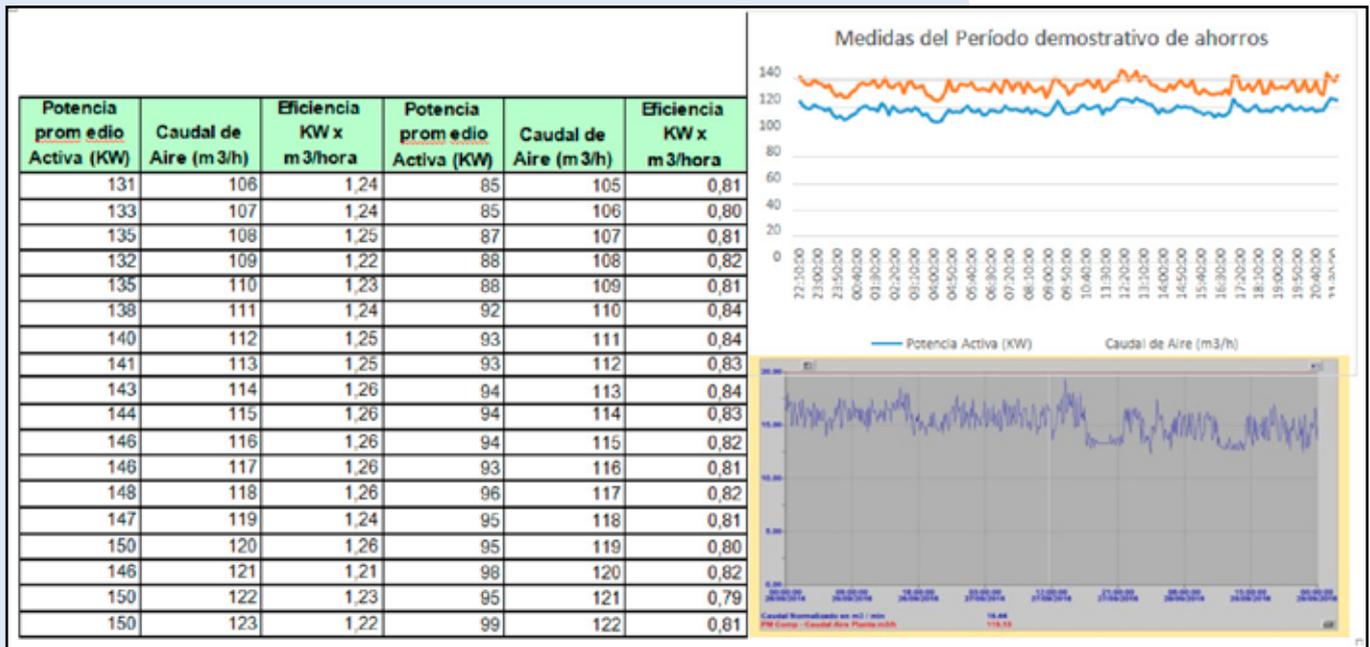


Figura N° 4: Verificación de mejora energética. Fuente: Elaboración propia.

seños de equipos e instalaciones más eficientes, así como también para asegurar plazos de renovación óptimos, evitando la operación de equipos desgastados u obsoletos con sobreconsumo energético.

Las mejores decisiones para la implementación de proyectos de mejora de eficiencia energética y recambios de equipos, deberán estar soportadas por el análisis de costo de ciclo de vida del activo, o bien por la norma ISO 15663 o también como el VAN (Valor Actual Neto) del proyecto. En ambos casos, tomando en cuenta el beneficio del proyecto en su vida útil, además del costo de adquisición, el costo operativo y de mantenimiento.

Siempre los proyectos de eficiencia energética deben minimizar el costo energético en el ciclo de vida, para colaborar en incrementar el beneficio sobre los activos.

## 10. CONCLUSIONES

El análisis de costo de ciclo de vida es crucial para lograr la reducción del consumo energético y la competitividad de las organizaciones.

Es importante dar relevancia al desempeño de los equipos y el consumo energético, así como establecer un sistema de monitoreo de la eficiencia energética.

El seguimiento del desempeño energético permitirá minimizar las pérdidas, detectando de forma temprana, cualquier desvío en el consumo de energía.

El mantenimiento es uno de los pilares fundamentales que permitirá sostener la eficiencia energética durante todo el ciclo de vida de los activos.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- Duran B. (2006), ¿Qué es la Confiabilidad Operacional? Revista Club de Mantenimiento, N° 2.
- Altmann Macchio, C. (2012). El Mantenimiento y la Eficiencia Energética, Revista Ingeniería de Mantenimiento TBN N°. 4 pp (53-58).
- Altmann Macchio, C. (2017), La Eficiencia Energética en la Gestión de Activos, Congreso de IPEMAN. 2017.
- International Energy Agency (2017), Energy Efficiency 2017.
- ISO 50004:2014(en), Energy Management Systems — Guidance for the Implementation, Maintenance and Improvement of an Energy Management System.
- ISO 55001:2014(es), Gestión de Activos — Sistemas de gestión — Requisitos.
- ISO 15663-1, Petroleum and Natural Gas Industries — Life Cycle Costing — Part 1: Methodology.
- ISO 17359, Condition Monitoring and Diagnostics of Machines — General Guidelines.

# Factores Claves para la Selección de una Bomba Centrífuga



MSc. Ernesto Primera

CMRP - CQRM - CSSGB - VAIH



Foto N° 1: Tren de Bombeo Centrífugo: Motor Eléctrico + Bomba Centrífuga. Fuente: ThePumpStars

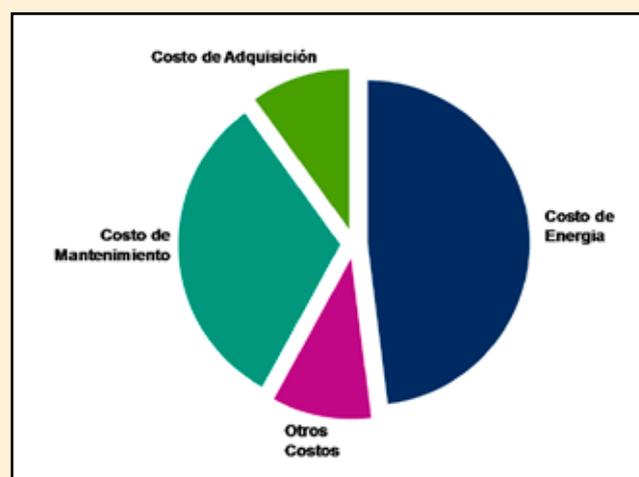


Figura N° 1: Costo típico del ciclo de vida para una bomba industrial de tamaño mediano. Fuente: Instituto de Hidráulica de EE. UU.

## 1. INTRODUCCIÓN

Seleccionar una bomba centrífuga entre las innumerables opciones disponibles puede ser desalentador, pero la decisión debe tomarse. Diversos factores tales como el flujo requerido, la altura diferencial, las condiciones de succión, etc., deben sopesarse frente a los costos de capital y el costo de la energía para la bomba considerada. Para determinar la bomba correcta, debe considerarse el costo total de propiedad, que incluye el costo de capital, los costos operativos y el costo de mantenimiento, tal como se muestra en la Figura N° 1.

Por supuesto, la Figura N° 1 muestra de forma general la distribución de los costos del ciclo de vida. Si queremos detallar cada uno de estos costos tendríamos que realizar una subclasificación

de ellos, para esto mostramos en la Figura N° 2 y la Figura N° 3, un extracto de un software desarrollado para la aplicación de la metodología de análisis de costos de ciclo de vida para selección de alternativas, en la cual podrán observar mayores detalles de los costos.

Sin embargo, los criterios de selección ofrecidos en este artículo se enfocan principalmente en los parámetros de diseño hidráulico, tales como velocidad específica ( $N_s$ ), velocidad específica de succión ( $N_{ss}$ ), altura neta positiva de succión (NPSH) y su margen, pendiente de elevación de la altura (HRTSO), y eficiencia de la bomba; algunas consideraciones mecánicas también son tratadas.

## 2. DESARROLLO

La geometría óptima de los rotores de la bomba está influenciada principalmente por la velocidad específica ( $N_s$ ). Este parámetro es uno de los grupos dimensionales que surge de un

análisis de la ecuación física completa para el rendimiento de la bomba. En esta ecuación, las cantidades de rendimiento como la eficiencia hidráulica y la altura H (o solo H) se establecen para funciones del caudal volumétrico Q, velocidad rotativa N o velocidad angular, diámetro del

rotor D o radio r, viscosidad, NPSHA y algunas cantidades que tienen menor influencia. El límite más bajo efectivamente es  $\Omega_s = 0.2$  ( $N_s = 500$  aprox.) en donde aún se considera un impulsor, para valores más bajos lo típico es encontrar una rueda tipo "Barske" o disco de arrastre. Al mismo tiempo, las mayores eficiencias son alcanzadas en bombas con grandes capacidades en el rango de  $N_s$  entre 2.250 y 3.000.

La velocidad específica de succión ( $N_{ss}$ ), como la velocidad específica del impulsor ( $N_s$ ), es un parámetro o índice de diseño hidráulico, excepto que aquí es esencialmente un índice descriptivo de las capacidades de succión y características de un impulsor de primera etapa dado. La velocidad específica de aspiración puede variar entre 3.000 y 20.000 según el diseño del impulsor, la velocidad, la capacidad, la naturaleza del líquido, las condiciones de servicio y el grado de cavitación; a partir de la experiencia, se han encontrado valores razonables de  $N_s$  para fines de estimación en el rango de 7.000 a 12.000 para agua, dependiendo de la velocidad de la bomba y del tipo de servicio bajo el cual opera la bomba. Las bombas que manipulan hidrocarburos pueden funcionar satisfactoriamente con valores de  $N_s$  hasta 15.000 o más. Bombas con valores de  $N_s$  mayores a 11.000 deben ser evaluadas y seleccionadas con mucho cuidado.

La eficiencia de la bomba para una condición dada nos da una indicación del diseño hidráulico y mecánico. La importancia de la eficiencia en la selección de la bomba es debido al impacto directo en el costo de la energía total durante la vida de la máquina, así como también la confiabilidad y el costo de mantenimiento. Las máximas eficiencias alcanzables han sido extensamente estudiadas y existen gráficos basados en pruebas reales disponibles como buena referencia para evaluar

The screenshot shows a software window titled 'Datos Técnicos' with a dropdown menu set to 'Alternativa 1'. Below the menu is a section titled 'Datos de Operación y Mantenimiento' containing a list of input fields and their corresponding units. To the right of this list is a logo for 'Machinery & Reliability Institute (MRI)' and logos for 'ceani' and 'SIANI' (Instituto Universitario de Ingeniería de las Palmas de Gran Canaria).

Item	Unit
Producción por Hora	Bariles
Labor Mantenimiento Correctivo (CM)	Persona(s)
Labor Mantenimiento Preventivo (PM)	Persona(s)
Labor Mantenimiento Predictivo (PdM)	Persona(s)
Labor Operador	Persona(s)
Materiales (Spare Parts) Preventivo	Unidades/locación
Materiales (Spare Parts) Correctiva	Unidades/locación
Materiales (Spare Parts) Operación	Unidades/locación
Costo H/M MTTO Preventivo	US\$ / hr
Costo H/M MTTO Correctivo	US\$ / hr
Costo H/M MTTO Predictivo	US\$ / hr
Costo H/M Operador	US\$ / hr
Costo del Material Correctivo	US\$ / Ud
Costo del Material Operacional	US\$ / Ud
Costo del Material Preventivo	US\$ / Ud
Precio del Producto	US\$ / Barril
Régimen Operacional	Horas/año

Figura N° 2:  
Costos de Operación y Mantenimiento. Fuente: Machinery & Reliability Institute.

The screenshot shows the same 'Datos Técnicos' window with different sections visible. The 'Costo Anual por Baja Confiabilidad' section includes fields for MTTF (Horas/Falla), MTTR (Horas/Falla), Disponibilidad (%), and Costo por Baja Confiabilidad (US\$). The 'Costo Anual de Energía' section includes fields for Caudal (GPM), Altura Manométrica (ft), Densidad Relativa del Fluido, Eficiencia del Motor (%), Eficiencia de la Bomba (%), Potencia de la Bomba (hp), Tiempo de Operación (Horas/año), Precio de la Energía (US\$ / hph), Energía Consumida (hph / Año), and Costo de la Energía (US\$). The 'Costo Anual de Mantenimiento Preventivo' section is partially visible at the bottom.

Figura N° 3:  
Costos de Confiabilidad y Energía. Fuente: Machinery & Reliability Institute.

los diseños, tal y como se muestra en la Figura N° 4.

Por otro lado, la eficiencia en el punto nominal de operación puede diferir en gran escala con respecto al punto de mejor eficiencia de la bomba (BEP), y las repercusiones sobre este modo de operación de manera continua son conocidas. Las mejores prácticas indican que el punto nominal de operación se debe encontrar dentro del rango preferido entre 80% y 110% del punto de mejor eficiencia (BEP). Así mismo, es reconocido por las normas API, HI, entre otras, tal como se muestra en la Figura N° 5.

En lo que se refiere a curvas “estables” e “inestables”, y a la preferencia por curvas de altura vs. caudal “estables” (con un continuo aumento de la altura hasta el punto de cero flujos) en general y como requisito para el funcionamiento paralelo, se establece que, para operación en paralelo, un aumento mínimo del 10% del flujo nominal (no flujo normal) para cerrar o flujo cero, es especificado. Se nota que muchas prácticas especifican un aumento del 5% para la operación con una sola bomba y un mínimo de 10% para bombas en paralelo. Sin embargo, esta recomendación generaliza estos valores como regla general. La elaboración de la curva de sistema y el estudio de

la interacción con la bomba podría arrojar resultados diferentes y hacer posible una operación exitosa por fuera de estos valores recomendados.

No menos importante es el análisis del margen entre “Altura Neta Positiva de Aspiración” disponible (NPSHa), siendo esta una característica del sistema, el producto bombeado, su presión de vapor y temperatura; y la “Altura Neta Positiva de Aspiración” requerida (NPSHr) que, a su vez, es inherente al diseño del impulsor y más específicamente al ojo de la succión del impulsor. Existen varios criterios sobre el NPSHr tales como 3%, 1%, 0% o incipiente. El criterio más ampliamente aceptado es 3% de caída de la altura. De la misma forma, existen recomendaciones generales acerca del margen entre el NPSHa y NPSHr desde 10% sobre el NPSHr o no menos de 5 pies de altura sobre el NPSHr para agua; estos criterios son diferentes para hidrocarburos o productos criogénicos entre otros.

En cuanto al tamaño ineficiente del impulsor, en algunas especificaciones mencionan que el diámetro del impulsor no será mayor de 90 o 95% del que puede aceptar la bomba, a fin de tener una reserva de carga. Si esta reserva se utiliza sólo un 5% del tiempo, esas bombas funcionarán casi siempre a menos de su eficiencia.

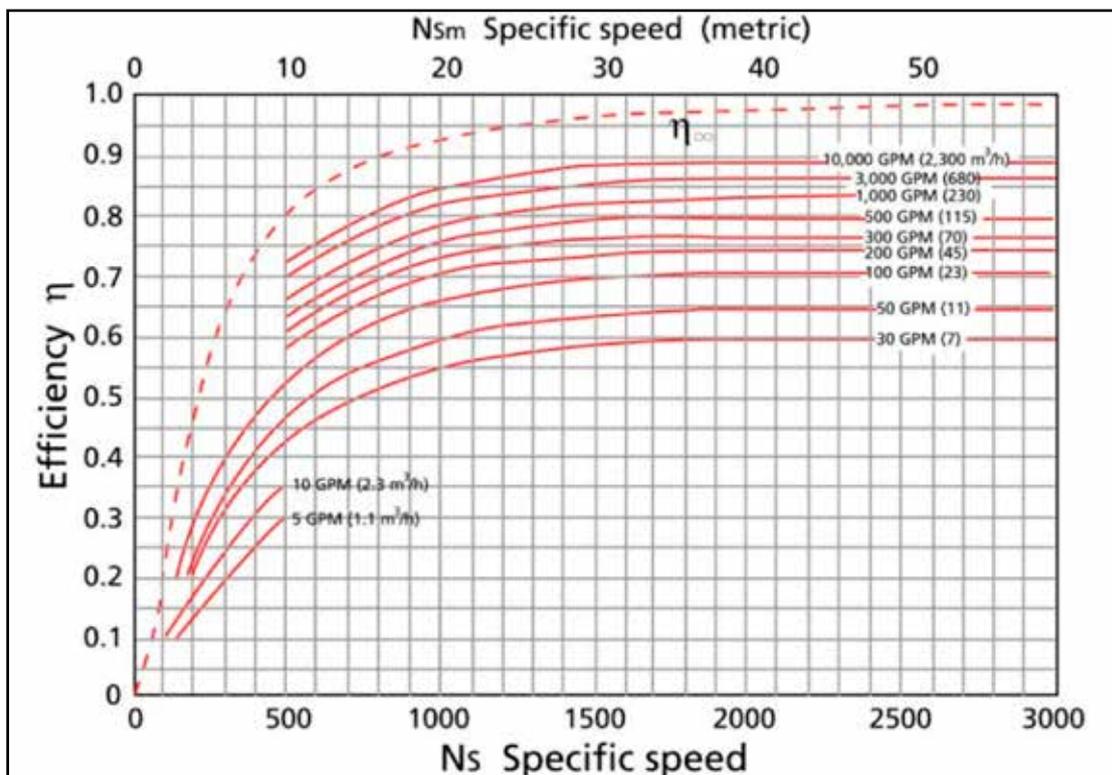


Figura N° 4: Gráfica de velocidad específica (Ns) versus Eficiencia. Fuente: Instituto de Hidráulica de EE. UU.

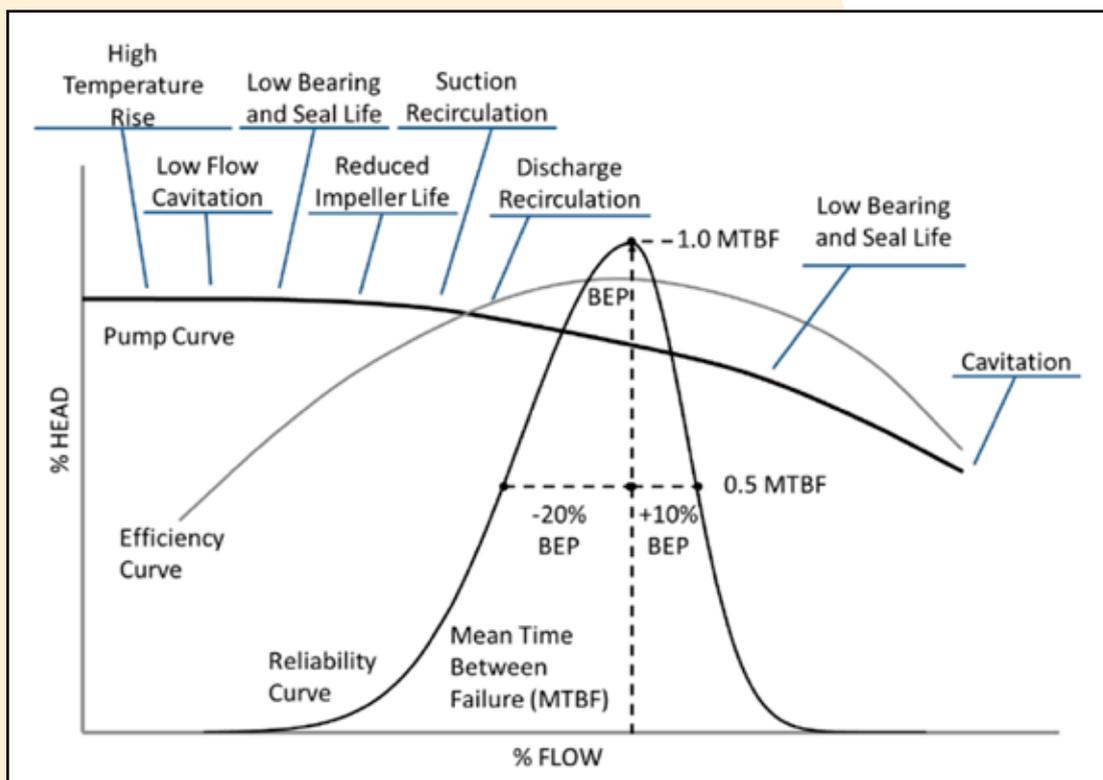


Figura N° 5: Curva de una Bomba Centrífuga, Eficiencia y Confiabilidad. Fuente: Instituto de Hidráulica de EE. UU.

En adición a estos conceptos hidráulicos, es de igual importancia observar algunos elementos mecánicos del diseño, su relación con el desempeño de la bomba, la confiabilidad y el costo inicial.

Es importante saber distinguir entre la mejor eficiencia alcanzable y la eficiencia sostenible. La eficiencia alcanzable no solo depende de la velocidad específica ( $N_s$ ), también depende de factores tales como el diseño del impulsor, las dimensiones relativas de las holguras internas y la rigidez relativa del diseño del eje (particularmente cierto para bombas multietapas).

La eficiencia en el diseño de la bomba generalmente se puede mejorar utilizando altos coeficientes de altura, reduciendo las holguras internas y reduciendo el diámetro del eje motriz. Este último también aporta al desempeño de la succión.

La rotodinámica de la bomba es la segunda tarea del diseñador, siendo este tema crítico de incluir en la selección de las máquinas, por lo que, en algunos casos, es recomendable realizar un análisis rotodinámico.

El análisis rotodinámico estándar se compone

de cuatro partes:

- (a) Modelado del rotor y sistemas de cojinetes.
- (b) Análisis de velocidad crítica no amortiguado.
- (c) Análisis de respuesta de desequilibrio amortiguado.
- (d) Análisis de estabilidad de la dinámica del rotor.

En un diseño de bomba centrífuga, el diámetro del eje y el tamaño del cojinete pueden verse afectados por la deflexión permitida según lo determinado por la rigidez del eje, el peso del impulsor, las fuerzas radiales y torque a transmitir.

Por tanto, es recomendable estudiar con atención durante el proceso de selección las siguientes características del diseño del rotor y estator-colector:

1. Rigidez del eje (diseño flexible versus rígido).
2. Tipo de colector (tipo voluta o difusor).
3. La distancia entre apoyos-cojinetes.
4. Tipo de cojinetes.
5. Velocidad en la punta del álabe.
6. Tipo de sellos anulares.
7. Potencia por etapa.

Especial atención se debe dar a bombas de alta energía.

# I+D+i Hacia el Desarrollo Acuapónico en Las Islas Ultraperiféricas y la Economía Circular

Mariano Chirivella Caballero

Juan A. Jiménez Rodríguez

Priscila Velázquez Ortuño

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

## ACUAPONÍA, LA TÉCNICA SOSTENIBLE PARA ALIMENTAR A LA POBLACIÓN DEL FUTURO



### 1. ANTECEDENTE

La acuaponía se ha convertido en toda una tendencia. Gracias a una combinación de acuicultura (la cría de peces) e hidroponía (el cultivo de plantas en agua sin suelo), la acuaponía es un ejemplo de los sistemas de recirculación denominados, en general, como Agro-Acuicultura Integrada (AAI). Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en las granjas integradas AAI se puede reducir el consumo de agua en un 90% en comparación con la agricultura tradicional. Esta es una muy buena noticia para el sector agrícola, que utiliza alrededor del 70% del agua dulce disponible a nivel mundial. Las granjas de AAI combinan nuevas tecnologías y buenas prácticas para reducir la “huella hídrica” de la agricultura y hacer un uso inteligente y eficiente de los recursos naturales.



### 2. INTRODUCCIÓN

La Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) lidera un proyecto denominado ISLANDAP: “R+D+i TOWARDS AQUAPONIC DEVELOPMENT IN THE UP ISLANDS AND THE

CIRCULAR ECONOMY". Este proyecto está financiado por el Programa Operativo de Cooperación Territorial Interreg MAC (Madeira-Azores-Canarias) 2014-2020. Es un programa de cooperación de duración determinada (2017-2019) que tiene como objetivo estratégico global la obtención de progresos significativos y tangibles en la cooperación transnacional con el objetivo de favorecer el desarrollo territorial cohesionado, sostenible y equilibrado del espacio atlántico y de su herencia marítima ([www.islandap.org](http://www.islandap.org)).

El proyecto se enmarca dentro del eje Prioritario 1, en el que se desarrolla el objetivo temático de potenciar la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, permitiendo afrontar importantes retos identificados en el área de cooperación, como la falta de capacidad y recursos de I+D+i, la dispersión de recursos e ineficiencias en uso de infraestructuras de I+D+i, así como la dificultad de cooperación entre universidades, centros de investigación y empresas o la escasa explotación comercial de resultados de investigación.



### 3. ÁMBITO GEOGRÁFICO DE INTERVENCIÓN Y PARTICIPANTES

El ámbito geográfico de intervención y cooperación transfronteriza y transnacional de esta actividad comprende las regiones de Madeira (Portugal), Comunidad Autónoma de Canarias (España) y Cabo Verde. No obstante, el ámbito geográfico ha sido ampliado a otros países europeos, geográficamente islas atlánticas, contando con la participación de la Universidad de Greenwich (Inglaterra) y la Universidad de College Cork (Irlanda) que, por su experiencia previa en la temática propuesta y participación en la red europea COST, se consideran importantes en la asesoría, acompañamiento e internacionalización de la propuesta y de sus resultados.

El proyecto es coordinado por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), liderado por la investigadora principal Dra. Lidia Robaina, que cuenta con el apoyo de un equipo multidisciplinar especializado en las áreas de ciencias del mar, economía e ingeniería. El área

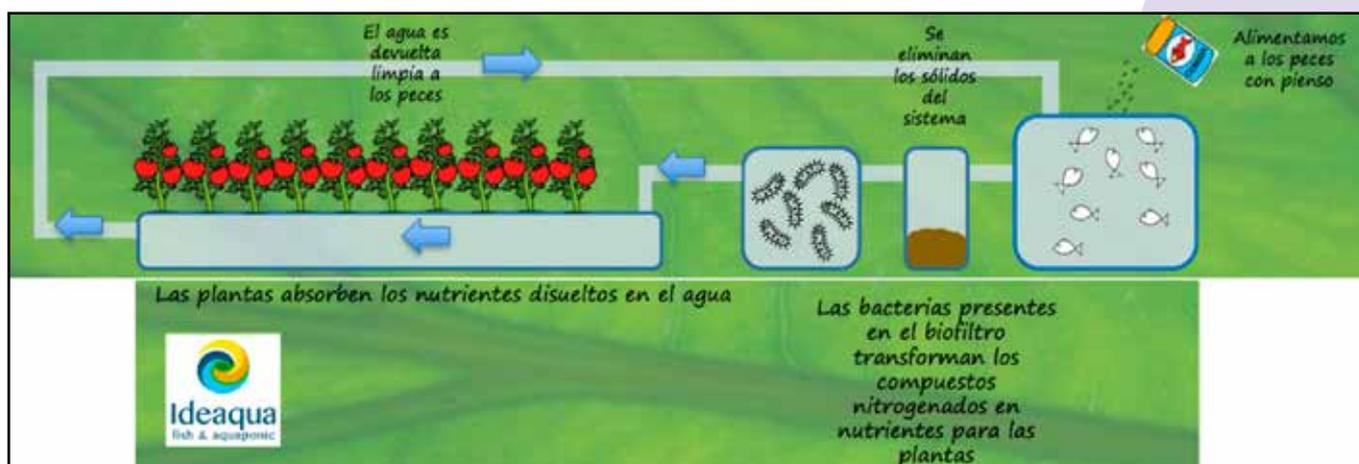
de ciencias del mar lo lidera la investigadora Dra. Lidia Robaina junto a su equipo del GIA, Dr. Rafael Ginés, Dr. José Juan Castro y Dr. José Manuel Vergara. El área de economía, liderada por la investigadora Dra. Carmen Florido y su equipo de ECON, Dr. Francisco López y D. Carlos Rodríguez. El área de ingeniería, liderada por el Dr. Juan Antonio Jiménez y su equipo de INGEN, el Dr. Mariano Chirivella y D<sup>a</sup>. Priscila Velázquez.

Los centros de investigación que participan como socios del proyecto son el Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA), el Instituto Tecnológico de Canarias (ITC), la Agencia Regional para o Desenvolvimento da Investigaçã, Tecnologia e Inovação (ARDITI), Observatório Oceânico da Madeira (OMM), Instituto Nacional de Investigaçã e Desenvolvimento Agrário (INIDA) y otros tantos que se han ido sumando como asociados; Asociación Biodiversidad Atlántica y Sostenibilidad (Canarias), INSULAR Produtos Alimentares S.A. (Madeira), Direção Regional de Agricultura y Pescas de Madeira (Madeira), MARISLAND Madeira Mariculture Lda. (Madeira), Zino consultadoria (Madeira), Universidad de Cabo Verde, Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas (Cabo Verde).



### 4. OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo general es potenciar la I+D+i en producción sostenible acuapónica adecuada a las especificidades de cada región participante y crear una red de trabajo multidisciplinar que promueva la producción primaria sostenible, la revalorización de los biorecursos, la biotecnología, la economía circular y la educación en esas áreas.



## 5. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL CONTENIDO DEL PROYECTO

El proyecto ha sido diseñado en tres fases consecutivas:

- Creación de equipos pilotos experimentales acuapónicos de agua dulce y marina en distintos archipiélagos de las RUP y realización de pruebas específicas de producción de peces y vegetales en cada una. Contempla la definición de especies de peces y plantas con potencial de cultivo; la determinación de productos y subproductos del sector primario susceptibles de revalorizar; la formulación y testeo de dietas sostenibles de producción local; actividades lideradas por cada socio con el Grupo de Investigación en Acuicultura (ULPGC-GIA) en colaboración.
- Mejora de la competitividad en la producción acuapónica en las Islas RUP, mediante el control de parámetros y pruebas en hidroponía aplicada a la acuaponía (ICIA); control y valoración del uso de microalgas en sistemas acuapónicos (ITC); aplicación de energías alternativas, TIC's y ahorro de agua según zonas geográficas (ULPGC-INGEN). Además, acciones de cooperación transfronteriza y transnacional entre universidad y centros de I+D para el intercambio y formación conjunta del personal investigador, que facilite la participación en proyectos europeos.
- Creación de una red permanente de trabajo multidisciplinar (ULPGC-ECON) en desarrollo sostenible, economía circular y acuaponía.



## 6. PRINCIPALES BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los principales beneficiarios serán:

- Las universidades y centros de I+D que verán reforzados sus conocimientos y tecnologías en áreas de investigación emergentes a nivel global, mejorando su posicionamiento de cara a proyectos futuros.
- Las empresas, que serán las encargadas de la puesta en valor de estos conocimientos generando riqueza y empleabilidad en las regiones.
- Centros regionales de organización en materias de sostenibilidad, gestión ambiental y producción primaria, que tendrán un mayor apoyo en instituciones de I+D+i.
- La población en general, que tendrá acceso a los resultados y aplicaciones del proyecto a través de acciones de formación y divulgación que promoverán la sostenibilidad, el uso sostenible de los recursos, la reducción de los residuos orgánicos y su revalorización, el ahorro de agua y energía, la producción primaria sostenible, la concienciación por el mantenimiento de los recursos naturales y la biodiversidad de las regiones, y la sostenibilidad ambiental y el turismo.

## 7. EMPODERAMIENTO TÉCNICO A TRAVÉS DEL TRABAJO MULTIDISCIPLINAR. VISIÓN DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

Uno de los aspectos claves de este proyecto es el trabajo multidisciplinar de diversos grupos de distintas regiones ultraperiféricas para po-

tenciar la I+D+i, así como la generación de conocimiento colaborativo que redunde en el bien común de las RUP, estableciendo lazos de cooperación y sinergias de colaboración que permitan a los investigadores de diferentes áreas intercambiar información, desenvolver nuevas ideas, solucionar problemas y coordinar acciones complejas del proyecto.

El departamento de ingeniería cuenta con un grupo de cooperación para la enseñanza técnica, el desarrollo e innovación, liderado por el profesor Dr. Mariano Chirivella Caballero. El grupo cuenta con más de diez años de experiencia demostrada en el archipiélago de Cabo Verde, donde han desarrollado planes de formación profesional y talleres de capacitación adaptados a las necesidades locales, con el principal objetivo de formar recursos humanos especializados en el área del mantenimiento de instalaciones y equipos hoteleros, producción y calidad de agua, energías alternativas, automatización de sistemas, etc. siendo el lema principal del equipo de cooperación “enseñar a saber hacer” (Know-How). Toda esta experiencia labrada a lo largo de los años ha enriquecido extraordinariamente al equipo de ingeniería, otorgándole una visión más real del ecosistema local, así como de las necesidades técnicas y académicas de la región.

En este proyecto, el equipo de ingeniería desarrolla la actividad de aplicación y mejora de tecnologías blandas, de ahorro energético e hídrico, en sistemas acuapónicos de agua dulce y salada, en las diferentes regiones. Esto permite la escalabilidad comercial del sistema de forma sostenible y eficiente, uno de los principales cuellos de botellas que presenta la producción acuapónica en estos momentos. Por ello, el equipo está trabajando en diferentes líneas de actuación.

Por un lado, se está llevando a cabo un estudio de las alternativas energéticas de cada una de las regiones, para reducir los costes energéticos del consumo en un sistema acuapónico, siempre con el objetivo de implantar energías limpias y sostenibles. Se considerarán en este estudio sistemas escalables que permitan crecer en función de la demanda de energía y el tamaño de las instalaciones previstas. Una vez definida la alternativa que se considere más apropiada para los prototipos, se diseñará un taller formativo para la instalación y montaje de los sistemas energéticos, que se realizará durante las asistencias científico-técnicas previstas.

Por otro lado, se diseñará un sistema de gestión y control de los parámetros críticos de trabajo, con el objetivo de automatizar el proceso, combinando nuevas tecnologías y buenas prácticas para reducir la “huella hídrica” del sistema.

También se está desarrollando un plan de mantenimiento, para conseguir la sostenibilidad del sistema y la continuidad en el tiempo de los prototipos diseñados. El objetivo es que el personal a cargo de las instalaciones actúe según un protocolo definido ante los posibles problemas que se generen en la instalación.

El plan de mantenimiento se complementará con un manual de buenas prácticas de eficiencia y eficacia energética, para concienciar a los usuarios de la utilización racional y económica de los recursos.

Todas estas acciones se complementarán con la formación especializada a través de Short Terms Científics Missions (STSMs) adaptadas a cada una de las RUP.

En cuanto al marco referencial de los estudios e investigaciones a realizar, se analiza la posibilidad de incorporar, como innovación, el análisis de nuevas tendencias como la micrologística y la bioeconomía para el uso eficiente de los recursos naturales.

El proyecto se sitúa “no por casualidad” en el área de la llamada ingeniería colaborativa que sigue el modelo desarrollado en la Facultad de Ingeniería de la Lehigh University, en 1901, donde el crecimiento económico no es la meta final. De forma que el uso de tecnologías blandas se dirige, no sólo al ahorro energético e hídrico de los procesos, sino a la sensibilización y formación de los usuarios internos y externos, para el uso sostenible del recurso. En definitiva, contribuye a la adaptación de la sociedad a un post-crecimiento.

Este post-crecimiento se caracteriza por la disponibilidad de los recursos respetando el medio ambiente, ligado claramente con la línea de adaptación al cambio climático señalada por la UE como estratégica (Objetivos de Desarrollo Sostenible).

Por ello, matizamos la importancia del papel de la ingeniería multidisciplinar para dar respues-

ta a una sociedad de la información y del conocimiento, donde no sólo es necesario dar solución al problema ingenieril, sino integrarlo desde un punto de vista de soluciones eficientes energéticamente y respetuosas con el medio ambiente. La inclusión de sistemas de control basados en autómatas programables (PLCs) y microcontroladores sirven de soporte para incorporar información del sistema, a la vez que dan apoyo al mantenimiento de los elementos que participan en el proyecto. Las comunicaciones permitirán realizar soportes online remotos aportando soluciones y respuestas, con mayor precisión y rapidez.



*Foto N° 2: Promoción y difusión del proyecto ISLANDAP durante la Feria FIMAR celebrada en Las Palmas de Gran Canaria (Gran Canaria, España).*



*Foto N° 3: Embajadores juniors promocionando y difundiendo el proyecto ISLANDAP en el Campus de la Ciencia y la Tecnología de Canarias (Gran Canaria, España).*



*Foto N° 4: Jornada abierta de promoción y divulgación del proyecto ISLANDAP en el centro Observatório Oceânico da Madeira (Madeira, Portugal).*



*Foto N° 1: Integrantes del proyecto ISLANDAP durante la jornada de lanzamiento del proyecto celebrada en Praia (Isla de Santiago, Cabo Verde).*



*Foto N° 5: Participantes en el I Taller de Especialización Internacional en Acuaponía y Economía Circular, celebrado en el Parque Científico Tecnológico Marino de Taliarte (Gran Canaria, España).*

# Rutas Dinámicas de Lubricación



Marc Vila Forteza

Responsable de Fiabilidad Dinámica  
Petronor

## 1. INTRODUCCIÓN

**E**n grandes plantas industriales, en las que pueden encontrarse un gran número de máquinas instaladas, es necesario disponer de planes de lubricación efectivos y eficientes. Estos planes deben ser capaces de garantizar que las máquinas se encuentran bien lubricadas en todo momento, así como detectar cualquier anomalía lo antes posible, de manera que ésta pueda ser subsanada.

Para que un plan de lubricación funcione es necesario disponer de una base de datos con los puntos de lubricación y las acciones de engrase/lubricación periódicas asociadas bien definidos. Así mismo, es muy importante hacer un buen uso de la información recogida por el personal de campo, tanto del encargado del engrase como del de operación, tanto para poder tomar acciones correctoras que sean necesarias en cada momento, como para adaptar las siguientes rutas de engrase en base al estado de las máquinas. Este último aspecto es importante, puesto que las rutas de lubricación pueden ser modificadas automáticamente a través del software específico y en base a los datos aportados por el personal de lubricación. Las rutas de lubricación “a medida” en base al estado de las máquinas permiten centrarse en aquellos puntos más problemáticos y las hacen más efectivas.

El objetivo de éste artículo es mostrar cómo las rutas de lubricación pueden ser sistemáticamente modificadas de forma automática. Por el contrario, el presente artículo no pretende explicar el desarrollo de los planes de analíticas de aceites de grandes máquinas, por tratarse de un capítulo aparte y que merece una atención especial y un foco distinto al planteado aquí.

## 2. GESTIÓN DE LA LUBRICACIÓN Y RUTAS PERIÓDICAS DE ENGRASE

Antes de proceder a desarrollar los detalles específicos de las rutas de lubricación dinámicas, vamos a ver qué es un sistema de gestión de lubricación y cuáles son sus objetivos principales.

Básicamente, el objetivo de un Sistema de Gestión de Lubricación es planificar las acciones de lubricación de la maquinaria de proceso de la planta y manejar adecuadamente la información de campo que se deriva de la realización de dichas tareas. Las tareas de lubricación deben garantizar así mismo que se utiliza el correcto tipo de aceite en cada caso, a los puntos de engrase pertinentes en la cantidad y calidad justa.

A la hora de implementar un Sistema de este estilo se deben tener en cuenta una serie de factores que permitan abordar la lubricación y el control del estado de las máquinas a un coste razonable. A continuación, se detallan las distintas tareas que a juicio del autor deben tenerse en cuenta a la hora de diseñar un Sistema de Gestión de Lubricación en planta:

- **Crear una base de datos de aquellas máquinas cuya lubricación debe ser gestionada.** Este es el primer paso a llevar a cabo y se basa en la auditoría de todas las máquinas y sus puntos de lubricación para incorporarlas en una base de datos. Esta base de datos debe ser lo suficientemente flexible para permitir realizar cualquier cambio a futuro de manera sencilla y que automáticamente modifique las rutas de lubricación en arreglo a dichos cambios. Así mismo, la base de datos recogerá el histórico de las observaciones realizadas por el personal de lubricación en sus rutas periódicas.
- **Auditoría de los distintos tipos de aceite uti-**

**lizados en planta.** Una vez la base de datos de máquinas está confeccionada, debe estudiarse la ubicación geográfica de cada una de las estaciones de servicio de aceite y los tipos de aceite que contienen, de manera que se reduzca al máximo el camino que debe recorrer el personal de engrase. Así mismo, es importante estandarizar los tipos de lubricantes, para evitar errores y facilitar la logística.

- **Creación de las rutas de lubricación.** Los técnicos especialistas de lubricación o técnicos de fiabilidad deben crear las distintas rutas de lubricación. Estas rutas consisten en un listado de puntos de máquinas que deben ser lubricados, agrupados geográficamente o en unidades productivas, con las tareas a realizar asociadas y su periodicidad.
- **Diseño de plantilla de trabajo con los planes de trabajo a realizar.** Esta plantilla debe contener la información imprescindible que permita realizar las tareas de lubricación correctamente: Identificador (TAG) del equipo, puntos a lubricar/revisar, tipo de aceite/grasa y acción a llevar a cabo. Así mismo, debe haber otros espacios para incorporar las observaciones detectadas en la ruta y otro para indicaciones útiles para el personal (ver Figura N° 1).
- **Creación de un procedimiento para la emisión de órdenes de trabajo** correspondientes a las rutas de lubricación y su asociación al correspondiente plan de trabajo. Las órdenes de trabajo correspondientes deben ser emitidas

con la antelación suficiente para permitir su correcta planificación. Así mismo, estas órdenes de trabajo deben llevar asociados los planes de trabajo (rutas) correspondientes para la fecha de ejecución prevista. Es sumamente importante descargar la versión de la ruta de lubricación el día de ejecución, puesto que ésta se modifica automáticamente según el estado actual de las máquinas.

- **Dimensionamiento del equipo que realizará las tareas de lubricación.** La decisión de qué personal debe llevar a cabo la lubricación en planta es sumamente importante. Esto permitirá una lubricación de mayor calidad y un control efectivo del estado de las máquinas. La información obtenida de campo por parte del personal es fundamental para evitar averías en los equipos.

### 3. LA CLAVE ESTÁ EN DISPONER DE DATOS FIABLES DEL ESTADO DEL ACEITE Y LAS MÁQUINAS

Una vez se ha creado el Plan de Lubricación y se conocen los recursos humanos y materiales necesarios, es esencial elegir personal cualificado para que lleven a cabo las tareas. El personal de lubricación no se encargará únicamente de llevar a cabo las tareas de forma correcta, sino que deberá reportar de forma fiable cualquier información relativa al estado de la máquina que ha verificado en sus rutas. (Ver Fotos N° 1, N° 2, N° 3 y N° 4).

LU010 - LUBRICACION UNIDAD "C1" FRECUENCIA 14 DIAS - Fecha:03/01/2018				
OP.	DESCRIPCIÓN	ANOMALÍA(*)	OBSERVACIONES PUNTUALES	OBSERVACIONES DE CARACTER GENERAL
1	C1-C-0001-P-0001-A / Punto 1 / TURBOGAS CC46 / I A / M.M./M.P.			
2	C1-P-0001-A / Punto 21 / TURBOGAS CC46 / I A / M.M./M.P.			
3	C1-P-0001-A / Punto 22 / TURBOGAS CC46 / I A / M.M./M.P.			
4	C1-P-0001-B / Punto 21 / TURBOGAS CC46 / I A / M.M./M.P.			
5	C1-P-0001-B / Punto 22 / TURBOGAS CC46 / I A / M.M./M.P.			
6	C1-P-0001-C / Punto 1 / TURBOGAS CC46 / I A / M.M./M.P.			
7	C1-P-0001-C / Punto 2 / TURBOGAS CC46 / I A / M.M./M.P.			
8	C1-P-0001-C / Punto 3 / TURBOGAS CC46 / I A / M.M./M.P.			

Figura N° 1: Plantilla de ruta de lubricación.



*Foto N° 1:*  
*Inspección visual de una muestra de aceite lubricante.*



*Foto N° 3:*  
*Inspección de sistema de lubricación de bomba centrífuga.*



*Foto N° 2:*  
*Inspección de consola de niebla de aceite de lubricación.*



*Foto N° 4:* Llenado de aceite de bomba dosificadora.

Así pues, adicionalmente a los trabajos de lubricación y reengrase listados en sus rutas, el personal de lubricación debe ser capaz de lo siguiente:

- Llevar a cabo actuaciones correctivas sencillas de los sistemas de engrase instalados.
- Llevar a cabo inspecciones visuales rápidas de la calidad del aceite (partículas, color, agua, etc.) y reportar su estado a los técnicos responsables en caso necesario.
- Reportar cualquier otra anomalía que pueda afectar a la seguridad personal o de la máquina.

Es fundamental que la información reportada sea fiable, de manera que permita un correcto análisis posterior por parte de los técnicos de fiabilidad. Este punto es de gran importancia puesto que la gran cantidad de datos que se puede generar es enorme y si estos no son filtrados adecuadamente por el personal de campo, pueden hacerse extremadamente difícil de gestionar por los técnicos.

La idea es que los técnicos gestionen aquellos problemas reales y no “falsas alarmas” que únicamente harían su trabajo mucho menos eficiente y eficaz.

Así mismo, trabajar con el personal encargado de la lubricación para que reporten la información de la forma más clara y homogénea posible es de gran importancia, así su gestión resulta mucho más sencilla.

#### 4. ¿CÓMO SE PUEDE UTILIZAR LA INFORMACIÓN OBTENIDA DE LAS RUTAS DE LUBRICACIÓN?

Hasta ahora no se han explicado los fundamentos de las rutas dinámicas de lubricación, que realmente constituyen el objeto principal de este artículo. De todas formas, los aspectos clave sí que han sido apuntados ya.

Básicamente, un sistema dinámico de generación de rutas de lubricación pretende que el personal de lubricación realice sus tareas de lubricación dando prioridad a aquellas máquinas que presentan problemas o requieren atención especial. Las rutas de lubricación tienen unas tareas base que se han predefinido y que pueden

modificarse por parte de los técnicos cuando se estima oportuno o necesario, pero así mismo incluyen tareas adicionales que se generan automáticamente en base a los datos obtenidos por el personal de campo en las rutas anteriores. De ahí la importancia de la fiabilidad de los datos recogidos en campo, cuanto más fiable sea dicha información, más efectivas serán las rutas posteriores.

Dependiendo de la experiencia del personal dedicado a la lubricación se puede obtener información muy valiosa de la condición de las máquinas:

- Análisis visual del estado del aceite: agua, suciedad, color, temperatura, etc.
- Condición del sistema de lubricación: fugas de aceite, limpieza del tanque de aceite, estado de los filtros, etc.
- Condición básica de la máquina: vibración, ruido, temperatura de rodamientos, etc.
- Otros: reporte de problemas en planta que afecten a la lubricación, problemas no reportados por operación en sistemas de lubricación, etc.

Toda esta información puede ser incluida en los reportes diarios correspondientes a las rutas realizadas e introducidos en la base de datos para que sean inspeccionados posteriormente por los técnicos (en caso necesario) o para alimentar el software que debe elaborar las rutas siguientes.

Adicionalmente, hay multitud de mejoras o información sensible a la lubricación que puede ser incluida en las rutas de lubricación:

- Cualquier información relativa a órdenes de trabajo de Mantenimiento pendientes de ejecución en la máquina.
- Cualquier alarma o acción excepcional que se deba llevar a cabo en el equipo temporalmente por su estado.
- Cambios de tipo de aceite, modificaciones recientes realizadas en el diseño del equipo, etc.

Una buena manera de empezar a aplicar este método de elaboración de rutas de lubricación es modificando el software de gestión de rutas de manera que en ellas incluya automáticamente aquellas máquinas que se encontraban en mal

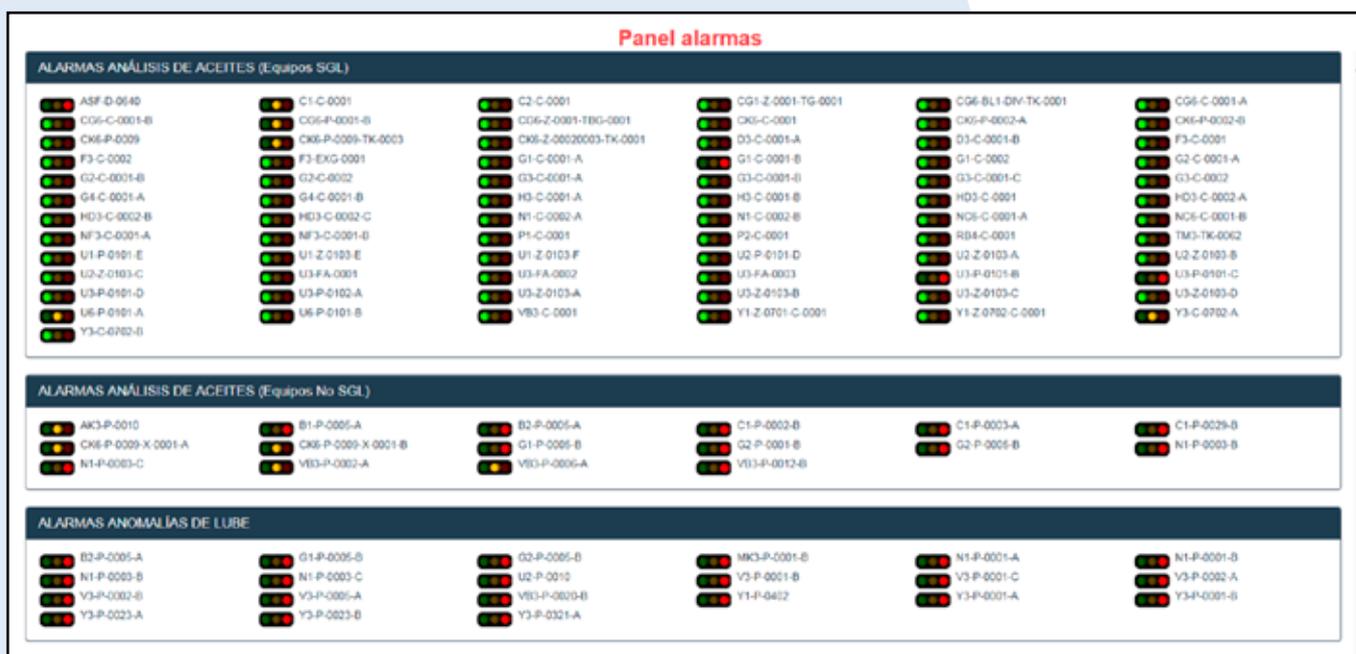


Figura N° 2: Panel de Alarmas de anomalías de lubricación.

estado en la ruta anterior (aunque por calendario no toquen ser revisadas). Gracias a ello, los puntos en mal estado son más frecuentemente revisados y se podrá determinar antes si las acciones correctoras llevadas a cabo han surtido efecto.

Otra herramienta de mucha utilidad es elaborar un Sistema de Alarmas (ver Figura N° 2) de estado de lubricación de todas aquellas máquinas que se encuentran incluidas en el calendario de rutas de engrase. Estas alarmas están generadas en base a la información recogida en campo y son gestionadas por los distintos técnicos de fiabilidad para que reciban el aviso correspondiente y puedan analizar los problemas con celeridad. Si esta información puede incluirse en la plataforma utilizada para el mantenimiento predictivo de los equipos de planta, la herramienta puede multiplicar su utilidad y capacidades de diagnóstico facilitando el trabajo del técnico.

A partir de este punto, existen multitudes de estrategias que se pueden idear para optimizar los calendarios de rutas de lubricación, en base a la condición de las máquinas y con qué frecuencia se detectan anomalías. En caso de disponer de una plataforma que integre información del estado de la maquinaria procedente de distintas fuentes y tecnologías, el campo de desarrollo es muy grande, puesto que toda esa información podría ser útil para adaptar las rutas de lubricación en función de las necesidades de cada momen-

to. Por el contrario, la dificultad puede radicar en cómo combinar inteligentemente toda esa información y encontrar aquellos algoritmos que ayuden a optimizar dichas rutas. A juicio del autor, este podría ser un campo interesante para explorar en el ámbito del *big data*, tan en boga en la industria estos últimos años.

## 5. CONCLUSIONES

Cuando se dispone de un buen equipo encargado de realizar las tareas de lubricación, resulta muy efectivo procesar la información recogida en las rutas de lubricación para optimizarlas y centrar la atención en aquellos equipos que son conflictivos. Inspeccionar de forma más frecuente aquellos puntos problemáticos permite tomar acción con más celeridad en caso necesario y observar mejor la evolución de su estado.

Así mismo, en caso de disponer de una plataforma informática común para análisis predictivo de máquinas, histórico de equipos, órdenes de trabajo, rutas de lubricación, alarmas, etc., la generación de rutas de lubricación se podría volver mucho más dinámica y eficiente. La idea que se lanza para consideración del lector es que una plataforma informática capaz de analizar toda la información sensible a la lubricación, a través de *big data*, pudiera optimizar las rutas de lubricación y, por tanto, hacerlas mucho más efectivas con un uso de recursos ajustado a la condición de nuestro parque de máquinas en cada momento.

# Factores Humanos. El Error Humano



Eduardo Serradilla Echarrri

Ingeniero Aeronáutico

## 1. INTRODUCCIÓN

La primera dificultad que nos encontramos es la de definir qué es un “error”. En su libro *“Human Error”*, el profesor James Reason define el error de la siguiente manera:

*“Se tomará a la palabra “error” como un término genérico que engloba todas aquellas ocasiones en las que una secuencia planeada de actividades mentales y físicas no alcanza el resultado pretendido, y cuando estos fallos no se le pueden atribuir a la intervención de algún cambio de agencia”.*

Tratando de ser o parecer práctico, y dentro del entorno de mantenimiento, podemos aceptar que un error es el efecto de una actuación humana imprevista, no requerida e inesperada que rompe el equilibrio del conjunto hombre - máquina, en una operación determinada.

Según estudios efectuados en el año 1986, entre los años 1959 y 1983 el 73% de los accidentes aéreos ocurridos tenían su origen en errores humanos.

En el año 2012, y según estudios efectuados por la FAA (Federal Aviation Administration), alrededor del 80% de los accidentes aéreos tenían su origen en errores humanos.

Dentro de estos, y basados en estudios de la

NASA (National Aeronautics and Space Administration), el 80% de los errores humanos ocurren por defectos en la comunicación entre humanos.

A la vista de las cifras, es fácil deducir que, estadísticamente, se mantiene un nivel porcentual similar de consecuencias fatales en la actuación del hombre sobre la máquina, no encontrando ninguna razón por la que no se puedan extrapolar a cualquier otro tipo de actividad industrial, ya que se miden por parámetros similares.

Igualmente, podríamos deducir que la fuente principal de siniestros, se encuentra en la actuación humana. Sin embargo, no podemos olvidar que el humano es el único medio capacitado para analizar, anticipar y prevenir las posibles desviaciones que genera ese conjunto hombre - máquina, y, por lo tanto, es el único medio para evitar sus propios errores.

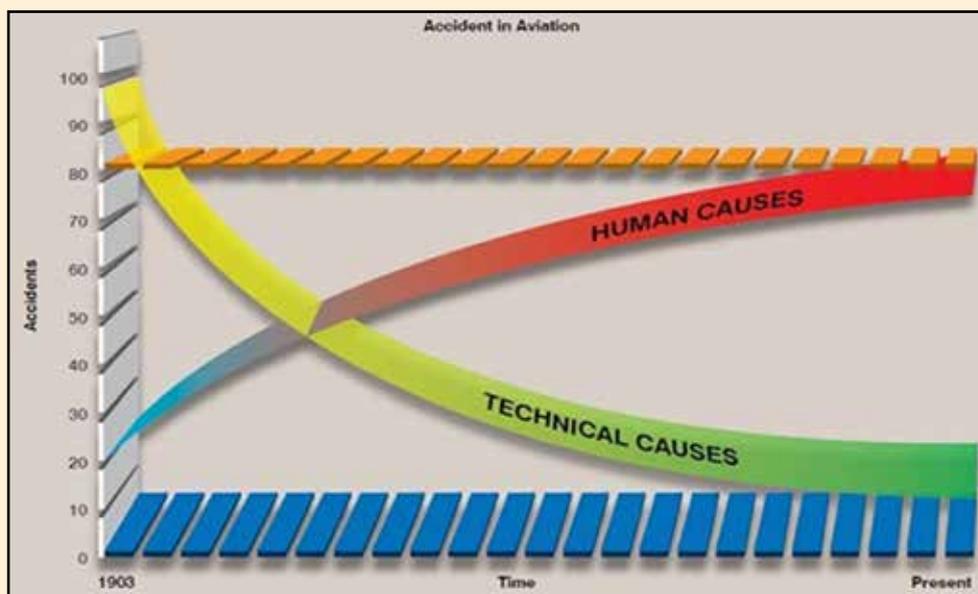


Imagen Nº 1: Estadística gráfica mostrando que el 80% de los accidentes de aviación son causados por Factores Humanos. Fuente: FAA Aviation Maintenance Technician Handbook - General.

El gran avance tecnológico de los últimos tiempos, ha dejado al descubierto nuestras limitaciones y capacidades a la hora de ejecutar "tareas", razón por la cual está tan de moda el estudio de los FACTORES HUMANOS, concepto que engloba a infinidad de disciplinas (Medicina, Sociología, Ergonomía, Fisiología Humanas, etc.) y, que de manera genérica, podemos resumir como "todas las condiciones y limitaciones que afectan a las personas en el entorno de trabajo".

Desde los años 70, existen métodos de estudio como el modelo SHELL, desarrollado por Elwyn Edwards que definía los términos Software, Hardware, Environment y Liveware como componentes del sistema y la relación del hombre con los diferentes elementos de su entorno laboral. Mejorado por Frank Hawkins en los años 80, definió al sujeto humano como centro del estudio.

Por otra parte, se cuenta con métodos de análisis como el MEDA (Maintenance Error Decision Aid) como forma de investigación, desarrollado por Boeing para estructurar los condicionantes y factores que intervienen en un hecho concreto y buscar posibilidades de mejora.

El modelo del QUESO SUIZO, evolucionado por James Reason, parte de la base que la consecuencia final de un accidente viene determinada por una cadena de errores que se alinean y trata de definir sistemas de defensa, para evitar la consecución final de estos en diferentes aspectos organizativos.

Todos estos métodos tratan de evitar errores o en su caso la reducción de sus consecuencias.

Ernest Hemingway decía que "La verdad se esconde debajo de la superficie de una historia", siendo el origen de la TEORÍA DE LA OMISIÓN en la que se fundamenta un método simple de entender y aplicar, el sistema ICEBERG.

El modelo ICEBERG, se basa en que apenas una pequeña porción de los errores cometidos tienen consecuencias serias como accidentes o incidentes graves, de forma similar a la parte flotante de un iceberg que apenas es de un 9% de su volumen total.

$$\frac{V_s}{V} = \frac{\rho_h}{\rho_{agua,mar}} = \frac{0,92}{1,03} = 0,893.$$

De este pequeño porcentaje de errores, se derivan Accidentes e Incidentes graves que comprometen la seguridad .

Otro porcentaje de errores generan Incidentes que, aunque no comprometen la seguridad, suponen costes económicos importantes, pérdidas de tiempo y operación. En general, suceden por cuestiones organizativas, funciones de supervisión, planificaciones y, por lo tanto, sería la zona de influencia de la propia organización y donde pueden actuar los responsables.

Finalmente, y en la parte inferior del iceberg, existe el mayor porcentaje de errores cometidos a diario, sin consecuencias, que puedan afectar a la producción o la seguridad y que son cometidos por todos los miembros de la organización.

La TEORÍA DE OMISIÓN defiende que si actuamos en la zona sumergida del iceberg, estaremos actuando directamente en la zona flotante. Por lo tanto, eliminando esos pequeños errores diarios, reduciremos el total de errores con consecuencias.

En este sentido, todos los implicados en funciones de mantenimiento tenemos en nuestras manos la posibilidad de actuar en la seguridad general del sistema.

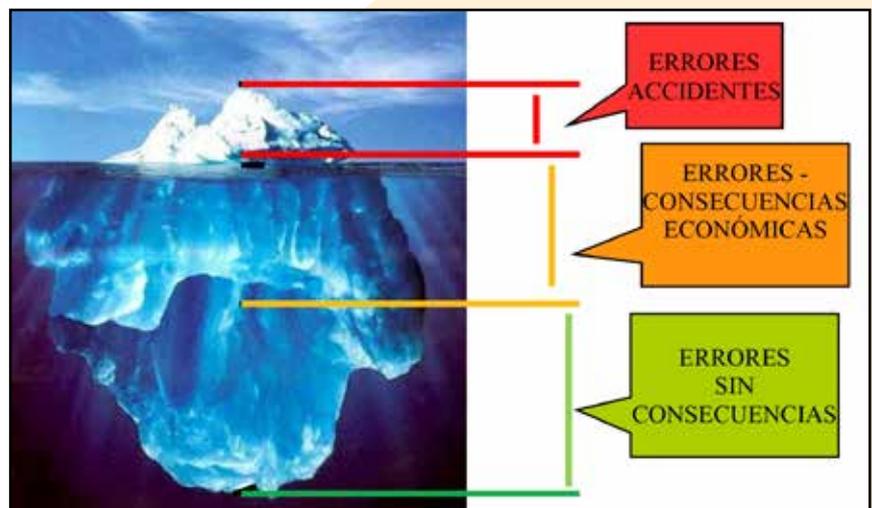


Imagen N° 2: Modelo ICEBERG.



## PRESENTACIÓN DE LA DÉCIMA EDICIÓN DE LA REVISTA INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO EN CANARIAS

---

### RECONOCIMIENTO A LOS AUTORES DE TODAS LAS EDICIONES

10 de octubre de 2017

CLUB LA PROVINCIA

Las Palmas de Gran Canaria

Con motivo de la publicación de la décima edición, se consideró necesario llevar a cabo, en esta ocasión, un acto singular invitando a los autores de los artículos que han participado en los diez números de vida que tiene la revista. Todos han contribuido, de forma desinteresada, a convertirla en una publicación referente en el mundo de la Ingeniería del Mantenimiento, no sólo en España, sino en Latinoamérica y el Caribe.

En este sentido, la Revista ha contado con autores de artículos científicos, técnicos y reseñas de tres continentes y trece países, tales como España, Alemania, Inglaterra, Holanda, Estados Unidos de América, México, Argentina, Uruguay, Puerto Rico, Bolivia, Colombia, Cuba y Cabo Verde.

El evento tuvo lugar el 10 de octubre de 2017, en el Club La Provincia en Las Palmas de Gran Canaria. Abrió el acto D. Luis García Martín, Editor y Director de la Revista INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO EN CANARIAS. En el mismo, intervinieron don José Pablo Suárez Rivero, Vicerrector de Investigación, Innovación y Transferencia de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; don Rafael Hernández González, colegiado del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Canarias Oriental (COIICO), como representante de los autores nacionales; don José Antonio Marrero Nieto, Decano del Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de la Provincia de Las Palmas (COITILPA); don Roberto Reyes Alzola, Decano Territorial de Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos.

Participaron también a través de vídeos que fueron proyectados en este evento: don Gerardo Trujillo Corona, Presidente de la Asociación Mexicana de Profesionales en Gestión de Activos y Presidente del

Comité Panamericano de Ingeniería del Mantenimiento; don Esteban Lantos, Director del Laboratorio Dr. Lantos (ARGENTINA) y pionero mundial desde 1960 como laboratorio independiente en Tribología y Análisis de Lubricantes; y don Vicente Marrero Domínguez, Presidente de FEMEPA, de la Asociación de Reparadores Navales y del Clúster Marítimo de Canarias.

El acto se cerró con la intervención de don Francisco Suárez Moreno, Cronista Oficial de La Aldea de San Nicolás, valedor de las Ingenierías Históricas y la Arqueología Industrial en Canarias; y con el emotivo reconocimiento a las jóvenes autoras del artículo "Antiguas Almazaras y la Fabricación del Aceite de Oliva en Gran Canaria", que iniciaron su investigación cuando eran alumnas de instituto y ya han concluido su formación como ingenieras. Ellas son Zoraima Arias Romero, Acerina Monzón Ramos, Dayana Mora Mora, junto a su profesora, Mónica Medina Arribas, quien tutorizó este trabajo de investigación, fuente del artículo publicado en esa décima edición.





**D. LUIS GARCÍA MARTÍN**

Director y Editor de la Revista Ingeniería del Mantenimiento en Canarias.

**D. JOSÉ PABLO SUÁREZ RIVERO**

Vicerrector de Investigación, Innovación y Transferencia de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

**D. RAFAEL HERNÁNDEZ GONZÁLEZ**

Representante de los Autores Nacionales y colegiado del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Canarias Oriental (COICO).



**D. JOSÉ ANTONIO MARRERO NIETO**

Decano del Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de la Provincia de Las Palmas (COITILPA).



**D. ROBERTO REYES ALZOLA**

Decano Territorial de Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos.



**D. FRANCISCO SUÁREZ MORENO**

Cronista oficial de La Aldea, valedor de las Ingenierías Históricas y la Arqueología Industrial en Canarias.



**Profesora: Mónica Medina Arribas**

Alumnas: Zoraima Arias, Acerlina Monzón, Dayana Mora

Reconocimiento a las autoras del artículo "Antiguas Almazaras y la Fabricación del Aceite de Oliva en Gran Canaria".

*Publicación de la noticia relativa al Acto de la Presentación de la décima edición de la Revista Ingeniería del Mantenimiento en Canarias y Reconocimiento a los autores, en el periódico La Provincia - Diario de Las Palmas el día 11 de octubre de 2017.*



**'Ingeniería del mantenimiento', en el Club LA PROVINCIA**

El Club LA PROVINCIA acogió ayer la presentación de la décima edición de la revista *Ingeniería del mantenimiento en Canarias*, una cita en la que participaron José Pablo Suárez -vicerrector de Investigación Tecnológica-, Vicente Marrero -presidente de Femepa- y José Antonio Nieto -presidente del Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales-. La publicación contiene artículos científicos, técnicos y reseñas de autores de tres continentes y 13 países, además de contar con un equipo de colaboradores que comparte estrategias, procesos de innovación y conocimiento. En la sede del Club LA PROVINCIA estuvieron presentes invitados e interesados procedentes de varias islas, la Península o el extranjero -con destacada representación de México y otros países de Latinoamérica-.

# JORNADA TÉCNICA PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

## NUEVAS EXIGENCIAS NORMATIVAS EN LA LUBRICACIÓN. SU IMPACTO EN LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y LA CALIDAD

10 DE ABRIL 2018

TBN - Ingeniería de Mantenimiento Industrial y Servicios Integrales de Lubricación, organizó el 10 de abril de 2018, en el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de la Provincia de Las Palmas, esta Jornada Técnica específica para la Industria Alimentaria.



La lubricación y los lubricantes se suelen referenciar exclusivamente en clave de mantenimiento. Pero su impacto tiene un amplio alcance, con especial incidencia en la industria alimentaria. Así destacamos:

- Su contribución a la seguridad alimentaria.
- La repercusión directa en los procesos de calidad.
- El binomio “lubricación - objetivos de producción” sigue teniendo una exigua ponderación en los análisis de los KPIs más habituales.

La Jornada se desarrolló en base a las siguientes ponencias:

- **Uso de Lubricantes en la Industria Alimentaria. Esquemas de Certificación como valor añadido para el Sector Alimentario. Requerimientos de infraestructura y maquinaria.**

D. Francisco Martín Santamaría. Director Regional Sur y Canarias. Bureau Veritas.

- **Nuevos retos de la Industria Alimentaria en materia de Lubricación a la luz de las Normas BRC-IFS**

D. Raúl Colombo. Product Manager de lubricantes de grado alimentario CASSIDA del grupo FUCHS.

- **La importancia del análisis de aceite como garantía de funcionalidad**

D. Jesús Terradillos Azketa. General Manager. Lubrication Management S.L.

En este evento se contó con la colaboración del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de la Provincia de Las Palmas, así como con el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Canarias Oriental.

Ver video de la jornada en el siguiente enlace:

<https://www.youtube.com/watch?v=qzv6PQgJ97A&feature=youtu.be>



# AMPLIACIÓN DEL COMITÉ DE CANARIAS DE LA AEND Y FINALIZACIÓN DEL PRIMER CURSO DE ULTRASONIDOS NIVEL 2 IMPARTIDO EN GRAN CANARIA



En la reunión celebrada el pasado día 8 del mes de junio, en el Real Club Náutico de Gran Canaria, se acordó la ampliación del Comité Autonómico de Canarias de la AEND, quedando la composición como sigue:

- Presidente: Luis García Martín (TBN-INGENIERÍA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL).
- Vicepresidentes: Juan Enríquez Sebas (ZAMAKONA YARDS), Néstor Escobar González (ASTICAN) e Irina León García (FEMEPA).
- Secretario: Pedro Fleitas Cabrera (ADM TECH - BINTER).
- Vocales: Ricardo Suárez Betancort (ENGINEERING TEST SERVICES), Cristian Suárez Espino (END TEST), Pablo Lema Navarro (SGS TECNOS) y Helios Morán Santana (CENTRAL DE REPARACIONES LA LUZ).
- Miembros honoríficos: Juan Francisco Cárdenes Martín (Secretario de la Escuela de Ingenieros Industriales y Civiles de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria), Elba Bueno Cabrera (Clúster Marino Marítimo de Canarias), Blas Galván González (ULPGC), Jesús Terradillos Azqueta (Bureau Veritas España) y los decanos José Antonio Marrero Nieto (Decano del Colegio de Inge-

nieros Técnicos Industriales de la Provincia de Las Palmas) y José Antonio Lucendo Sancho (Decano del Colegio de Ingenieros Industriales de Canarias Oriental).

Así mismo, el acto sirvió para cerrar el primer curso de ULTRASONIDOS NIVEL 2 que se celebra en Canarias. Fue impartido por Jesús de la Cruz Caravaca de la AEND en las instalaciones de Ferroher en el Puerto de Las Palmas.



Foto N° 1: Asistentes al curso de UT Nivel 2 de la AEND



Foto N° 2: Asistentes a la reunión del Comité, de abajo hacia arriba y de derecha a izquierda: Luis García Martín (TBN, S.L. y Presidente Comité), Irina León García (AEMIN/FEMEPA), Elba Bueno (Clúster Marino Marítimo de Canarias), Ricardo Suárez Betancort (ETS, S.L.); Pedro Fleitas Cabrera (ADM TECH-BINTER y Secretario Comité), Garikoitz Calleja Andrade, José Antonio Santana Batista, Scott Quevedo Gómez y Jorge Trujillo Ravelo (alumnos Curso UT 2); Jesús de la Cruz Caravaca (profesor de la AEND), Fernando Aguas Rivera (Fundación Femepea), Helios Morán Santana (Central de Reparaciones La Luz); Juan Enríquez Sebas (Zamakona Yards), Cristian Suárez Espino (END Test), Pablo Lema Navarro (SGS Tecnos) y Néstor Escobar González (ASTICAN).

# SKILLS CANARIAS 2018



## FAMILIA DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO



«Programa financiado por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte y cofinanciado por el Fondo Social Europeo»

Los días 7 y 8 de Junio de 2018 se celebraron en el CIFP San Cristóbal las competiciones autonómicas de Formación Profesional (Skills Canarias 2018), para las modalidades de Refrigeración-Aire Acondicionado y de Fontanería-Calefacción, dentro de la Familia de Instalación y Mantenimiento.

Participaron un total de 18 alumnos y 6 centros; 3 centros de Tenerife: IES Sabino Berthelot, IES Cabo Blanco e IES Virgen de Candelaria; así como 3 centros de Gran Canaria: IES Antonio Godoy Sosa, IES Ingenio y CIFP San Cristóbal.

Esta competición, en el archipiélago, permite al alumnado de diferentes familias profesionales demostrar sus destrezas en su sector.

Además, los centros ganadores de cada categoría representarán a Canarias en los "Skills" estatales, que a su vez, dan acceso a participar en "EuroSkills" y en "WorldSkills".

Desde la organización quieren agradecer la iniciativa de la Dirección General de Formación Profesional, así como la colaboración de empresas como ACG Abastecimientos, Grado instalaciones, Leroy Merlin (Tienda de Tamaraceite), Siscocan, Veolia, Hidrokolor Canarias y Central de Representaciones Canarias.

Para todos, compartir esta actividad fue una experiencia muy enriquecedora.

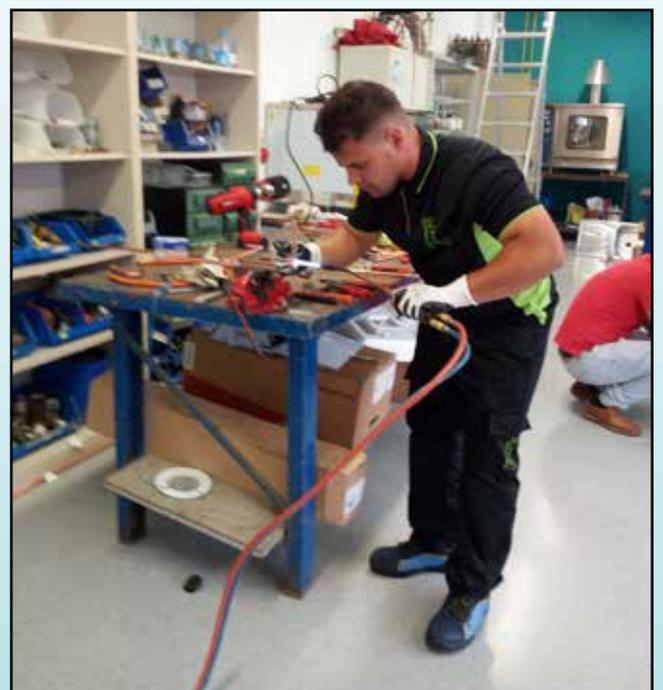
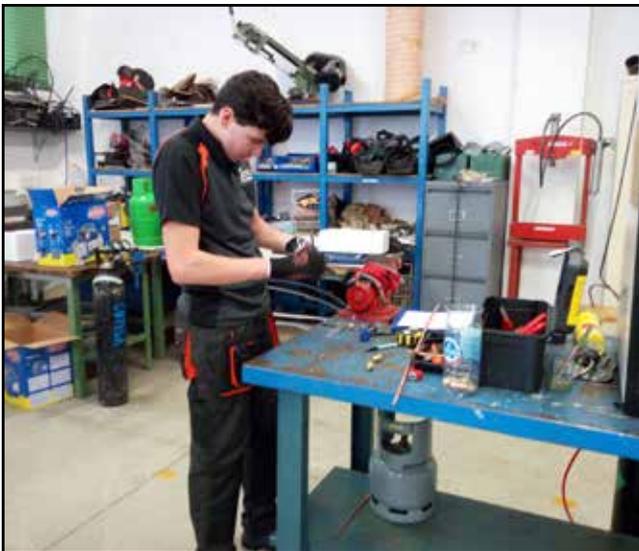
Premiados Skills 2018 dentro de la Familia Profesional de Instalación y Mantenimiento

### Fontanería y calefacción:

- Primer premio: Aythami García Rodríguez, CIFP San Cristóbal.
- Segundo premio: Nauzet Enrique Sosa Molina, CIFP San Cristóbal.
- Tercer premio: Carlos Cabrera Monzón, IES Ingenio.

### Refrigeración y Aire acondicionado:

- Primer premio: Daniel Ramírez Curbelo, IES Ingenio.
- Segundo premio: Cristhian Hernández Zamora, IES Cabo Blanco.
- Tercer premio: Saúl Navarro Sarmiento, CIFP San Cristóbal.





# PROGRAMA DE INTERCAMBIO DE EXPERTOS CUBA - UNIÓN EUROPEA II

## CUBAINDUSTRIA Y RECLIEN 2018

Este Programa de Intercambio de Expertos, tiene la finalidad de acompañar a Cuba en la implementación de las principales líneas de la Política Económica y Social para múltiples áreas prioritarias, incidiendo en el propósito de compartir conocimientos y experiencias que le permita a Cuba posicionarse más rápido y en mejores condiciones.

La actividad desarrollada por el grupo de expertos en junio de 2018 ha estado constituida por un Seminario Taller Pre-Congreso, así como por la participación en el Congreso RECLIEN 2018, dentro del marco de CUBAINDUSTRIA 2018, ambas participaciones bajo la temática “ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN GRANDES INSTALACIONES”. Estas dos actuaciones fueron auspiciadas por este Programa de Intercambio de Expertos Cuba-UE II y coordinado por la FIAPP (Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas).

El Seminario Taller Pre-Congreso se celebró en las instalaciones del Instituto de Refrigeración y Climatización (IRC), entre el 11 y el 15 de junio de 2018, en la ciudad de La Habana. El Congre-

so Internacional de Refrigeración, Climatización y Energías Renovables – RECLIEN 2018 se desarrolló del 18 al 20 de junio en el Palacio de Convenciones de La Habana. Ambos eventos contó con la participación de 6 expertos europeos, procedentes de España (Santiago de la Fuente Rodríguez, Elías Casañas Rodríguez, Mariano Chirivella Caballero, Luis García Martín, Alberto Caubín Pérez y María del Pino Artilés Ramírez).

La 3ª Convención y Exposición Internacional - CUBAINDUSTRIA 2018, celebrada en el Palacio de Convenciones de la Habana y PABEXPO, ha tenido el propósito de debatir las proyecciones de desarrollo estratégico de la industria cubana y la forma en que se inserta en los diferentes Programas Estratégicos de Desarrollo del país en los próximos años. La sesión inaugural de esta Convención tuvo lugar el 18 de junio a las 10:00 horas en el Salón Plenario, con las intervenciones entre otras, del Ministro de Industria de Cuba, Salvador Pardo; del Viceministro de Industria y Comercio de la Federación Rusa, Georgiy Kalamanov; y el Viceministro de Industria y TIC de China.





Las palabras de bienvenida al XI Congreso Internacional RECLIEN 2018, dentro del marco de CUBAIN-DUSTRIA 2018, estuvieron a cargo del Presidente de RECLIEN, D. José R. Rojo Rodríguez.



Este Congreso, para debatir esas líneas de desarrollo estratégicas en las áreas de Refrigeración, Climatización y Energías Renovables, se vertebró en base a 6 Conferencias Magistrales presentadas por los expertos de España pertenecientes a este Programa de Intercambio Cuba- Unión Europea; 1 Conferencia magistral a cargo de un experto de Austria; 3 conferencias técnicas por expertos de China, Francia, Alemania; se presentaron 67 trabajos y/o contribuciones científicas (32 expuestos en posters y 35 expuestos en sala) por parte de diferentes Institutos y Centros (IRC, ESINES, OTOZ, CNCI, CEPRONA, CETER, CUJAE, CIES, INSMET, ONURE MINEM, CIM, ANTENAS Instituto FINLAY, LABIOFAM, EMPRESA ELÉCTRICA DE CIENFUEGOS) así como por un total de 6 universidades cubanas (Universidad de La Habana, Universidad de Cienfuegos, Universidad de Holguín, Universidad de Oriente, Universidad de Camagüey, Universidad de Las Villas).

# REUNIONES DE LA AEND CON RESPONSABLES DE ÁREAS ESTRATÉGICAS EN CANARIAS PARA IMPULSAR LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS



A petición del Presidente Regional de Canarias de la AEND, Luis García Martín, el jueves día 18 de octubre de 2018, estuvo en Las Palmas de Gran Canaria D. Fermín Gómez Fraile, actual Presidente de la Asociación Española de Ensayos No Destructivos (AEND) y Vicepresidente de la Federación Europea de Ensayos No Destructivos y, según los estatutos de la Federación, próximo Presidente de la misma.

El motivo fue mantener una serie de reuniones con los responsables de áreas estratégicas que pueden impulsar la aplicación de los Ensayos No Destructivos (radiografía industrial, termografía infrarroja, ultrasonidos, líquidos penetrantes, partículas magnéticas, corrientes inducidas, inspección visual...), es decir, sobre los métodos de análisis exhaustivos que no producen daños y redundan en la vigilancia de la calidad e integridad, tanto de los elementos como de los procesos ensayados (en barcos, aviones, trenes, carreteras, construcción, industrias, hospitales, etc.); y por ende, en la seguridad ambiental y de la vida de las personas.

- Reunión con el Rector de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Rafael Robaina Romero, y el Vicerrector de Investigación, Innovación y Transferencia, José Pablo Suárez Rivero, para abordar la posibilidad de la creación de estudios de posgrado sobre los Ensayos No Destructivos. Estos estudios ya cuentan con el respaldo de la excelente acogida de las Jornadas de Introducción a los Ensayos No Destructivos, celebradas en abril de 2017 y en noviembre de 2019, en la Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles (EIIC) de la ULPGC. Estas Jornadas han estado organizadas por la Asociación Española de Ensayos No Destructivos y TBN- Ingeniería del Mantenimiento Industrial, en colaboración con la propia EIIC, AEMIN, Femeppa y el Clúster Marítimo de Canarias.

Desde el Comité de Canarias de la AEND se tiene el empeño de situar a la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria como referente de las universidades españolas en disciplinas relacionadas con esta materia.



*Foto N° 1: De izquierda a derecha: Vicerrector de Investigación, Innovación y Transferencia, José Pablo Suárez Rivero; Presidente de la AEND, Fermín Gómez Fraile; Rector de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Rafael Robaina Romero; y el Presidente del Comité de Canarias de la AEND, Luis García Martín.*

- Así mismo, esa misma mañana se mantuvo también reunión en la Autoridad Portuaria de Las Palmas, con su Presidente Juan José Cardona González, para exponerle la importancia de los END en el sector portuario (bucques, plataformas, talleres navales...) y los planes de futuro del Comité de Canarias de esta Asociación.



*Foto N° 2: De izquierda a derecha: Presidente de la AEND, Fermín Gómez Fraile; Presidente de la Autoridad Portuaria de Las Palmas, D. José Juan Cardona González; y el Presidente del Comité de Canarias de la AEND, Luis García Martín.*

- Por último, se llevó a cabo la reunión con Vicente Marrero Domínguez, Presidente del Clúster Marítimo de Canarias, Presidente de la Asociación de Reparaciones Navales y de Femepa, por representar a sectores directamente vinculados con este tipo de Ensayos No Destructivos.



*Foto N° 3: De izquierda a derecha: Presidente de la AEND, Fermín Gómez Fraile; Presidente de FEMEPA, de ARN, y del CMC, Vicente Marrero Domínguez; y el Presidente del Comité de Canarias de la AEND, Luis García Martín.*



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 (195 participantes) a lo largo de los tres días.

Los temas tratados fueron los siguientes: Introducción a los Ensayos No Destructivos; Líquidos Penetrantes; Partículas Magnéticas; Corrientes Inducidas; Radiografía Industrial; Ultrasonidos; Inspección Visual; Otros Métodos y Certificaciones.

Intervinieron como ponentes:

- D. Antonio Soto Agüera, Formador y Operador de Ensayos No Destructivos de Nivel III- AEND.
- D. Antonio Nicolás Rodríguez, Formador y Operador de Ensayos No Destructivos de Nivel III- AEND.
- D. Pedro Fleitas Cabrera, Nivel III sector aeronáutico (ADM TECH - BINTER).

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. De izquierda a derecha, estaba constituida por: D. Antonio Soto Agüera - Vicepresidente de Formación de AEND; D. Norberto Angulo Rodríguez - Director de la Escuela de Ingenieros Industriales y Civiles de la ULPGC; D. Raúl García Brink - Consejero de Área de Desarrollo Económico, Energía e I+D+i del Cabildo de Gran Canaria; D. Luis García Martín - Presidente del Comité de Canarias de la AEND, Presidente AEMIN y Director de TBN; D. José Pablo Suárez Rivero - Vicerrector de Investigación, In-

novación y Transferencia de la ULPGC; D. Juan José Cardona González - Presidente de la Autoridad Portuaria; D. Vicente Marrero Domínguez - Presidente de FEMEPA, de ARN y del CMC; y D. Gregorio Martínez Royano, Gerente del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Canarias Oriental.

Ver vídeos completos de la I Jornada de Introducción a los END (año 2017) en el enlace:

[http://congresomantenimientocanarias.com/?page\\_id=4172](http://congresomantenimientocanarias.com/?page_id=4172)



### PROMUEVEN Y ORGANIZAN:



### COLABORAN:





PROYECTO COFINANCIADO  
POR LA UNIÓN EUROPEA  
Competitividad de las empresas

interport

MAC 2014-2020  
Cooperación Territorial

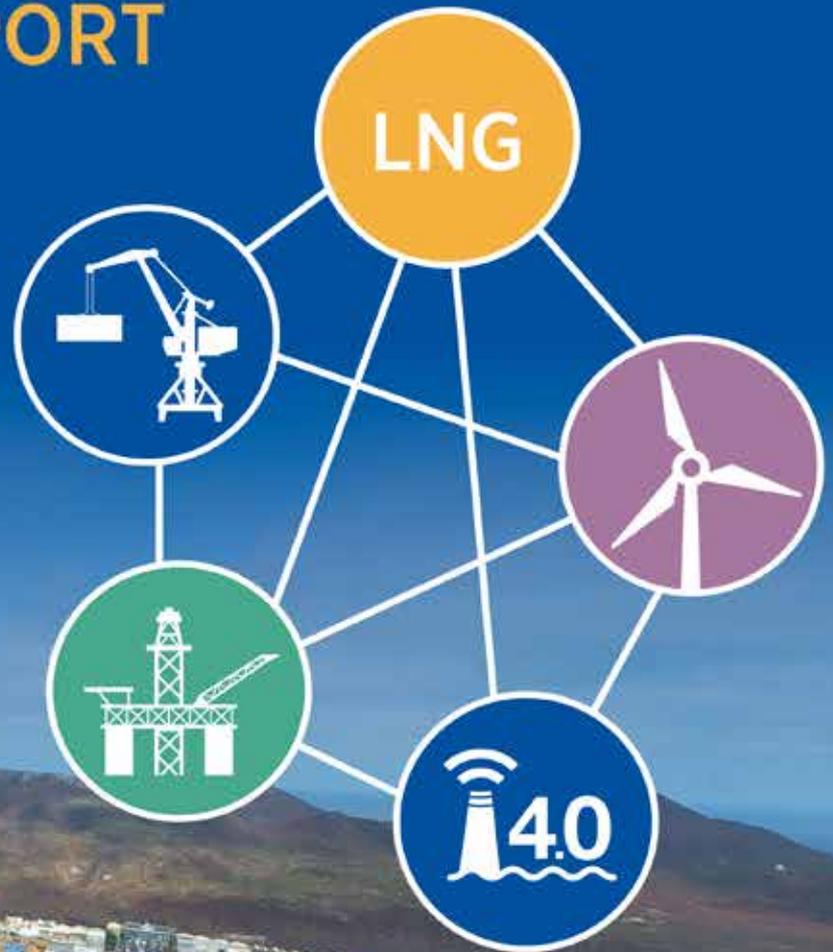
Interreg

# MID ATLANTIC SHIP REPAIR & SUPPLY SUMMIT LAS PALMAS PORT

4-5  
APRIL  
2019

LAS PALMAS DE GRAN CANARIA  
AUDITORIO ALFREDO KRAUS

**Port Services  
Economic & Tax Regime**  
**4.0 Industry: Smart Port  
& Smart Shipyards**  
**New Fuels &  
Emissions Regulations**  
Repairs in the offshore  
marine renewable  
energy field



[midatlanticshiprepair.com](http://midatlanticshiprepair.com)

PATROCINADORES



# MID ATLANTIC SHIP REPAIR & SUPPLY SUMMIT

LAS PALMAS PORT

LAS PALMAS DE GRAN CANARIA  
AUDITORIO ALFREDO KRAUS

Port Services  
Economic & Tax Regime  
4.0 Industry: Smart Port  
& Smart Shipyards

New Fuels &  
Emissions Regulations  
Repairs in the offshore  
marine renewable energy field

4-5  
APRIL  
2019



midatlanticshiprepair.com

Los días 4 y 5 de abril de 2019 tendrá lugar en el Auditorio Alfredo Kraus de Las Palmas de Gran Canaria, el Congreso “Mid Atlantic Ship Repair&Supply Summit- Las Palmas Port”, dedicado a los sectores de Reparaciones Navales y Provisionistas de Buques, de tanta importancia en el Puerto de Las Palmas y que lo han convertido en un Puerto de referencia en el Atlántico Medio-África.

Los objetivos de este congreso son los siguientes:

- Impulso de la competitividad de las empresas de estos sectores mostrando las innovaciones y nuevas tendencias que definirán el futuro de dichos sectores (Nuevos combustibles, Industria 4.0 y Smart Ports, etc.).
- Mostrar las capacidades y experiencia de las empresas del Puerto de Las Palmas en los sectores de RRNN y Provisionistas de Buques y promover la implantación en el mismo de empresas fabricantes que complementen a las locales para sus proyectos en el Atlántico Medio-África.

Para ello este Congreso tendrá 4 paneles cuyos títulos son los siguientes:

- a) El Puerto de Las Palmas, Servicios Portuarios y Régimen Fiscal: Incentivos
- b) Industria 4.0 y Astilleros inteligentes
- c) Nuevos combustibles dentro de las normativas de la Organización Marítima Internacional (IMO).
- d) Reparaciones Navales en el sector de Energías marinas renovables Offshore

Expertos nacionales e internacionales en estas temáticas están confirmando su participación en las distintas sesiones y mesas redondas programadas.

Las inscripciones se pueden realizar en la web del Congreso: <https://midatlanticshiprepair.com/>

(Early bird hasta el 30/12/2018)

Este Congreso está patrocinado por la Autoridad Portuaria de Las Palmas, La Fundación Puertos de Las Palmas (\*), FEMEPA (\*), SPEGC, PROEXCA, Dirección General de Promoción Económica del Gobierno de Canarias y el Clúster Marítimo de Canarias (\*).

(\* Patrocinio en el marco del Proyecto INTERREG V-A MAC 2014-2020 “INTERPORT”

4 APRIL 2019

## SESSION I

### The Port of Las Palmas. Incentives and Experiences

Las Palmas Ports and its flagship, La Luz Port and Las Palmas have one of the most enviable site and geo-strategic location in the world. Located in the Canary Islands, Spain, it is the southernmost port of Europe, in the middle of the Atlantic Ocean, very close to the African continent, only 80 km away from its coast, keeping an excellent communication through our shiplines.

The Port is best-known for being a great Service Port, able to offer all the services the ships and logistic companies require: draughts up to 22 m, 14 km of mooring, tugs, cranes, ship repairs, bunkering, goods transportation, container terminals, etc.

## SESSION II

### Industry 4.0 and Smart Shipyards

As a result of the progressive implantation of the Industry 4.0 paradigm, shipyards and naval workshops are also embracing this revolution. Challenges include: improved identification, traceability, indoor location, all of them from production and through their life, additive manufacturing, etc. improving productivity and safety. Talks and discussions among the forefront of the 4.0 revolution in the naval and port industries will lead this session.

5 APRIL 2019

## SESSION III

### New Strategies within the IMO Emissions Regulation

The International Maritime Organization has a series of regulations in place to address air pollution from ocean-going vessels and also has plans to tackle greenhouse gas emissions. New fuels and approaches to converge with this regulation will be discussed. LNG being one of the important options, even more taking into account the gas fields offshore Mauritania and Senegal.

## SESSION IV

### Marine Renewable Energies

The Canaries have officially proposed to reach 2025 with 45% of their demand for electricity covered with renewable sources, through the expansion of their renewable energy park, now comprised of 153 MW of wind and 166 of solar, but this entails consuming a lot of land, a very scarce commodity on any island. In the Canaries there are aprox. 1500 km<sup>2</sup> of marine area, which represents less than 5% of territorial waters, that could be used for wind offshore energy, able to produce aprox. 86.000 GWh per year, nearly 10 times the total annual electricity consumption of the islands. The Port of Las Palmas can play a fundamental role in order to provide support in the value chain of the marine renewable field and to attract operators.

# III JORNADAS MULTIDISCIPLINARES DE SEGURIDAD HOSPITALARIA

## *La Seguridad Hospitalaria desde el punto de vista de las Infraestructuras Críticas, Instalaciones y Seguridad del Paciente. Marco Legal y Normativo.*



Estas jornadas se desarrollaron el 16 de mayo de 2018, en el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Las Palmas (COITILPA), con el propósito de abordar la Seguridad Hospitalaria desde un punto de vista multidisciplinar, con las siguientes ponencias:

- **La Seguridad en las Instalaciones de Diagnóstico por la Imagen.**

Dr. D. Raúl Ramos de la Plaza. Inspector del Servicio de Acreditación y Autorización de la Consejería de Sanidad del Gobierno Autónomo de Canarias. Médico Especialista en Medicina Nuclear. Doctor en Medicina y Cirugía. Funcionario de Carrera de la Escala Superior del Cuerpo Técnico de Seguridad Nuclear y Protección Radiológica.

- **Actos Antisociales en Hospitales: Actuación ante las agresiones al personal hospitalario: Especial referencia a la Instrucción 3/2007 de la Secretaría de Estado de Seguridad.**

Dr. D. Martin González y Santiago. Director de Seguridad acreditado por el Ministerio del Interior. Doctor en Medicina por la ULPGC. Experto Universitario en Técnicas Policiales. Técnico Especialista Universitario en Criminalística. Máster y Técnico Superior en PRL. Consultor-Asesor, Auditor y Perito Judicial en Seguridad, Protección de Datos, Protección Integral y PRL. Doctorando en Seguridad Humana y Derecho Global por la UAB. Delegado en Canarias del OSICH y Vocal Experto en Protección de Infraestructuras Críticas. Presidente de APRODISE y APROINSPOL.

- **La Seguridad en sus manos. La identificación inequívoca como pieza clave de la Seguridad del Paciente.**

Prof. Dr. D. Pedro Betancor León. Médico Especialista en Medicina Interna. Doctor en Medicina. Catedrático de Medicina. Exjefe del Departamento de Medicina del Hospital Insular. Exjefe del Servicio de Medicina Interna del Hospital Universitario Doctor Negrín. Director Médico Hospitales San Roque.

- **Técnicas Predictivas y Ensayos No Destructivos (END) para la Seguridad Hospitalaria.**

D. Luis García Martín. Director Gerente de TBN-Ingeniería de Mantenimiento en Canarias. Colabo-

rador/Profesor de la asignatura de Máquinas, Tecnología de Máquinas y de Cálculo, Construcción y Ensayo de Máquinas del Departamento de Ingeniería Mecánica de la ULPGC y de la UE de Madrid. Profesor del Máster Internacional de Mantenimiento TÜV SÜD, ATISAE y de la Maestría Internacional en Ingeniería de Confiabilidad, Mantenibilidad y Riesgo de la ULPGC. Presidente del Comité de Canarias de la Asociación Española de Ensayos No Destructivos (AEND) y Director y Editor de la Revista de Ingeniería del Mantenimiento en Canarias.

- **La Responsabilidad Civil y Penal del personal asistencial en los Hospitales.**

Ilma. Sra. Dña. Virginia Peña Hernández. Magistrada Titular del Juzgado de Instrucción Nº 2 de Telde y su Partido Judicial con competencias en Violencia sobre la Mujer. Licenciada en Derecho. Licenciada en Traducción e Interpretación –inglés y alemán- especialidad Económico Jurídica. Título de estudios avanzados en filología (DEA).

Tras las ponencias, se organizó una Mesa Redonda. El evento fue clausurado por el Ilmo. Sr. D. José Manuel Baltar Trabazo, Consejero de Sanidad del Gobierno Autónomo de Canarias.



*Foto Nº 1: En primera línea, de izquierda a derecha: D. Luis García Martín; D. Martín González y Santiago; D. Raúl Ramos de la Plaza; Sra. Dña. Virginia Peña Hernández; D. Luis Aguiar González- Secretario COITILPA. En segunda línea, de izquierda a derecha: D. Pedro Betancor León; D. José Manuel Baltar Trabazo; D. José Antonio Marrero Nieto - Decano COITILPA.*





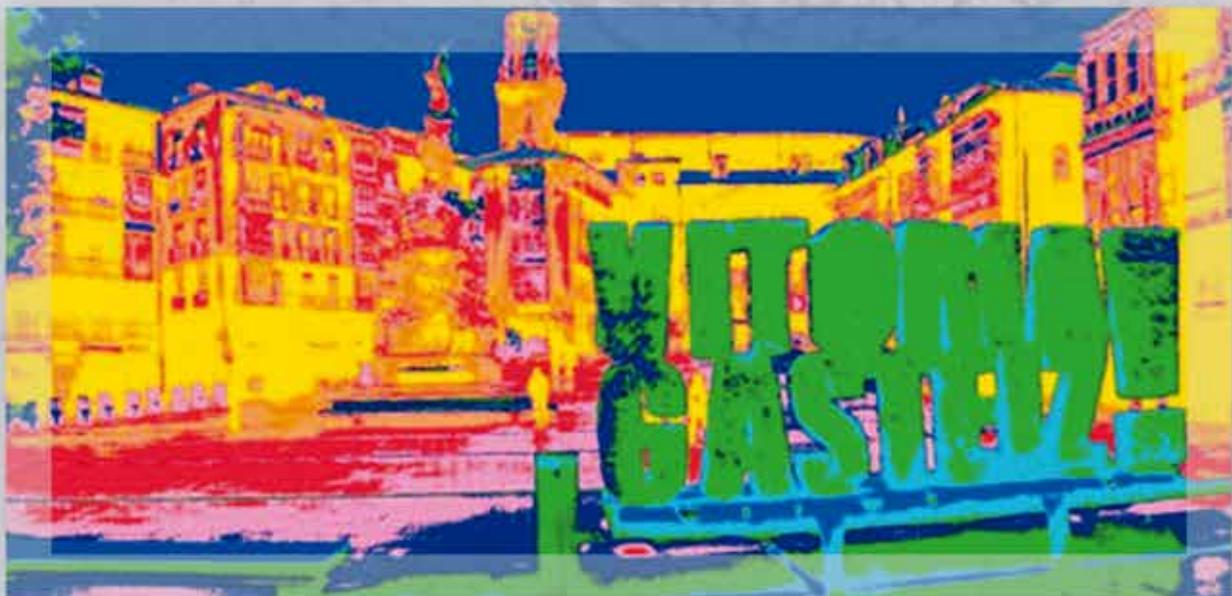
# **14º CONGRESO NACIONAL DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS**

**12-14 de junio de 2019**

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



[www.aendvitoria2019.com](http://www.aendvitoria2019.com)



Estimados colegas,

La ciudad de Vitoria-Gasteiz acogerá, durante los días 12, 13 y 14 de junio de 2019, el 14º Congreso Nacional de END en el Palacio de Congresos Europa, siendo un placer para mí invitaros a participar, ya sea como congresistas, ponentes, expositores o acompañantes.

La Asociación Española de Ensayos No Destructivos ha encomendado la organización de este Congreso al Comité Norte de la AEND que está formado por Cantabria, País Vasco, y Navarra, territorios en los que la implantación de los END está muy desarrollada, en su mayoría en las áreas de fabricaciones metálicas, no metálicas, ensamblajes, etc. con destino a componentes de automoción, aeronáutica, petróleo, ferrocarril o aerogeneración. Además de estas áreas de fabricación industrial, no podemos olvidar las aplicaciones de los END en los estudios e investigación del patrimonio artístico. Toda esta actividad, traducida en datos supone que a lo largo de los últimos años, 449 empresas de este Comité han solicitado la certificación de su personal a CERTIAEND con un resultado de 2.944 personas y 4.662 métodos certificados.

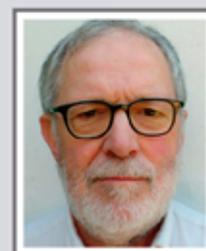
En este Congreso, además de las ponencias que expondrán los descubrimientos científicos y aplicaciones prácticas, se presentarán sesiones plenarias y mesas redondas donde se debatirán algunas de las tecnologías avanzadas como la industria 4.0 y END, monitorización de salud estructural, simulación y END, modelización o formación avanzada.

Así mismo, habrá una gran área de exposición con una zona exclusiva, donde las firmas presentes podrán mostrar sus desarrollos. Estas actividades reforzarán las redes profesionales y los contactos personales, aspectos muy valiosos en relaciones presentes y futuras.

Además del programa científico, está previsto un amplio programa de actividades sociales entre las que destacan la recepción de bienvenida en los jardines del Museo de Bellas Artes y la visita-cena en la Villa de Laguardia en la Rioja Alavesa. Por otra parte, los acompañantes tienen previstas visitas a Bilbao, San Sebastián y Salinas de Añana.

Por último señalar que, al desarrollarse este Congreso en Vitoria-Gasteiz, dada su condición de *Europea Green Capital*, será un evento sostenible (s/UNE-ISO 20121) con la reducción de impactos medioambientales negativos y potenciación de impactos sociales y económicos positivos. Esa filosofía que compartimos plenamente, nos proporcionará, además, unas apreciables ayudas en la utilización del Palacio de Congresos por parte del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.

¡Nos vemos en Vitoria!



Jesús Sanz Yrazu  
Presidente del Comité Organizador  
del 14º Congreso Nacional de END



**Ultrasonidos**

**Análisis de Vibraciones y SPM**



**Termografía por Infrarrojos**



**Cámara de Vídeo de Alta Velocidad**

**Análisis de Aceites, Aguas y Gases**



**Software Mantenimiento**

**Detección de Fugas**



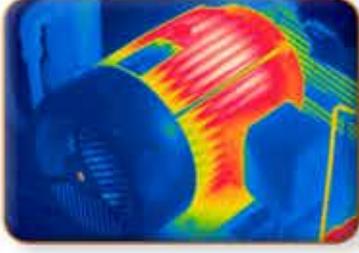
**Videoscopia**



**Auditoría Energética**



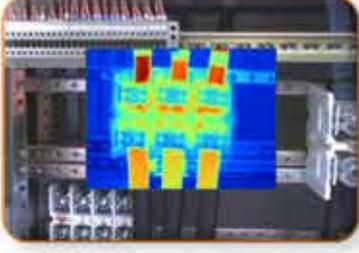
**Consultoría de Medio Ambiente**



**Luz Ultravioleta**



**Cámaras de Inspección de Canalizaciones**



**Lubricantes y Servicio Integral de Lubricación**

**Formación Técnica**



**Medición de Espesores**



# II Congreso Internacional de Ingeniería del Mantenimiento en Canarias

Palacio de Congresos Gran Canaria  
(INFECAR)

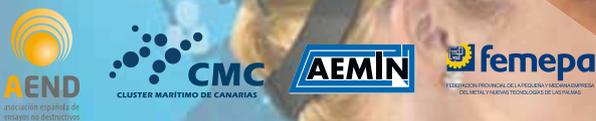


**MARZO**  
**28/29**  
**2019**

Promueve  
y Organiza:



Coorganizan:



Colaboran:



Congreso integrado en el marco de:



Inscripciones congreso  
[www.congresomantenimientocanarias.com](http://www.congresomantenimientocanarias.com)