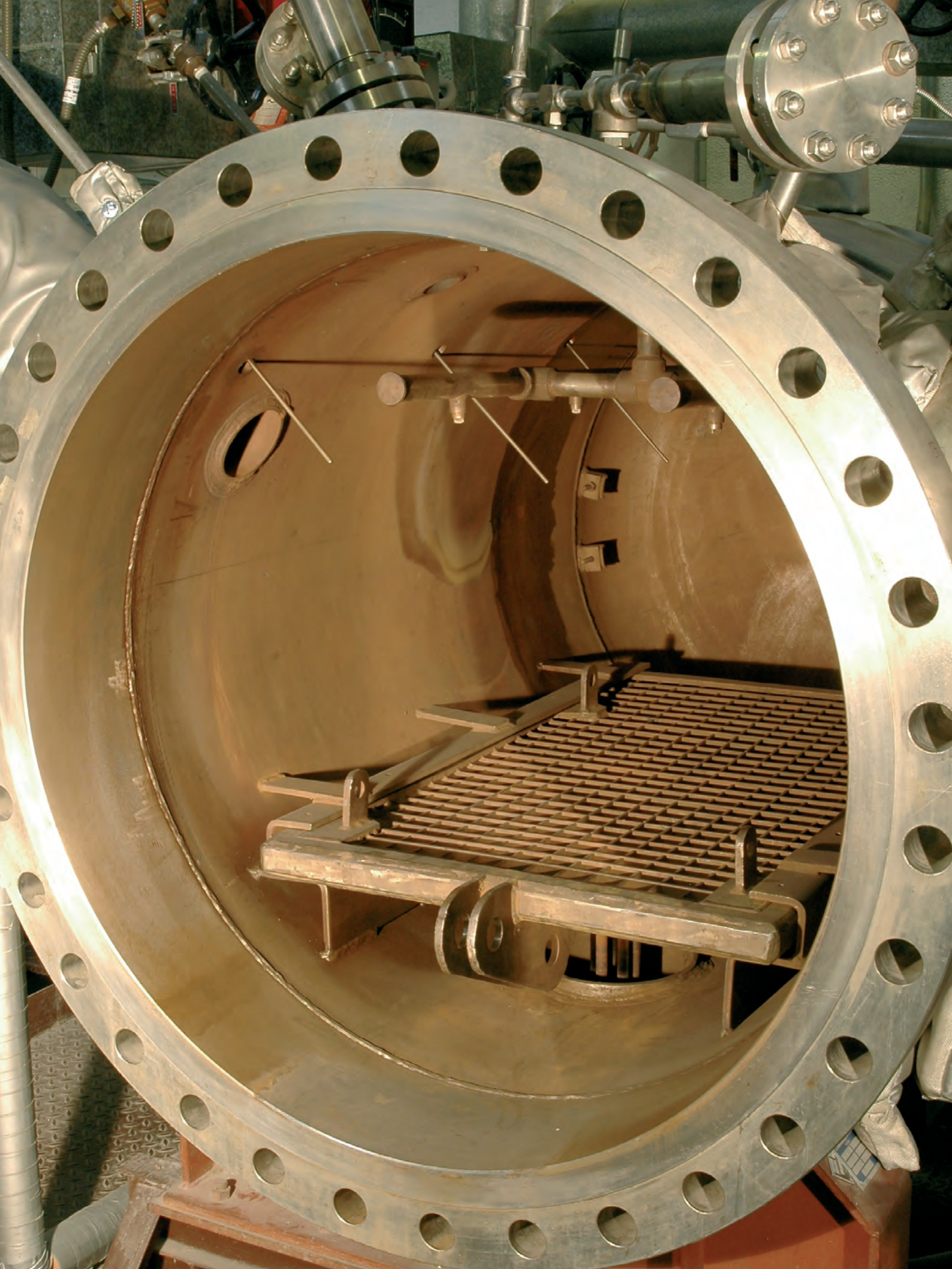




La gestión de equipos y repuestos nucleares y los laboratorios asociados

Nuclear Equipment and Spare Part Management and Associated Laboratories

La gestión de equipos y repuestos de seguridad de las centrales nucleares es un servicio de Tecnatom orientado a resolver problemáticas de acopio de estos elementos asociadas a la desaparición del equipo o repuesto original.

Mediante procesos de ingeniería y ensayos especializados se desarrollan elementos alternativos a los originales ya no disponibles, que satisfacen los requisitos técnicos y de seguridad de las plantas. Esta línea de actividad es fruto de la evolución de los servicios de ingeniería de calificación ambiental iniciados hace 25 años en Tecnatom para su adaptación a las necesidades de las plantas españolas.

Safety equipment and spare part management in nuclear power plants is a service provided by Tecnatom to solve problems of procurement of these elements related to the fact that the original equipment or part has ceased to exist. By means of specialized testing and engineering processes, alternative elements are developed for the now unavailable originals that meet the technical and safety requirements of the plants. This line of activity has evolved out of the environmental qualification engineering services begun 25 years ago in Tecnatom to adapt them to the needs of the Spanish plants.

Las actividades de gestión de repuestos asociados a equipos de seguridad nuclear constituyen un claro ejemplo de cómo Tecnatom ha ido adaptando sus servicios a las necesidades de sus clientes prioritarios, las centrales nucleares españolas. Dentro de este artículo se presentará la evolución en los últimos 25 años de esta actividad en Tecnatom, la situación actual y las perspectivas de futuro. Se realizará también una breve descripción de las capacidades de los laboratorios asociados a esta línea de desarrollo.

Inicio y evolución

La actividad de Tecnatom sobre equipos de seguridad de las centrales nucleares se inició con la apertura de una línea de trabajo en calificación ambiental de equipos en 1982. La calificación ambiental de equipos es una actividad de ingeniería y ensayos orientada a demostrar que los equipos de seguridad instalados en las plantas son capaces de funcionar adecuadamente en ambiente severo (alta temperatura, vapor, radiación, sismo, etc.) al fi-

nal de su vida útil (normalmente los 40 años de vida de diseño de la planta).

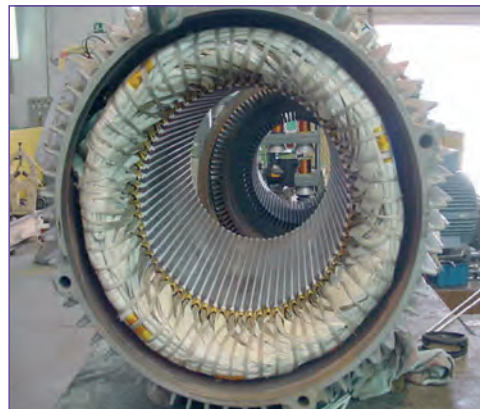
En aquel entonces las actividades de Tecnatom dentro de esta disciplina se limitaban a actividades puramente de ingeniería (valoración de programas de calificación, seguimiento y documentación de los mismos, etc.). El primer trabajo de relevancia realizado lo constituyó la especificación y evaluación de la calificación ambiental de los equipos del BOP (Balance of Plant) de la Central Nuclear de Valdecaballeros, siendo este trabajo realizado conjuntamente con Framatome. También en esta época Tecnatom se hizo miembro, por indicación de las plantas españolas, de la base de datos de calificación (EQDB) de EPRI, con la ayuda de la cual se validaron diversos equipos ya instalados de las centrales de José Cabrera y Santa María de Garoña.

El perfil requerido por las centrales para los trabajos de calificación de aquellos años estaba lógicamente asociado al momento expansivo que vivía la industria nuclear en el mundo y en España. La NRC (el

The management activities of nuclear safety equipment spare parts provide a good example of how Tecnatom has been tailoring its services to the needs of its main customers, the Spanish nuclear power plants. This article discusses the evolution of this activity in Tecnatom over the last 25 years, the current situation and future prospects. There is also a brief description of the capabilities of the laboratories associated with this line of development.

Beginnings and Evolution

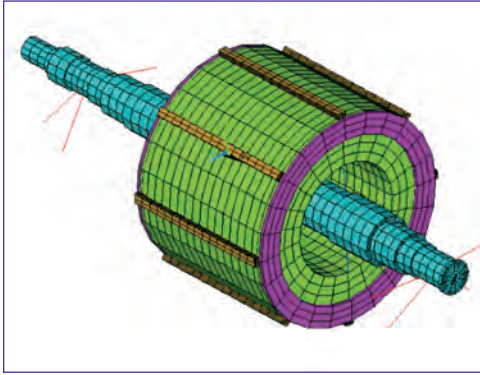
Tecnatom's activity in the area of nuclear power plant safety equipment began when it started working on environmental equipment qualification in 1982. Environmental equipment qualification is an engineering and testing activity carried out to demonstrate that the safety equipment installed in the plants is able to function properly under severe



Reparación del aislamiento de motor Clase 1E.
Repair of Class 1E motor insulation.

Foto página izquierda: Cámara de simulación de ensayos termodinámicos de accidente de centrales nucleares

Left page photo: Nuclear power plant accident thermodynamic test simulation chamber.



Modelo de elementos finitos del motor QOG-355. Conjunto rotor y devanado.

Finite element model of motor QOG-355. Rotor and winding assembly.

ambient conditions (high temperature, steam, radiation, earthquake, etc.) until the end of its effective lifetime (usually the plant's 40 years of design life).

Back then the Tecnatom activities in this discipline were limited to pure engineering work (qualification program assessment, follow-up and documentation, etc.). The first relevant job was the specification and evaluation of the environmental BOP (Balance of Plant) equipment qualification for the Valdecaballeros nuclear plant, which was done jointly with Framatome. Also at that time, Tecnatom became a member, at the suggestion of the Spanish plants, of the EPRI qualification database (EQDB), which helped to validate different equipment already installed in the Jose Cabrera and Santa Maria de Garoña power plants.

The profile required by the plants for qualification work during those years was logically associated with the expansion of the nuclear industry around the world and in Spain. The NRC (the U.S. regulatory body) had already issued a substantial body of requirements and guidelines applicable to safety equipment qualification, and the IEEE (U.S. Institute of Electrical and Electronics Engineers) had published a series of technical qualification standards with practices and methodologies for meeting those requirements.

Leading international manufacturers made the corresponding investments to develop equipment specifically tailored to nuclear requirements and to subsequently qualify this equipment. The Spanish industry also enthusiastically joined this effort to supply nationally manufactured safety equipment. In this situation, the plants needed to ensure that the equipment available on the market conformed with their technical requirements, one of which was meeting the applicable environmental qualification requirements.

Tecnatom's work at that time was usually limited to evaluating the acceptability of the qualifications already carried out by the pertinent manufacturer for the plant requirements and, when necessary, to support those manufacturers to complement the existing qualification or develop a new one. In other words, the profile of Tecnatom's work at that stage was basically qualification support engineering.

During those years of activity, the capabilities to perform qualification tests in our country were limited to the facilities for seismic and vibration testing in Urbar and irradiation testing in the CIEMAT. These facilities did not cover the complete range of required services and, on the other hand, there was no experience with complete qualification services in Spain. This situation changed with the decision

organismo regulador americano) había ya editado un sólido conjunto de requisitos y guías aplicables a la calificación de equipos de seguridad y el IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos americano) había publicado un conjunto de normas técnicas de calificación con prácticas y metodologías para el cumplimiento de dichos requisitos.

Fabricantes internacionales relevantes realizaron el correspondiente esfuerzo inversor para el desarrollo de equipos específicamente adaptados a las exigencias nucleares y su posterior calificación. La industria española también se incorporó con entusiasmo a este esfuerzo para el suministro de equipos de seguridad de fabricación nacional. En esta situación, las necesidades de las plantas estaban orientadas a asegurar que los equipos disponibles en el mercado se ajustaban a sus requisitos técnicos, uno de los cuales lo constituía el cumplimiento de los requisitos aplicables de calificación ambiental.

Los trabajos de Tecnatom en esta época se solían limitar a evaluar la aceptabilidad de las calificaciones ya realizadas por el fabricante correspondiente para los requisitos de la planta y, en aquellos casos en que resultaba necesario, apoyar a dichos fabricantes para complementar la calificación existente o desarrollar una nueva. Es decir, el perfil de los trabajos de Tecnatom en esta etapa era básicamente de ingeniería de soporte a la calificación.

Durante estos años de actividad la capacidad de realizar ensayos

de calificación en nuestro país estaba limitada a las instalaciones para la realización de ensayos sísmicos y de vibración en Urbar y de irradiación en el Ciemat. Estas instalaciones no cubrían el espectro completo de servicios necesarios y no había, por otro lado, experiencia para la realización completa de calificaciones en España. Esta situación cambió con la decisión del Sector Nuclear (a través de los Grupos de Propietarios de Centrales PWR y BWR de UNESA) de construir una instalación española para la simulación de ensayos de accidente de centrales nucleares. El desarrollo de esta instalación se encargó a Tecnatom y se financió con fondos de investigación PIE (Programa de Investigación Eléctrico). Esta instalación, altamente novedosa (solo hay unas pocas similares en el mundo) e íntegramente desarrollada en España comenzó a operar comercialmente en 1989. Con esta instalación y otras complementarias de apoyo desarrolladas por Tecnatom (instalaciones de envejecimiento climático y operacional, medios de ensayo funcional, de calibración, de verificación, etc.) se completaban las capacidades de ensayo para la realización integral de calificaciones. Un acuerdo posterior de colaboración CIEMAT, URBAR y Tecnatom aseguraba finalmente la adecuada coordinación de las distintas instalaciones y organizaciones implicadas.

En esta segunda época, caracterizada por unas instalaciones de ensayo de calificación completas a nivel nacional, el perfil de los



Laboratorio de calibración.
Calibration laboratory.



Repuestos de válvulas.
Valve spares.

servicios de Tecnatom pasa de ser puramente de ingeniería a cubrir el espectro completo de servicios de ingeniería y ensayo requeridos por la calificación. Desde 1989 hasta la actualidad y, a pesar de la ralentización del sector nuclear, estas capacidades se han aplicado con éxito en la realización de múltiples trabajos de calificación de equipos para todas las plantas nucleares españolas.

La experiencia adquirida en España aportó un saber hacer que, posteriormente, se ha podido exportar fuera de España, tanto dentro de relevantes proyectos TACIS y PHARE de la UE, como para diferentes fabricantes internacionales de equipos. Otro aspecto relevante con incidencia en las plantas que se ha ido produciendo durante estos años ha sido la paulatina desaparición de fabricantes originales y/o el abandono por éstos de sus líneas de equipos nucleares. En este entorno de falta de apoyo creciente por parte de los fabricantes habituales de equipos, la iniciativa en la resolución de las distintas necesidades de calificación que iban apareciendo han ido basculando hacia las propias plantas, que han tenido que desarrollar actuaciones sin el debido apoyo del fabricante, para el mantenimiento requerido de la calificación de muchos de sus equipos.

Situación actual y perspectivas

En estos últimos años esta falta de implicación de los fabricantes se ha agudizado y los escenarios de falta de soporte adecuado por éstos a los equipos de seguridad por ellos suministrados han ido en aumento. Situaciones típicas vienen dadas por la dificultad o imposibilidad de encontrar repuestos originales (lo que resulta imprescindible para el mantenimiento de la calificación ambiental original), la dificultad ó imposibilidad de reparar el equipo original manteniendo la calificación e, incluso, en muchos casos, de acopiar equipos nuevos alternativos que satisfagan los requisitos de calificación de las plantas. En estas circunstancias, la experiencia de Tecnatom en la realización de calificaciones de múltiples tipos de equipos y de sus materiales, ha permitido dar un paso adelante en los servicios de apoyo a las plantas en el área de calificación. Bien por sí mismo o mediante acuerdos con fabricantes, Tecnatom lleva varios años involucrado en trabajos de generación de soluciones alternativas a la falta de ciertos equipos y repuestos de aplicaciones de seguridad. Los procesos básicos asociados a estas actuaciones son los siguientes:

made by the Nuclear sector (through the UNESA PWR and BWR Plant Owners' Groups) to build a Spanish facility for simulation of nuclear power plant accident tests. Tecnatom was commissioned to develop this facility, and it was funded with PIE (Electrical Research Program) research funds. This highly innovative facility (there are only a few of its kind in the world), which was developed entirely in Spain, began to operate commercially in 1989. This facility and other complementary support facilities developed by Tecnatom (climatic and operational ageing facilities, functional test means, calibration, verification, etc.) completed the testing capabilities for an integral qualification service. A subsequent collaboration agreement between CIEMAT, URBAR and Tecnatom finally ensured adequate coordination between the different facilities and organizations involved.

In this second stage, featuring complete qualification testing facilities at the national level, the profile of Tecnatom services ceased to be purely engineering-oriented and started covering the complete range of engineering and testing services required for qualification. From 1989 to the present and in spite of the slowdown in the nuclear sector, these capabilities have been successfully applied to the execution of multiple equipment qualification jobs for all the Spanish nuclear power plants.

The experience gained in Spain provided a know-how that has subsequently been exported outside Spain, as part of the EU's relevant TACIS and PHARE projects, and also to different international equipment manufacturers. Another relevant aspect that affects the plants and that had been occurring throughout this period is the gradual disappearance of original manufacturers and/or discontinuation of their nuclear equipment lines. In this situation of an increasing lack of the usual support by the equipment manufacturers, the initiative to meet the different qualification needs has been shifting to the plants themselves, which have had to act without due support by the manufacturer to maintain the required qualification of many of their equipment.

Current Situation and Prospects

In recent years, this lack of involvement by the manufacturers has become more severe, and the scenarios of lack of adequate support for the safety equipment supplied by them have multiplied. Typical situations include the difficulty or impossibility of finding original spare parts (which is essential for maintaining the original environmental qualification), the difficulty or impossibility of repairing the original equipment to maintain the qualification, and in many cases the difficulty of acquiring new alternative equipment that meets the plant qualification requirements. Under these circumstances, Tecnatom's experience in qualifying multiple types of equipment and materials has allowed it to take another step forward in the plant support services that it provides in the area of qualification. Either by itself or through manufacturer agreements, Tecnatom has been working for several years on producing alternative solutions to address the lack of certain equipment and spare parts for safety applications. The basic processes associated with these actions are as follows:

- **Safety equipment or part characterization engineering.** This activity comprises the complete definition of the technical, quality and safety requirements that the alternative equipment or spare part should meet.
- **Alternative equipment or part development and validation.** Validation involves a demonstration

of the technical fitness of the alternative equipment or spare part that has been developed and of the fulfillment of the quality and safety requirements. Part of this validation includes the necessary qualification activities and, in the case of commercial grade equipments, their dedication.

• **Manufacturing, acceptance and supply of the alternative equipment or part to the plant.**

In this area, a large number of activities have been carried out to date in all the Spanish nuclear power plants. The most relevant ones are listed below:

• **WVP and Valcontrol valve spares.** Through agreements with alternative manufacturers (Ringo and V&W) and by using the technology formerly acquired by Tecnatom, it has been possible to ensure the supply of spare parts for these valves from the now extinct manufacturers.

• **Class 1E low-voltage electric motors for harsh environments.** A new family of motors has been developed for safety applications together with the manufacturer Cantarey Gamesa Electric Reinosa. In most cases, thanks to this development, the machines of other manufacturers can also be repaired to maintain the environmental qualification. This development includes qualification of the usual auxiliary components (RTDs, joints, lube-oils, bearings, etc.) of this type of machinery.

• **Seismically qualified Class 1E medium-voltage electric motors and generators for harsh environments.** This development is similar in scope to that of low-voltage motors. At present, the seismic qualification is completed and the environmental qualification is underway.

• **Class 1E electric power, control and instrumentation cables for harsh environments.** This new family of cables is currently being developed with Prysmian (formerly Pirelli).

• **Class 1E cable connection boxes and sealing systems for harsh environments.** This is an in-house development of connection boxes for safety applications, typically for instrumentation and control, which are complemented by a flexible sealing system for the cable feedthroughs to the boxes and equipment proper.

• **Class 1E thermocouples and RTDs.** This is also an in-house development already qualified for average environmental levels, while the qualification for harsh environments is currently in an advanced phase of completion.

• **Different elastomer materials for safety applications in harsh environments.** Diaphragms of pneumatic valves, flat and O-ring gaskets in different materials have already been qualified.

As indicated above, these developments are helping to solve specific procurement problems for the



Laboratorio de Carbón Activo.
Efficiency Tests Laboratory.

• **Ingeniería de caracterización del equipo o repuesto de seguridad.** Se define el conjunto de requisitos técnicos, de calidad y de seguridad que debe cumplir el equipo o repuesto alternativo.

• **Desarrollo y validación del equipo o repuesto alternativo.** La validación implica la demostración de la idoneidad técnica del equipo o repuesto alternativo desarrollado y del cumplimiento de los requisitos de calidad y seguridad del mismo. Parte de esta validación incluye las actividades de calificación necesarias y, cuando se trate de equipos de grado comercial, su dedicación.

• **Fabricación, aceptación y suministro del equipo o repuesto alternativo a la planta.**

En esta línea, hasta la fecha se han realizado un buen número de actuaciones en la totalidad de las plantas nucleares españolas, de las que se pueden destacar como más relevantes las siguientes:

• **Repuestos de válvulas de WVP y Valcontrol.** Mediante acuerdos con fabricantes alternativos (Ringo y V&W) y con el uso de la tecnología adquirida en su día por Tecnatom se está manteniendo el suministro de los repuestos de las válvulas de estos fabricantes ya desaparecidos.

• **Motores eléctricos de baja tensión Clase 1E para ambiente severo.** Se ha desarrollado una nueva familia de motores para aplicaciones de seguridad junto con el fabricante Cantarey Gamesa Electric Reinosa. Este desarrollo permite,

asimismo, en buena parte de los casos, la reparación de máquinas de otros fabricantes, manteniéndose la calificación ambiental. Este desarrollo incluye la calificación de los elementos auxiliares habituales (RTDs, juntas, grasas, rodamientos, etc.) de este tipo de máquinas.

• **Motores y generadores eléctricos de media tensión Clase 1E calificados sísmicamente y para ambiente severo.** Este desarrollo es similar en alcance al de los motores de baja tensión. En la actualidad, la calificación sísmica está completada y la ambiental se encuentra en curso.

• **Cables eléctricos de fuerza, control e instrumentación Clase 1E para ambiente severo.** Este desarrollo sobre una nueva familia de cables se encuentra actualmente en curso con Prysmian (antes Pirelli).

• **Cajas de conexión y sistemas de sellado de cables Clase 1E para ambiente severo.** Se trata de un desarrollo propio de cajas de conexión para aplicaciones de seguridad, típicamente de instrumentación y control, que se complementan con un sistema flexible de sellado de los pasos de cable a las cajas y a los propios equipos.

• **Termopares y termorresistencias Clase 1E.** También es un desarrollo propio ya calificado para niveles ambientales medios, encontrándose la calificación para ambiente severo actualmente en fase avanzada de realización.

• **Materiales de elastómero diversos de fabricación propia para**



Motor de Baja Tensión Clase 1E.
Class 1E Low-Voltage Motor.

aplicaciones de seguridad en ambiente severo. Diafragmas de válvulas neumáticas, juntas planas y tóricas de estanqueidad, en diversos materiales.

Como ya se ha indicado anteriormente, estas actuaciones están resolviendo problemáticas concretas de acopio de las plantas y se considera que aportan un valor añadido importante a las centrales nucleares españolas. La tendencia a futuro es claramente mantener esta línea de actividad complementándola con nuevos proyectos, servicios y desarrollos asociados a las necesidades que se vayan presentando a las plantas.

Laboratorios

Dentro del ámbito de repuestos es importante destacar el papel de diversos laboratorios especializados que, para apoyo de éste y otros servicios, a lo largo de los años se han ido creando y potenciando. Al igual que en la evolución de los servicios de gestión de equipos y repuestos, los laboratorios de Tecnatom han ido evolucionando para adaptarse al máximo a las necesidades de los distintos servicios ofrecidos a las plantas nucleares españolas.

A continuación se hace una somera descripción de los laboratorios y sus objetivos básicos:

- **Laboratorio de calificación ambiental:** Como ya se ha descrito anteriormente, consta de la instalación para la simulación de transitorios de accidente LOCA (pérdida de refrigerante), HELB (rotura de línea de alta energía) y MSLB (rotura de línea de vapor principal) envolventes de las centrales BWR y PWR, así como de instalaciones comple-

mentarias para la realización de diversos ensayos de envejecimiento acelerado y funcional de equipos.

- **Laboratorio de calibración:** Fue el primer laboratorio acreditado por ENAC (Entidad Nacional de Acreditación) en caudal en España. Actualmente está también acreditado por ENAC en temperatura y presión y realiza, asimismo, calibraciones en otras áreas: humedad, velocidad, metrología dimensional, etc. Puede realizar calibraciones in situ en las instalaciones del cliente. Apoya en diversos ensayos de aceptación de equipos y a los servicios de pruebas de Tecnatom en campo.

- **Laboratorio de eficiencia de carbón activo:** Es el único laboratorio de estas características en España. Proporciona un servicio especializado de prueba de eficiencia de carbón activo a las plantas españolas y a otras plantas en el extranjero.

- **Laboratorios mecánico y eléctrico/electrónico:** Se utilizan para dar servicios especializados de prueba de equipos y componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos propios y de las plantas. Apoyan también a los servicios en campo de Tecnatom.

- **Laboratorios de ensayos no destructivos:** Se utilizan para poner a punto y realizar ensayos no destructivos diversos para la verificación de componentes mecánicos. Apoyan también a los servicios en campo de Tecnatom.

- **Laboratorio de prueba de amortiguadores:** Se utiliza para la verificación funcional de los distintos tipos de amortiguadores de las plantas españolas. Dispone de capacidades para hacer ensayos en planta.

plants, and it is considered that they provide an added value to the Spanish nuclear power plants. The future trend is clearly to maintain this line of activity and complement it with new projects, services and developments associated with emerging plant needs.

Laboratories

With regard to spare parts, it is important to note the role of different specialized laboratories that have been created and staffed over the years to support this and other services. Just as the equipment and spare part management services have evolved, the Tecnatom laboratories have evolved to adapt to the needs of the different services provided to the Spanish nuclear power plants.

Following is a brief description of the laboratories and their basic objectives:

- **Environmental qualification laboratory:** As mentioned above, this is a facility for simulation of LOCA (loss of coolant), HELB (high-energy line break) and MSLB (main steam line break) accident transients of BWR and PWR plants, with additional complementary facilities for carrying out different accelerated and functional equipment ageing tests.

- **Calibration laboratory:** This was the first laboratory in Spain to be accredited by the ENAC (Entidad Nacional de Acreditación) in the area of flow. At present it is also accredited by the ENAC in temperature and pressure, and it also does calibrations in other areas: humidity, velocity, dimensional metrology, etc. It can provide in-situ calibrations on customer premises. It supports different equipment acceptance tests and the Tecnatom field testing services.

- **Efficiency tests laboratory:** This is the only laboratory of its kind in Spain. It provides a specialized activated carbon efficiency testing service to the Spanish plants and other foreign plants.

- **Mechanical and electric/electronic laboratories:** These are used to provide specialized testing services of mechanical, electrical and electronic in-house and plant equipment and components. They also support the Tecnatom field services.

- **Non-destructive testing laboratories:** These are used to develop and perform different non-destructive tests for verification of mechanical components. They also support the Tecnatom field services.

- **Snubber testing laboratory:** This is used for functional verification of the different types of snubbers in the Spanish plants. It has capabilities to perform in-plant tests.



Javier Alonso,
Jefe de la
División de
laboratorios y
mantenimiento, y
su equipo.

Javier Alonso,
Head of the
laboratory and
maintenance
division, and his
team.