

ESPECIALIZACIÓN EN EL ÁREA ENERGÉTICA. FORMACIÓN DE POSTGRADO

F.J. SÁNCHEZ - J.J. AGÜERO

En este artículo se va a describir la experiencia de la colaboración entre la Universidad y Tecnatom en el desarrollo conjunto de programas Master en el área energética. En él se analizarán los dos programas de postgrado que se están cursando en la actualidad, el MASTER EN TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA y el MASTER EN EFICIENCIA ENERGÉTICA que se imparten conjuntamente con las Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid y Barcelona respectivamente.

This article describes the experience in the collaboration between the University and Tecnatom in the development of Master-degree programmes in the area of energy. It analyses two post graduate courses already developed: the Master in Technologies of Electrical Power Generation and the Master in Energetic Efficiency both delivered in cooperation with the Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros Industriales of Madrid and Barcelona Politécnica University respectively.

La Formación de Postgrado para Titulados Superiores en el nivel de Master en el área energética es un área de reciente acceso para Tecnatom que ha iniciado su desarrollo con iniciativas paralelas con la Universidad Politécnica de Madrid y con la Universidad Politécnica de Barcelona basado en las siguientes claves:

- 1.- Idoneidad de los programas de Especialización Energética.
- 2.- Programas Master desarrollados.
- 3.- Contenidos de los Master. Definición de los temarios.
- 4.- Esquema elegido de coparticipación Universidad/Tecnatom con titulación propia de la Universidad
- 5.- Programas de conferencias en los Master.
- 6.- Programas de visitas a plantas y prácticas en empresas.
- 7.- Acogida de las empresas.
- 8.- Comunidad de antiguos alumnos.
- 9.- Desarrollos en curso.

IDONEIDAD DE LOS PROGRAMAS DE ESPECIALIZACIÓN ENERGÉTICA

IDONEIDAD PARA LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS

Esta iniciativa de programas de postgrado para la especialización energética ha venido a cubrir la necesidad del sector eléctrico de abordar los planes de incorporación de nuevo personal para las nuevas unidades de generación, entre ellos los ciclos combinados que se han construido, de disponer de una cantera de técnicos para abordar el relevo generacional en las plantas nucleares en funcionamiento y para la sustitución de personal prejubilado fruto de las sucesivas reorganizaciones de los recursos humanos disponibles en las compañías eléctricas.

ALTERNATIVAS EN EL MERCADO

Hasta hace algunos años para incorporar personal de alto nivel el sector eléctrico se había estado nutriendo de perfiles técnicos, Ingenieros, con alta cualificación y gran potencial de desarrollo que disponían tradicionalmente de algún master tipo MBA impartido por las escuelas de negocio. Parte de sus capacidades profesionales las adquirirían con posterioridad en el desarrollo a "medio gas" de las funciones asignadas inicialmente en la compañía. En la actualidad ante una necesidad de acortar los plazos para el funcionamiento óptimo y casi desde el principio de las nuevas incorporaciones a las compañías eléctricas, en el

mercado han ido apareciendo diferentes opciones de formación de postgrado estimuladas desde las compañías que han tratado de preparar a los recién titulados para una incorporación a pleno rendimiento.

Algunas de estas iniciativas se han orientado dentro del sector energético a la creación de Master para el sector petroquímico en diferentes versiones, refino, marketing... y otras se han focalizado en la envolvente del conjunto energético incluyendo el gas, su distribución y comercialización. Esta amplitud del arco energético ha posibilitado la aparición de programas de especialización energética dirigidos exclusivamente al sector eléctrico y desarrollados conjuntamente desde la Universidad y la Empresa para poder obtener lo mejor de los dos mundos, la fuerza del desarrollo teórico y conceptual de la Universidad y la aplicación del conocimiento real y el compartir la experiencia como fruto para el aprendizaje de la Empresa.

Para dar respuesta a este entorno han nacido dos iniciativas de especialización energética para las compañías eléctricas: la primera un Master en Tecnologías de Generación de Energía Eléctrica orientado específicamente al sector de Generación Eléctrica y la segunda un Master en Eficiencia Energética con una visión mas horizontal del sector que iremos desgranando a lo largo del artículo.

COMPLEMENTARIEDAD CON LOS PROGRAMAS DE TECNATOM

El año pasado se cumplieron veinticinco años de la construcción del



Lección inaugural de la solemne jornada de apertura de la V promoción del Master en Tecnologías de Generación de Energía Eléctrica impartida por la Excm. Sra. D^a Maria Teresa Estevan Bolea, Presidenta del CSN.

primer simulador de alcance total y de la impartición de los primeros cursos dirigidos para la preparación de la obtención de licencias de operación de una central nuclear. Desde ese primer comienzo de la impartición de cursos en simulador también inició su andadura como centro de cursos especializados dirigidos a personal con licencia de operación de las centrales, enfocados para titulaciones de grado medio en una ingeniería preferentemente industriales y se ha ido aumentando el abanico de los cursos disponibles en diferentes áreas:

- Cursos de atenuación de daños al núcleo para personal de ingeniería
- Cursos de tecnología para ingenieros de sistemas
- Cursos de química para analistas químicos
- Cursos de protección radiológica para personal especialista del servicio de protección
- Cursos de mantenimiento menor para rondistas

En la evolución hacia la impartición a otros colectivos se han desarrollado programas dirigidos también a colectivos con formación inicial de formación profesional

- Cursos de Componentes Mecánicos y Eléctricos para personal de mantenimiento mecánico y eléctrico
- Cursos de Instrumentación y Control para técnicos especialistas

Y con carácter general para todos los colectivos de las plantas se imparten

- Cursos de Factores Humanos enfo-

cados a la mejora de la actuación humana

- Cursos de Habilidades Directivas para supervisores y mandos intermedios

Este número creciente de cursos ha permitido que en la actualidad TECNATOM diseñe e imparta todos los programas de formación para todo el personal de explotación, operación y mantenimiento, de centrales nucleares, centrales térmicas convencionales y centrales de ciclo combinado.

Consecuencia de esa evolución piramidal de aumento por la base de nuevas áreas de formación dirigidas a nuevos colectivos se han extendido de forma natural nuestras capacidades formativas hacia la formación gerencial y técnica del más alto nivel en las plantas: Jefes de central, responsables de operación y mantenimiento y jefaturas de las diferentes secciones. Y para ello se ha estructurado el programa gerencial en línea con cursos de postgrado para Titulados Superiores dando lugar inicialmente a un Curso Superior de Generación de Energía Eléctrica y tras los acuerdos llegados con la Universidad al lanzamiento de los diferentes Master.

Tecnatom ha inaugurado un nuevo campo formativo, el de Master Especializados dirigidos al Sector Eléctrico de Generación que va mas allá de los tradicionales MBA generalistas de las escuelas de negocio, con los lanzamientos de Master fruto de la cooperación entre el mundo empresarial y la Universidad.

IDONEIDAD PARA LA UNIVERSIDAD

La Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros Industriales de Madrid y de

Barcelona han colaborado con entusiasmo en esta iniciativa haciendo suya la titulación otorgada en sus respectivos Master con carácter académico, ampliando la oferta para sus estudiantes de las especialidades energéticas que habían sufrido merma en sus tradicionales inscripciones para potenciar la nueva demanda social que se espera en esta área y, por otra parte, apoyando iniciativas a nivel europeo de redes de excelencia en las que participan las Universidades, que anticipan unas necesidades futuras de profesionales para el sector energético en general y para el sector nuclear en particular.

PROGRAMAS MASTER DESARROLLADOS

MASTER DE ENERGÉTICA INDUSTRIAL



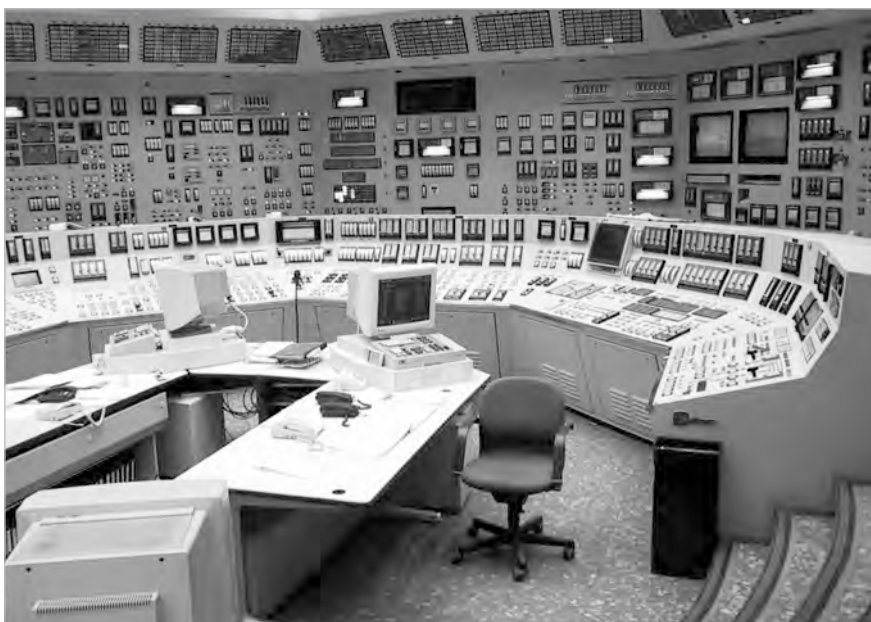
La energética industrial es una rama de la Ingeniería que trata acerca de la resolución de los problemas relacionados con el uso de la energía en la industria, en sus diversas formas, dando un énfasis especial a los aspectos operacionales de fiabilidad, racionalización y optimización técnico-económica.

El conocimiento de esta disciplina está adquiriendo un interés creciente entre los profesionales de la industria y de la administración por un conjunto de factores estratégicos:

- La creciente toma de conciencia de la escasez y finitud de las reservas energéticas, junto con la progresiva aceptación e incorporación del concepto "desarrollo sostenible" que hace totalmente necesario trasladar a la opinión pública una imagen de uso óptimo de los recursos energéticos en todas las actividades.

- Los aspectos relacionados con el impacto ambiental derivado del uso intensivo de los combustibles fósiles, uno de cuyos aspectos más relevantes, controvertidos y acuciantes es el "efecto invernadero" y sus importantes repercusiones económicas en los sectores industriales, que quedan bien patentes, tras la reciente publicación de la Directiva Europea, derivada del cumplimiento del Protocolo de Kyoto, cuyo cumplimiento obligará a nuestro país a readaptar el consumo energético en sectores industriales de gran peso económico.

- Los planteamientos de globalización, con especial énfasis en los aspectos relacionados con la competitividad



A.11 Dispositivos destinados a disminuir las degradaciones de energía

Módulo B. Fuentes y Convertidores de Energía

B.1 La producción de energía térmica en la industria

B.2 Los convertidores electromecánicos. Generadores y motores eléctricos

B.3 La conversión de energía térmica en mecánica/eléctrica. Los sistemas con Turbina de Vapor.

B.4 La conversión de energía térmica en mecánica/eléctrica. Los sistemas con Turbina de Gas

B.5 La conversión de energía térmica en mecánica/eléctrica. Los motores de combustión interna alternativos

B.6 La generación de energía eléctrica en Centrales Termoelectricas.

B.7 Las Centrales Nucleares

B.8 Las instalaciones de cogeneración

B.9 Los sistemas de refrigeración

B.10 Los sistemas de calefacción

B.11 La conversión de energía eléctrica en térmica.

Módulo C. El Mantenimiento de las Instalaciones Industriales

C.1 Principios generales del Mantenimiento

C.2 El Mantenimiento Mecánico

C.3 El Mantenimiento Eléctrico

C.4 El Mantenimiento de Instrumentación y Control

Módulo D. La Gestión Técnico-Económica del consumo e Energía en los sectores industriales

D.1 Las acciones técnicas para economizar la energía en la industria

D.2 Las economías de energía en la industria química

D.3 La optimización del consumo doméstico de energía

D.4 El consumo de energía en el ámbito de la informática y las telecomunicaciones

D.5 La gestión de los combustibles fósiles. Combustibles sólidos y líquidos

D.6 El consumo de energía en los sectores industriales

D.7 El protocolo de Kyoto. El mercado de los derechos de emisión de la U.E.

Módulo E. Las industrias de Red. Electricidad y Gas Natural

E.1 Los sistemas de transporte y almacenamiento de energía

E.2 Descripción del Sector Eléctrico

E.3 La gestión técnico-económica del sistema eléctrico. La nueva regulación del mercado

E.4 La optimización del consumo eléctrico

E.5 El Gas Natural (GN) La cadena de transporte y distribución. Los Gases Licuados del Petróleo (GLP)

E.6 Tecnologías y aplicaciones del gas natural

E.7 La regulación de la industria del Gas Natural. El marco económico y legal. Las tarifas del GN y de los GLP

Módulo F. Energías Renovables y Conversión Directa de Energía

F.1 El proyecto y la gestión de las energías renovables I

F.2 El proyecto y la gestión de las energías renovables II

F.3 La conversión directa de energía

Módulo G. Proyecto Fin de Master

PROGRAMA DEL MASTER EN TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Módulo A. Tecnología General de Centrales Eléctricas

A.1 Generalidades sobre la generación eléctrica

A.2 Conocimientos básicos de sistemas eléctricos

A.3 Sistemas eléctricos de las centrales

A.4 Prácticas eléctricas en taller

A.5 Integración de las centrales eléctricas en la red

A.6 Componentes Mecánicos de las centrales

A.7 Prácticas mecánicas en taller

Módulo B. Generación Hidráulica

Módulo C. Generación Térmica y Ciclo Combinado

C.1 Fundamentos de las centrales térmicas

C.2 Tecnología de componentes de centrales térmicas

C.3 Prácticas sobre la tecnología de sistemas de centrales térmicas

C.3.1 Preparación descriptiva de sistemas de la central

C.3.2 Operación en simulador compacto

C.4 Prácticas sobre la tecnología de los sistemas de una central de ciclo combinado

C.4.1 Preparación descriptiva de los sistemas

C.4.2 Operación en simulador de ciclo combinado

C.5 Impacto de la generación térmica

Módulo D. Generación Nuclear

D.1 Conceptos básicos y descripción general de centrales nucleares

D.2 Fundamentos de la operación del reactor

D.3 Fundamentos Tecnológicos de centrales PWR

D.4 Fundamentos Tecnológicos de centrales BWR

D.5 Prácticas de operación en simuladores PWR/BWR

D.6 La Seguridad Nuclear y la Protección Radiológica en la generación eléctrica

D.7 Reactores Avanzados

Módulo F. Generación Distribuida y Cogeneración

F.1 Generación distribuida

F.2 Cogeneración

Módulo G. Mantenimiento de Centrales Eléctricas

G.1 Gestión y organización del mantenimiento en una central eléctrica

G.2 Técnicas de ensayos no destructivos

G.3 Prácticas de mantenimiento en el lazo hidráulico

Módulo H. Gestión de Centrales Eléctricas

H.1 Gestión Económica-Financiera

H.2 Gestión de Recursos Humanos

H.3 Producción de Energía Eléctrica

H.4 Gestión de la Tecnología de Centrales Eléctricas

H.5 Habilidades Directivas

H.6 Legislación

Módulo I. Proyecto Fin de Master

ESQUEMA ELEGIDO DE COPARTICIPACIÓN UNIVERSIDAD/TECNATOM CON TITULACIÓN PROPIA DE LA UNIVERSIDAD

La titulación de los Master son titulaciones oficiales tanto de la UPM, Universidad Politécnica de Madrid como de la UPC, Universidad Politécnica de Cataluña y han sido aprobados por sus respectivos Rectorados

El modelo de integración Universidad-Empresa desarrollado en el Master se ha organizado a través de dos órganos de gestión para su funcionamiento: una Comisión Rectora y una Comisión Académica.

La misión de la Comisión Rectora ha sido plantear los objetivos del Master y velar por el cumplimiento del mismo. Está formada por los representantes de la Universidad y de Tecnatom así como de las empresas que colaboran con el Master.

La Comisión Académica se encarga de definir los objetivos académicos del Master elaborando el programa docente, fijando los currícula vitarum del claustro de profesores, definiendo los criterios de selección del alumnado y asignando los créditos que puedan reconocerse según la experiencia de los alumnos.

En el Claustro de Profesores se fijan los criterios mínimos de asistencia y de superación de las pruebas de evaluación para pasar el Master y, en colaboración con cada responsable de los módulos, se elaboran los contenidos de las evaluaciones y se establecen los trabajos de los proyectos finales y la forma en que serán presentados y evaluados.



Entrega de diplomas de la 3ª promoción del Master en Tecnologías de Generación de Energía Eléctrica.

PROGRAMAS DE CONFERENCIAS EN LOS MASTER

Una parte importante del programa de formación corresponde al programa de Conferencias. Está compuesto por sesiones monográficas dentro del programa de cada módulo donde el ponente dirige su exposición a los asistentes con temas tales como:

"IMPORTACIONES, INFRAESTRUCTURAS Y COMERCIALIZACIÓN DE GAS EN ESPAÑA: ASPECTOS REGULATORIOS Y ECONÓMICOS".

"EL PETRÓLEO EN EL CONTEXTO ENERGÉTICO MUNDIAL"

"DEL CARBÓN AL CARBONO"

"PERSPECTIVAS DE FUTURO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES"

"CAMBIO CLIMÁTICO Y DEMANDA GLOBAL DE ENERGÍA"

"ÉTICA EMPRESARIAL"

o mesas redondas y foros de discusión que pretenden cada año suscitar y debatir entre los asistentes temas de actualidad y con suficiente interés para generar criterio propio tras una serena o en algunos casos acalorada discusión como la organizada por el Foro



Salón de actos de Tecnatom. Programa de Conferencias.



Visita a la central de biomasa de Villarta de San Juan acompañados por D. Roberto Pilling, Jefe de central y graduado de la 3ª promoción del Master.

Nuclear con una amplia representación de todos los actores implicados.

"CONFERENCIA - DEBATE. "OPCIONES DE FUTURO PARA LA ENERGÍA NUCLEAR"

Y en otros casos el programa incluye la asistencia a otros eventos organizados con interés relevante en los temas que se imparten, tal como en el módulo nuclear la jornada organizada por la SNE

"REUNIÓN SOBRE EXPERIENCIA OPERATIVA"

Dentro de este programa de conferencias existen jornadas específicas de presentación de las compañías eléctricas Endesa, Iberdrola y Unión Fenosa como empresas patrocinadoras del Master. En ellas los alumnos tienen la

oportunidad de recibir de primera mano de los Directores de Generación de las Compañías los planes de actuación futura y de intercambiar con ellos acerca de sus expectativas profesionales.

PROGRAMAS DE VISITAS A PLANTAS Y PRÁCTICAS EN EMPRESAS

El Master en Tecnologías de Generación de Energía Eléctrica tiene una duración total de 850 horas, un año académico, de las que 540 son horas de carga lectiva, 54 horas corresponden a visitas a centrales de generación, 36 horas se distribuyen en el programa de conferencias y 220 horas corresponden al período de prácticas en empresas donde se ejecuta el proyecto fin de Master. Como ilustración de las activi-

dades que se realizan se mencionan las actividades de la última promoción: se visitó la central de ciclo combinado de ELCOGAS. Se visitó la central de biomasa de Villarta de San Juan propiedad de ENEMANSA. Y en la semana del viaje de prácticas se visitaron la central térmica de Teruel, la central nuclear de Ascó y el ciclo combinado de Besos.

Las empresas patrocinadoras y Tecnatom con ellas a la cabeza son las receptoras del período de prácticas en empresas en las que se aprovecha para trabajar en la realización del Proyecto fin de Master. Cada año se incorporan nuevas empresas como receptoras del período de prácticas para acoger a alumnos que desarrollen en ellas nuevos proyectos.

ACOGIDA DE LAS EMPRESAS

Año tras año la respuesta de las empresas a esta iniciativa es inmejorable, fruto de la constatación del nivel adquirido específico de formación para el sector energético. Durante la edición de los diferentes Master algunos de los alumnos han conseguido ofertas de empleo antes de finalizar el curso hasta llegar a esta última promoción que ha celebrado su ceremonia de clausura del Master y recogida de diplomas conjuntamente con el acto de apertura del siguiente curso estando todos ellos en ese acto académico ya trabajando en diferentes empresas.

COMUNIDAD DE ANTIGUOS ALUMNOS



Como medio de continuación de los lazos intensos que establecen los alumnos durante el desarrollo del programa Master se ha consolidado como un canal de comunicación la Comunidad de Antiguos Alumnos que con sus mensajes periódicos sirve para vertebrar algunos de los actos que se organizan para mantener el buen clima entre antiguos compañeros.

DESARROLLOS EN CURSO

5º MÁSTER DE TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Tecnatom, en colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid,



Alumnos de la IV promoción del Master junto con el Presidente de Tecnatom, D. Eduardo Martín Baena y el Director General de Tecnatom D. Antonio Alonso

imparte desde hace cuatro años este Máster, que nació con el claro objetivo de proporcionar una formación avanzada a Técnicos Superiores para la gestión de las organizaciones, nacionales o internacionales de generación de electricidad.

La conexión que se mantiene con el sector es uno de los aspectos más atractivos del Máster. Un sector en el que se está produciendo un cambio generacional, que beneficia a todos aquellos que ahora mismo comienzan a buscar empleo en este campo. El Máster cuenta con una bolsa de trabajo que en función de los resultados obtenidos, de las preferencias del candidato y de las necesidades de la empresa ofrece la posibilidad de incorporarse a distintos puestos de trabajo dentro del sector eléctrico.

Coincidiendo con la clausura de la cuarta edición, y en una ceremonia conjunta, la nueva promoción inició su andadura en este Máster el lunes 21 de noviembre de 2005. Son veinte (20) los alumnos, en su mayoría ingenieros industriales, de minas y químicos los que componen esta V promoción.

PRIMER MASTER DE ENERGÉTICA INDUSTRIAL EN CATALUÑA

TECNATOM ha organizado junto con la **Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)** y la **Fundación UPC**, el primer Master de Energética Industrial, que comenzó su andadura el pasado día 18 de octubre de 2005 en Barcelona.

El curso pretende dar respuesta al cada vez mayor interés por la energética en el sector industrial, cuyo objetivo es la profundización en el estudio de los

medios de optimización y racionalización técnico-económica de la energía en los diferentes procesos industriales.

El profesorado está formado por técnicos especialistas con experiencia profesional, destacando los profesores de la ETSEB (UPC), del sector eléctrico y del gas natural, así como del L'Institut Català d'Energia y de Tecnatom, S.A.

Tecnatom coordina e imparte el 45% de la carga total del curso: los módulos de "Fuentes y convertidores de energía", "El mantenimiento de las Instalaciones Industriales" y "Las industrias de red: electricidad y gas natural".

En esta primera edición se han matriculado veintidós (22) alumnos procedentes de diversos sectores y empresas industriales, así como recién titulados en ingeniería y otras disciplinas científico-técnicas.

Tecnatom aporta su conocimiento y experiencia en aquellas áreas del curso en las que cuenta con profesionales y medios que aporten una visión eminentemente práctica con el estudio de casos y el uso de los simuladores para el planteamiento y la resolución de problemas reales. Asimismo, aspiramos a continuar dotando a nuestros clientes de personal altamente capaz para afrontar los retos empresariales que tiene planteados.

Al acto de inauguración y presentación, que se celebró en el edificio Vertex de la Fundación UPC, en Barcelona, acudieron el Director de Programas de la Fundación Politécnica, D. Josep Ollé i Pous, los directores del Curso por la ETSEI, D. Josep Monserrat y D. Rafael Ruiz Mansilla y, por parte de Tecnatom, Francisco Sánchez y José Luis Delgado.

CONCLUSIONES

Para finalizar, queremos resumir diciendo que para Tecnatom los objetivos de los Máster se están cumpliendo y se ven materializados en el sentimiento de orgullo que nos invade al encontrar a los alumnos de las promociones anteriores integrados en puestos de responsabilidad del sector lo cual significa que la iniciativa está siendo útil para las compañías eléctricas.



Francisco José SÁNCHEZ ÁLVAREZ es Licenciado en Ciencias Químicas por la Universidad Complutense de Madrid, diplomado en Ingeniería Nuclear por la JEN y PDD por el IESE. Se incorpora en 1983 a Tecnatom como instructor de tecnología BWR, pasando por distintas responsabilidades dentro del área de formación y como jefe de proyectos a nivel nacional e internacional. En 2001 fue nombrado Responsable de la División de Adiestramiento de Tecnatom, cargo que ocupa en la actualidad. Es miembro de la SNE y Chairman del "International Working Group on Training and Qualification" de la IAEA.



Jorge Juan AGÜERO AGÜERO es Ingeniero Industrial por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid. PDA por el IESE. Se incorpora a Tecnatom en 1986. En la actualidad es el Responsable de la unidad de Consultoría de Formación de la División de Adiestramiento, desde donde se encarga del lanzamiento de proyectos de consultoría, metodologías de análisis, diseño y elaboración de programas de formación, procesos integrales de renovación de personal de las plantas de generación de energía y desarrollando soluciones tecnológicas avanzadas para la formación tales como la plataforma de e-learning aplicación de las TIC a la formación individualizada.

