

Nuevas tendencias en el campo del mantenimiento de las centrales nucleares

Fernando Micó - Joachim Specht

Se analizan en este artículo las consecuencias que la progresiva liberalización del sector eléctrico en diversos países ha tenido sobre las técnicas o prácticas de mantenimiento ante la presión sobre los costes de O&M. Se describen las respuestas de la industria nuclear del mantenimiento para hacer dichas actividades de forma más eficaz manteniendo el alto grado de seguridad que se le exige a las centrales nucleares. Se analiza también el impacto de una previsible falta de especialistas con experiencia tal como ya está ocurriendo en otros países.

This article addresses the consequences of the progressive deregulation of the electricity market of several key countries on the maintenance practices and techniques face to the growing pressures on O&M costs. The responses of the nuclear maintenance industry to make maintenance activities more efficient maintaining if not enhancing the safety of the NPP's are briefly described. The article also analyses the potential impact of a shortage of experienced maintenance personnel to serve the NPP's in the future as some countries are already experiencing.

LAS CONSECUENCIAS DE LA LIBERALIZACIÓN DEL SECTOR ELÉCTRICO

El mantenimiento de las centrales nucleares ha sido influenciado fuertemente por los cambios recientes de la industria de la energía. La liberalización del mercado de la electricidad ha conducido a una presión enorme forzando a los operadores de centrales nucleares a seguir siendo competitivos en un mercado nuevo en el que un consumidor deja de ser un abonado para pasar a ser un Cliente. Esto se ha reflejado, como estaba por otro lado previsto, en una gran presión sobre los costes internos y externos. De forma análoga a lo que ocurrió antes con otras industrias globales, las centrales nucleares han hecho un progreso enorme para alcanzar grados más altos de productividad, mejorando la seguridad y la fiabilidad de las instalaciones.

Todo esto ha sido posible por la utilización de nuevos equipos de supervisión y herramientas de mantenimiento desarrolladas al efecto. Pero no solo por eso. Los operadores de centrales nucleares, en colaboración con las empresas de servicios, han desarrollado nuevos esquemas de colaboración y contratación muy imaginativos que han tenido un impacto muy importante en las reducciones de costes de operación y mantenimiento (O&M) alcanzados. En resumen y en relación con el tema que nos ocupa, se han alcanzado gra-

dos más altos de productividad en los servicios y en el mantenimiento de las centrales nucleares. Por otra parte, las duraciones de las paradas de recarga se han acortado considerablemente gracias a los esfuerzos tanto de los operadores de las centrales nucleares como los de la industria de mantenimiento.

Podemos, por tanto, concluir que la liberalización del negocio eléctrico está representando una serie significativa de ventajas para nuestro sub-sector que se pueden resumir como sigue:

- Aumento de la productividad de las centrales nucleares.
- Aparición de tecnologías innovadoras aplicadas a la gestión, operación y mantenimiento de las centrales nucleares.
- Un incremento del nivel técnico de las centrales nucleares, lo que acarrea una mejora de sus niveles de seguridad, ya de por sí muy elevados.

ANÁLISIS DEL MERCADO

Hace poco tiempo llevamos a cabo un detallado estudio de mercado para analizar el potencial del negocio de AREVA en el área de mantenimiento de las centrales nucleares europeas. Los estudios se han realizado en Suiza, España, los Países Nórdicos, Hungría y Alemania. Cada uno de estos países representaba entonces características especiales en cuanto a su proceso de liberalización que hacía interesante el análisis y que permitiría extrapolar

consecuencias a otros países. Aunque el citado estudio se limitaba a centrales europeas, se incluyen también a continuación algunas consideraciones sobre Brasil y los Estados Unidos. El primero como un país en el que la aportación de la energía nuclear a la satisfacción de la demanda es hoy por hoy marginal y el segundo como gran país que marca tendencias.

Contrariamente a Suiza, algunas centrales nucleares españolas consideran auspiciar el outsourcing como una tendencia importante para incrementar la productividad.

La conclusión de este proyecto de investigación es que la mayoría de los operadores de centrales nucleares piensan que la optimización de plantillas, la contratación de paquetes grandes y de duración superior a un ciclo de operación y el establecimiento de acuerdos de cooperación con algunos pocos suministradores de servicio competentes son el procedimiento más conveniente e importante de reducir costes (Fig. 1).

Esto, en definitiva, se reduce a actuar con contundencia en la reducción de la longitud de las tres aristas del volumen de precio (duración, número de personas, precios unitarios) tal como se indica en la figura 2 y constituye la forma más eficaz de reducir los mismos, operar en tres dimensiones y no en una o en dos. Esta consideración tiene, asimismo, una relación íntima con el creciente "paquetizado"

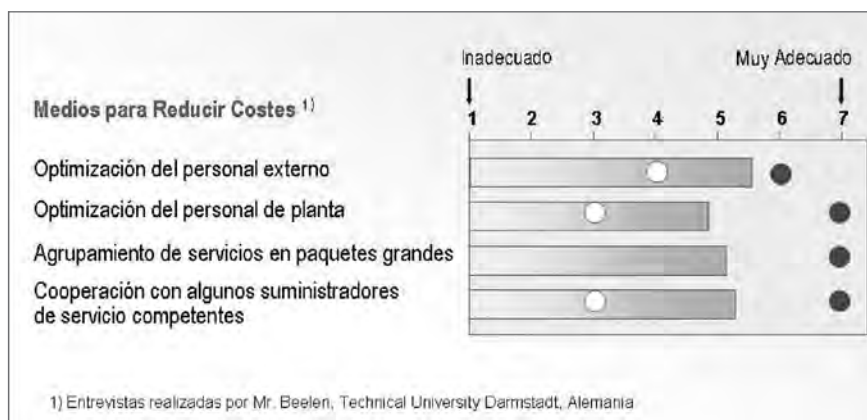


Figura 1: Medios para reducir costes

y los acuerdos de colaboración con suministradores reputados: El sector del mantenimiento nuclear deja de ser de interés para muchas empresas, solo sobreviven unos pocos que solo tendrán motivación para invertir en I+D, formación y nuevos equipamientos en función de las perspectivas de trabajo que, a su vez, mejoran con contratos de mayor volumen y de duración mas larga, lo cual justifica las inversiones y así sucesivamente.

El impacto de la liberalización alcanzada en los Países Nórdicos y el mantenimiento y servicio a la industria nuclear es un campo importante a estudiar. Las estrategias resultantes muestran el posible desarrollo posterior en Alemania. La liberalización en Suecia y Finlandia dio lugar a que los precios de mercado de la electricidad cayesen más del 35%. Esto acarrió una presión extrema para reducir costes. Los costes de generación de electricidad de las centrales nucleares nórdicas varían actualmente entre 1.5 y 2.0 céntimos de euro por kilovatio/hora.

Excepto aquellas actividades que son

parte crucial de su capacidad o "core activities", algunas centrales eléctricas han comenzado ya a subcontratar ("outsourcing") todos los campos de mantenimiento no considerados como de importancia clave.

Según declaraciones a Nucleonics Week del Sr. Jan Edberg, Director General de Forsmark, "el mercado nórdico ha salido de la trayectoria de actividades internas crecientes y se ha orientado hacia una subcontratación creciente. En la figura 3 se observa la secuencia seguida en estos países en cuanto a la reducción de costes: Se inició con la campaña de reducción de costes externos, le siguió la de costes internos y culminó con el mantenimiento integrado que significa mayor volumen de subcontratación con un selecto y limitado grupo de empresas de servicios, pero suficientemente numeroso para mantener la competencia.

Vamos a referirnos ahora a la situación actual de los servicios y del mantenimiento en Alemania. En los últimos años los pedidos de las centrales nucleares a suministradores de servicios

externos han estado disminuyendo continuamente - de hecho - enormemente, mientras que los costes de servicio interno se han moderado solo ligeramente. Los esfuerzos realizados por parte de los operadores de centrales eléctricas y de suministradores de servicios para reducir costes conjuntamente han comenzado ya a dar fruto.

Especialmente, las reducciones de costes han estado manteniéndolos competitivos en un mercado europeo cada vez más liberalizado. Los operadores alemanes de energía nuclear han estado reduciendo sus costes de mantenimiento cada vez más con la cooperación de AREVA como el suministrador de servicios más importante en Alemania.

Se puede decir sin temor a equivocarse que, en general, los costes de mantenimiento se han reducido con un grado de reducción mayor para los servicios contratados externamente que para los realizados con la propia plantilla de las centrales (Fig. 4). Esto está conduciendo a un segundo nivel de esfuerzo por reducir los costes internos a base de más subcontratación, con paquetes de alcance creciente, a plazos más largos y para más de un emplazamiento siempre que esto sea posible.

Finalmente quisiera concluir este resumen europeo con Hungría, en donde encontramos una situación algo diversa pero que podría representar las prácticas de una serie de países de Europa del este en proceso de incorporación a la economía de mercado.

La estructura total del coste de mantenimiento en Hungría se describe por una participación extensa del personal propio de las eléctricas de cerca del 40%. En contraposición, la contribución de la eléctrica alemana está cerca del 20%. Esta situación indica claramente que el suministrador externo juega un papel de menor importancia en el mantenimiento en Hungría con aproximadamente el 35%, mientras que vemos en Alemania una cuota mucho mayor con más del 60% (Fig. 5). Estas proporciones que se corregirán, sin duda, en el futuro tienen su origen en el tamaño actual de las plantillas propias en Europa Occidental y Oriental.

Si se compara el número de trabajadores por MW instalado en diferentes escenarios europeos se encontrarán diferencias de casi un factor 4 en esa comparación (Fig. 6).

La situación en Brasil se caracteriza básicamente por la pequeña contribución de la energía nuclear al suministro

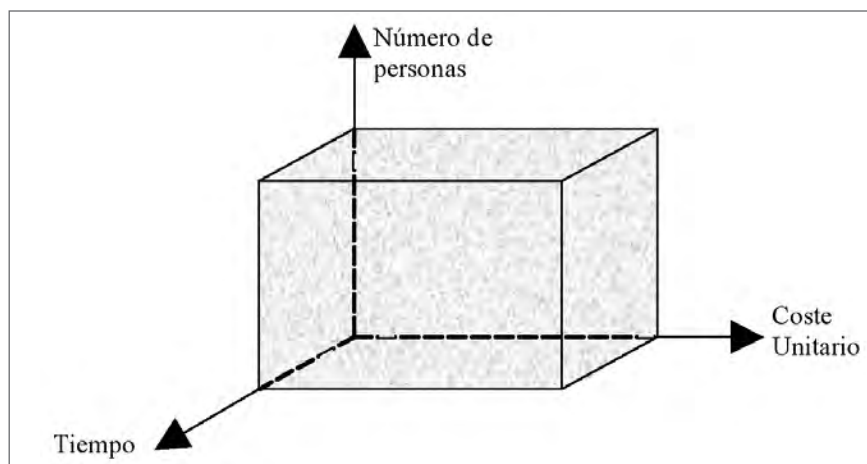


Figura 2

"...nuestra gerencia está pensando en la contratación de todos los servicios de mantenimiento"
(Director Gral. de Forsmark Jan Edberg en Nucleonics Week, Julio 15, 1999)



Figura 3

- ▶ **Ahorros de costes a través de la cooperación con suministradores de servicios importantes**
- ▶ **AREVA NP es el principal suministrador de servicios en el mercado alemán**

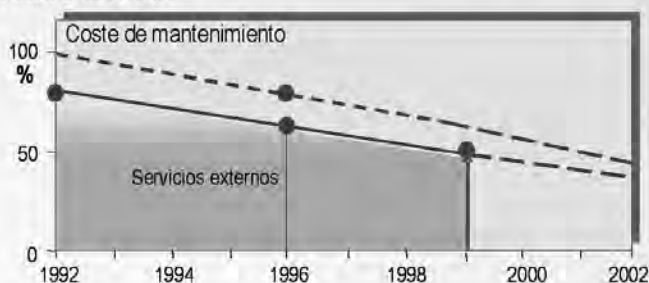


Figura 4



Figura 5

total de energía. Brasil dispone de unos 2000 MW de energía nuclear instalados que representan, sin embargo, un importante papel ya que la producción de sus dos centrales es capaz de abastecer la ciudad de Río de Janeiro por sí solas.

Debido a la pequeña participación del nuclear en el total, la operadora brasileña no considera realmente el mantenimiento como una actividad clave de su negocio por lo que confían

una gran mayoría de los trabajos a los suministradores originales internacionales (OEM's). Esta situación se repite en casi todos los países en los cuales la contribución nuclear es muy pequeña y, por lo tanto, no está justificado desarrollar una industria de mantenimiento nuclear local.

La práctica habitual es, pues, la contratación de grandes paquetes de servicios integrados de larga duración,

permitiendo así a la operadora concentrarse en su actividad clave (la producción) disponiendo al mismo tiempo de un suministrador de servicios fuerte y experimentado.

En los Estados Unidos la energía nuclear se enfrenta a tres hechos fundamentales:

- El retorno a la construcción de nuevas centrales nucleares de forma masiva, proceso actualmente en fase de solicitud de permisos de construcción, etc y la extensión de vida de las centrales existentes.
- La consolidación de la industria eléctrica en un número cada vez menor de empresas eléctricas y operadores de centrales nucleares.
- La creciente escasez de especialistas técnicos para trabajar en centrales nucleares.

Analicemos brevemente los dos últimos puntos que son los que presentan un impacto inminente en las centrales nucleares en operación.

La consolidación de la industria eléctrica en los EEUU ha sido una respuesta de dicha industria a la liberalización de aquel mercado. Entre 1999 y 2004 y debido a ventas y fusiones entre empresas eléctricas se ha producido una desaparición neta de 12 empresas eléctricas habiendo todavía otras 4 en proceso de venta. Esto ha dado lugar a la aparición de grandes empresas eléctricas con unos activos nucleares de extraordinaria importancia (EXELON, 17 reactores; Progress Energy, 5 reactores, etc). Otra forma de consolidación industrial la representa la aparición de empresas de gestión de activos nucleares como la Nuclear Management Company formada en febrero de 1999 y que operaba ya entonces 9 reactores. En este país donde hay más de 100 reactores en operación, el 70 % del mercado de generación nuclear está en manos de 10 empresas eléctricas que operan entre 3 y 17 reactores. Las previsiones son que para el año 2010 el número total de operadores nucleares en los EEUU podría estar por debajo de 10. Esta fase de consolidación interna del sector nuclear encaminada a la reducción de costes internos ha tenido su continuación en el desarrollo generalizado de modelos de contratación con grandes suministradores para labores de apoyo de ingeniería y de mantenimiento integrado que van en algunos casos hasta contratos por la duración de la vida remanente de la planta. Se incluyen en casi todos los casos algoritmos de corrección de precios en función del funcionamiento de la central, parámetros de seguridad y se aplican con mucha frecuencia políticas de libros abiertos donde ambas partes con-

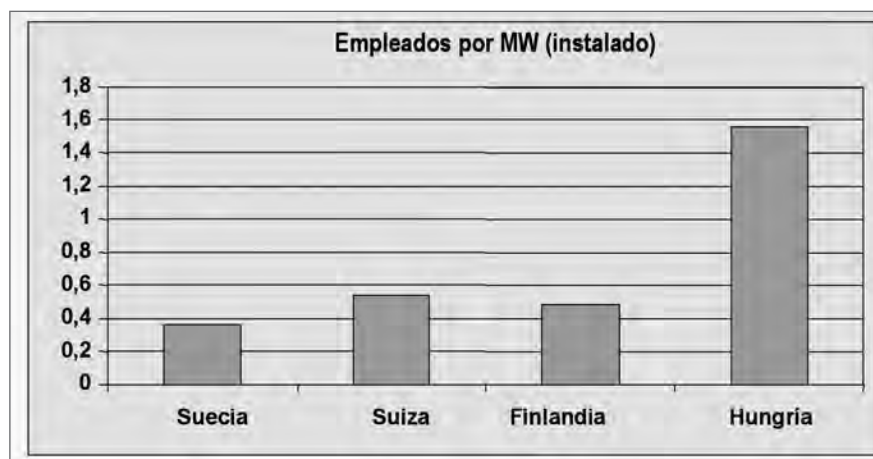


Figura 6

tratantes comparten información relativa a costes internos y otras que permiten establecer costes objetivo para la prestación de los servicios.

La escasez de especialistas nucleares se presenta también en los Estados Unidos con especial crudeza. En la 49 Reunión de la Sociedad Americana de Protección Radiológica de 2004 esta sociedad alertaba del "elevado riesgo de que los EEUU tuvieran que enfrentarse a una grave escasez de ingenieros nucleares y personal de PR además de una pérdida de infraestructura importante para apoyar a nuestra industria". Con la entrada en servicio de nuevas centrales de generación no nuclear se ha pasado de 600 paradas anuales de mantenimiento en el año 2000 a más de 1500 en el año 2002. A esto hay que añadir las paradas por recarga de las centrales nucleares concentradas significativamente en primavera y otoño a causa de una menor demanda de electricidad en esas fechas, situación esta que complica grandemente la logística y gestión del personal. Esto ha tenido como efecto el aumento de las necesidades de especialistas en el sector del mantenimiento de la industria eléctrica norteamericana desde los 170.000 especialistas que se necesitaban en el año 2000 a los 295.000 que se necesitaron en 2002. Y este es un problema que se va a mantener a largo plazo.

Es decir, en los Estados Unidos se espera que cada vez haya menos empresas eléctricas y menos empresas de servicios en el sector nuclear. La respuesta del sector del mantenimiento en apoyo de las empresas eléctricas se produce a través del establecimiento de programas que motiven a los especialistas con experiencia y a los jóvenes a interesarse por trabajar en nuestro sector. Esto solo es posible si ven en el sector nuclear

una clara oportunidad de desarrollar una carrera profesional de éxito. Las empresas industriales a su vez solo pueden prometer continuidad en el trabajo y desarrollo profesional sobre la base de una actividad a largo plazo. Los nuevos operadores nucleares norteamericanos con el enorme poder de compra derivado de la operación de un número elevado de reactores está permitiendo garantizar el futuro de las mejores empresas de servicios merced a la contratación de grandes paquetes de trabajo que justifican la inversión en tecnología, personal y formación.

LA UTILIZACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS

El cambio de estrategia de mantenimiento de las centrales nucleares no ha sido ajeno a las autoridades de licencia de ningún país sino que se ha ido ajustando y adaptando a las nuevas condiciones del mercado en estrecha colaboración con ellas y sometidas a su escrutinio cercano y permanente. Está claro que todos estos cambios deben llevarse a cabo manteniendo o mejorando las condiciones de seguridad de las instalaciones. Y así se ha hecho. Las técnicas clásicas del mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo se complementan ahora con el mantenimiento basado en la condición de los equipos, se utiliza extensamente la supervisión en tiempo real para conocer el estado de los equipos en cada momento, se aplican técnicas de diagnóstico y análisis de tendencias (también en línea) para prever el comportamiento y planificar intervenciones, se hace un uso cada vez más frecuente de Internet y correo electrónico para evitar movilizar recursos humanos innecesariamente de forma que actividades de evaluación

de resultados de inspección, por ejemplo, puedan llevarse a cabo desde las oficinas centrales de la empresa de inspección evitando así desplazamientos innecesarios, dosis al personal y favoreciendo un mejor uso del tiempo como recurso más escaso de un personal cada vez más demandado y también cada vez más escaso. Estas herramientas de vigilancia, diagnóstico, etc han constituido una enorme ayuda para la industria nuclear a la hora de afrontar el cambio generacional que se está produciendo desde hace algunos años en un sector que encuentra dificultades para atraer profesionales a su seno. En combinación con técnicas de inteligencia, visión artificial y otras se ofrecen como un medio eficaz de sustituir al hombre en múltiples tareas.

SERVICIOS INTEGRADOS

Ante el cambio previsible que se avecina como consecuencia del proceso liberalizador en casi todo el mundo AREVA estableció el concepto de "Servicio y Mantenimiento Integrados" con una anticipación premonitrice. No se trata de utilizar nuevas tecnologías de mantenimiento sino nuevas tecnologías de gestión (económica, administrativa, de recursos materiales pero sobre todo humanos, etc) sabiendo de la existencia de las nuevas tecnologías antes mencionadas y haciendo uso racional de ellas. La desregulación del mercado de la energía eléctrica ha marcado la tónica de un desafío adicional para AREVA al objeto de aumentar su capacidad y su presencia competitiva en todo el mundo y ayudar a nuestros clientes en un mercado con nuevos condicionantes. La respuesta de AREVA a este mercado cambiante ha sido el aumento de la capacidad y de la experiencia de la gestión integrada para proporcionar una amplia gama de servicios para satisfacer las necesidades globales del operador de central de energía nuclear:

- reduciendo costes - con varias medidas estratégicas.
- manteniendo e incluso mejorando de la amplia gama de conocimientos técnicos (también en reactores VVER).
- reforzando extraordinariamente la formación del personal y el desarrollo de jefes de proyecto como personal clave del futuro de nuestro negocio.
- creando sociedades estratégicas a largo plazo con socios locales o con los clientes para un beneficio mutuo y el aumento de las sinergias para la maximización de beneficio, innovación y seguridad.
- estableciendo plataformas industriales en los diferentes países donde desarrolla su actividad con objeto de favorecer la

industria local, utilizar recursos humanos autóctonos, reducir la distancia al cliente, etc....

El concepto de mantenimiento integrado ofrecido por AREVA se desarrolla en torno a 6 áreas principales. Cada proyecto es, sin embargo, específico de cada planta y debe configurarse con detalle conjuntamente entre el operador de la planta y AREVA.

Un complemento fundamental y previo a estos seis bloques "técnicos" lo constituye una adecuada planificación y optimización de la recarga con objeto de mantener su duración dentro de los plazos planificados por el operador. AREVA ha desarrollado un "Manual de Optimización de Recargas" en el cual se incluyen las prácticas de mantenimiento por actividades tal como se practican en multitud de centrales nucleares de todo el mundo. La creación de esta enorme base de datos ha sido posible gracias al hecho de que AREVA es una empresa global de prestación de servicios que trabaja de manera habitual en todo tipo de reactores en todo el mundo. Este caudal de información es para uso interno pero permite seleccionar la práctica que mas se aproxima a la excelencia en cada caso. El diálogo Operador-AREVA se mantiene fuera de los períodos de recarga a través de continuos foros y seminarios de clientes organizados para profundizar en el conocimiento mutuo y para mantener a nuestros clientes al corriente de nuevas técnicas, herramientas, experiencias, etc.... Pero la fase mas productiva del dialogo es la fase de planificación previa de los trabajos y es donde se gesta, en general, el éxito o el fracaso de una recarga.

También en el tema de la planificación de la recarga es fundamental la colaboración operador-contratista y la importancia de esta colaboración crece, naturalmente, con el aumento de los volúmenes contratados. Esta colaboración llega en algunos casos al establecimiento de una asociación operador-contratista en la cual se comparten los riesgos y los beneficios derivados de la asociación de intereses.

Como se ha venido discutiendo hasta ahora, la prestación de servicios bajo la modalidad de paquetes integrados tiene como objetivo la reducción de los costes de O&M de las centrales nucleares como respuesta a la presión sobre los costes de producción como consecuencia de las políticas de desregulación sectorial.

Una fase previa a la del establecimiento de una relación contractual de confianza basada sobre paquetes integrados de larga duración debería ser la consultoría encaminada a la optimización de la duración de

la recarga, la planificación de la misma, la determinación del alcance de los trabajos de mantenimiento y el suministro de piezas de repuesto necesarias. Se trata, en definitiva, de establecer de forma clara las bases de la cooperación y los objetivos a alcanzar a medio y largo plazo. No es posible obtener buenos resultados a corto plazo. Es necesario planificar a medio (cinco años) y largo plazo (mas de cinco años) especialmente cuando se alargan los ciclos de operación de las centrales hasta los 2 años con lo cual las posibilidades de intervenir, salvo actividades que se puedan realizar a potencia, solo se presentan cada 24 meses.

A modo de resumen final deseamos hacer notar que AREVA ha reconocido rápidamente los retos de la liberalización del sector eléctrico para los operadores de centrales y ha desarrollado con anticipación suficiente soluciones para los mismos: la reducción de costes, el mantenimiento de conocimientos técnicos, soluciones técnicas innovadoras y modelos de contratación imaginativos y beneficiosos para ambas partes mejorando la seguridad de la central y la

optimización de la parada de recarga. Los Servicios Integrados de Mantenimiento ofrecen soluciones a los problemas de los clientes en un campo del negocio que está experimentando fluctuaciones fuertes y cambios drásticos.

Las fases cruciales de este proceso en marcha son:

- Las consecuencias iniciales de la liberalización del mercado de la energía de Europa en Europa Occidental.
- El coste de los servicios prestados por las plantillas propias en Europa Oriental.
- La escasez de personal especialista.
- La consultoría puede ser la primera estrategia para una cooperación común.
- La implantación de la práctica de Servicios de Mantenimiento Integrados.
- Pocas empresas como AREVA NP cubren la gama entera de las competencias del mantenimiento en todo tipo de reactores y en cualquier escenario de licenciamiento imaginable.



Fernando MICÓ es Ingeniero Naval y Diplomado en Garantía de Calidad por la Universidad Politécnica de Madrid. Master en Negocio Energético por la Universidad de Comillas. Comenzó su carrera nuclear en 1976 en Westinghouse Nuclear Española (Madrid) y en la Westinghouse Pressurized Water Reactor Division en Pittsburg desempeñando diversos puestos de línea y de gestión en las áreas de Garantía de Calidad, Ingeniería y Apoyo a Centrales en Operación. Posteriormente en Enwesa fue responsable de I+D y Marketing y Ventas. Entre 1992 y 2001 fue director de ventas de las divisiones nuclear y de turbinas industriales de Siemens S.A. Desde 2001 desempeña la labor de director de la oficina de Framatome ANP, ahora AREVA NP, en España.



Joachim SPECHT es Master en Metalurgia y Ciencias de los Materiales por la Universidad RWTH de Aachen.

Comenzó su carrera profesional en el año 1992 en Siemens / KWU en el Departamento de Control de Calidad. Participó durante mas de 4 años en el seguimiento de la fabricación de los nuevos generadores de vapor en ENSA para Ascó/Almaraz. Participó en la sustitución de los generadores de vapor de Ascó 2.

Durante los últimos 3 años del proyecto fue responsable del Control de Calidad durante el montaje final y puesta en marcha de la central de Angra 2 en Brasil.

Tras su vuelta a Alemania se incorporó al Departamento de Mantenimiento Integrado y durante varias recargas fue Jefe de Proyecto y de Recarga de Framatome ANP en Angra 1 y 2.

Fue nombrado Director General de Tecnimarse tras la adquisición de esta empresa por Framatome ANP, puesto que desempeña en la actualidad.