



Nuevos reactores nucleares, de investigación y de fusión

New Nuclear, Fusion and Research Reactors

El lanzamiento de proyectos de nuevos reactores con tecnologías de seguridad y operación avanzadas es una realidad en algunos países de Asia y últimamente en Europa y en los Estados Unidos. La participación de cualquier empresa de ingeniería en estos proyectos sólo es posible si se ha estado presente en ellos desde su inicio. Esta fue la estrategia seguida por Tecnatom desde los años 90, con el valor añadido de poder aplicar los conocimientos y tecnologías desarrolladas en estos proyectos en la modernización del parque de centrales nucleares en operación.

The launch of new reactor projects with advanced safety and operating technologies is a reality in some Asian countries and lately in Europe and the U.S. An engineering firm may only take part in these projects if it is present from the very beginning. This has been the strategy followed by Tecnatom since the 1990s, with the added value of being able to use the know-how and technologies developed in these projects to modernize the fleet of operating nuclear power plants.

Introducción

En el año 1991, cuando el Sector Eléctrico inició su participación en el Programa de Centrales Nucleares Pasivas que incluía los proyectos del SBWR de General Electric (GE) y el AP 600 de Westinghouse (W), Tecnatom consideró estratégica su presencia en los mismos, no sólo por la visión a largo plazo de la construcción de esta nueva generación de reactores, sino también por la incorporación de las nuevas tecnologías a los reactores en operación en previsión de sus procesos de modernización de la instrumentación y control, de las salas de control, de los procedimientos de operación y de un largo etcétera, procesos que se hicieron efectivos en años siguientes. Así, la participación de Tecnatom se extendió posteriormente a los proyectos ABWR y el ESBWR de GE, y el AP 1000 de W, el EPP de la Unión Europea, continuando con el KAPR de Corea del Sur, en el reactor PBMR de alta temperatura refrigerado por gas de África del Sur, y en el proyecto INPRO "International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles", auspiciado por la OIEA. Actualmente, Tecnatom también está participando en el proyecto para la construcción del reactor experimental "Jules Horowitz" y en el proyecto del reactor de fusión ITER que se construirán en Francia, así como en otras instalaciones y laboratorios dedicados a la tecnología de fusión.

Los reactores avanzados de GE y W

Tecnatom empezó a participar en el diseño de reactores nucleares avanzados a partir de 1991. Desde entonces ha colaborado en el diseño de los reactores SBWR y ABWR de GE y AP 600 de W, así como en el diseño y construcción de la central nuclear de Lungmen (ABWR) en Taiwán.

La experiencia adquirida durante todos estos años, más de 15, ha permitido a su vez que tanto GE como W vayan a contar con Tecnatom para el diseño e implantación de las nuevas salas de control avanzadas y simuladores de los reactores ESBWR y AP 1000, reactores que está previsto se empiecen a construir en EEUU y en otros países del mundo en corto espacio de tiempo.

Este nuevo tipo de reactores, los llamados de la Generación III+, incorporarán nuevas características en el diseño tales como sistemas de seguridad pasiva, mayor número de operaciones automáticas, así como la última tecnología hardware y software, características que harán que las interfases hombre-máquina de la sala de control y la operación de la central cambie respecto a la de los reactores convencionales.

El operador de sala de control tendrá un papel diferente, pasando de realizar operaciones de control a realizar más operaciones de vigilancia y supervisión.

Así mismo también está previsto que Tecnatom participe en el diseño y construcción de los nuevos

Introduction

In 1991, when the Electric Sector started taking part in the Passive Nuclear Power Plant Program, which included the General Electric (GE) SBWR and Westinghouse (W) AP600 projects, Tecnatom considered that for strategic reasons it should have a presence in these projects, not only because of the long-term construction plans of this new generation of reactors, but also because of the incorporation of the new technologies into the operating reactors in anticipation of the modernization processes for their instrumentation and control, control rooms, operating procedures, etc., which were implemented in the following years. Tecnatom's participation was subsequently extended to the GE ABWR and ESBWR, the W AP1000 and the European Union EPP projects, and continued with the South Korean KAPR, the South African gas-cooled high-temperature PBMR reactor, and the INPRO project "International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles", sponsored by the IAEA. At present Tecnatom is also taking part in the construction project of the experimental "Jules Horowitz" reactor and the ITER fusion reactor project, which will be built in France, as well as in other fusion technology installations and laboratories.

Advanced GE and W Reactors

Tecnatom started to participate in the design of advanced nuclear reactors as of 1991. Since then it has collaborated in the design of the GE SBWR and ABWR and the W AP600 reactors, as well as in the design and construction of the Lungmen nuclear power plant (ABWR) in Taiwan.

The experience gained over more than 15 years has in turn led GE and W to count on Tecnatom for the design and implementation of the new advanced control rooms and simulators for the ESBWR and AP1000 reactors, the construction of which is due to begin shortly in the U.S. and in other countries around the world.

This new reactor type, the so-called Generation III+, will include new design features such as passive safety systems, more automatic operations, and the latest hardware and software technology. These features will mean that the man-machine interfaces of the control room and plant operation will have to change with respect to conventional reactors. The role of the control room operator will change from performing control operations to performing more monitoring and supervision operations.

At the same time, Tecnatom also expects to take part in the design and construction of the new ABWR reactors that will be built in the U.S. U.S. electric utilities have already applied for construction and operating permits and licenses for these reactors.

It is very likely that two reactors of this kind will be built on the South Texas Project (STP) site in a very near future. The ABWR is a so-called Generation III reactor that does not have passive safeguards but does incorporate all the technological breakthroughs and lessons learned in the last few years of nuclear power plant operation.

Tecnatom is one of the few companies in the world that has experience in design and construction of new nuclear reactors in keeping with the latest American standards for this type of construction.

The design areas in which Tecnatom has and will continue to participate for these types of reactors include the following (the activities described below can be seen overall in Figure 1):

- Human factor engineering analysis
 - Review of operating experience
 - Analysis of functional system requirements
 - Distribution of man-machine functions
 - Task analysis: analysis of function-based tasks, analysis of operating sequences, analysis of workload
 - Analysis of human reliability
- Design of man-machine interfaces
 - Panels and consoles
 - System level, function, high level and plant screens
 - Alarm system
 - Computerized procedures
 - SPDS
 - Component screens
 - Technical specification monitoring
 - Historical reports, report generator, etc.
 - Control room prototype(s)
 - Remote shutdown panel
- Design implementation. Using the HW and SW selected for each type of reactor and plant.
 - Verification and validation
 - Conformance with defined, established design criteria
 - Evaluation of availability of the information and controls required by operators to perform their functions
 - Man-machine interface design verification
 - Operator-performed task verification
 - Operating procedure validation
 - Integrated system validation
- Development of simulators and simulation models
 - Development and validation of the dynamic models of plant systems using model buildings.
 - Development of an NSSS model by using interactive, versatile engineering codes for performance validation
 - Integration of the simulation models with the DCIS, Control Room and remote shutdown panel, for validation.

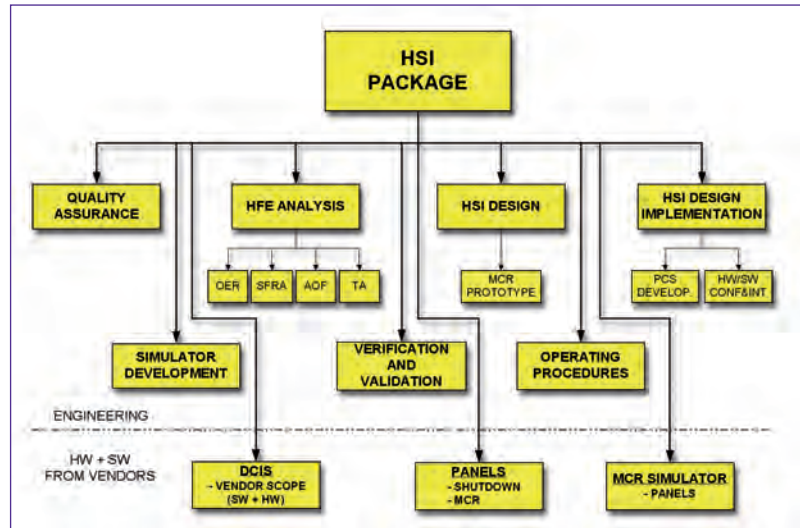


Figura 1. Actividades de Ingeniería de Factores Humanos.

Figure 1. Human Factor Engineering Activities.

reactores del tipo ABWR que se construirán en EEUU y para los que empresas eléctricas americanas ya han solicitado el permiso y licencia para su construcción y operación.

Es muy probable que dos reactores de este tipo se construyan en el emplazamiento de South Texas Project (STP) en el futuro muy cercano. El ABWR es un reactor de la llamada Generación III, que no incluye seguridades pasivas pero que incorpora todos los adelantos tecnológicos y lecciones aprendidas en estos últimos años de operación de centrales nucleares.

Tecnatom es una de las pocas empresas en el mundo que tiene experiencia en el diseño y construcción de los nuevos reactores nucleares siguiendo la última normativa americana para este tipo de construcciones.

Las áreas en las que Tecnatom ha participado y sigue participando en el diseño de estos tipos de reactores son las siguientes (las actividades descritas se pueden visualizar en su conjunto en la Figura 1):

- Análisis de la ingeniería del factor humano
 - Revisión de la experiencia operativa
 - Análisis de los requisitos funcionales de los sistemas
 - Distribución de funciones hombre-máquina
 - Análisis de tareas: Análisis de tareas basados en funciones, análisis de las secuencias de operación, análisis de la carga de trabajo
 - Análisis de la fiabilidad humana
- Diseño de interfases hombre-máquina
 - Paneles y consolas
 - Pantallas a nivel sistema, función, alto nivel y planta

- Sistema de alarmas
- Procedimientos computerizados
- SPDS
- Pantallas de componentes
- Vigilancia especificaciones técnicas
- Históricos, generador informes, etc.
- Prototipo(s) de sala de control
- Panel de parada remota
- Implantación del diseño. Utilizando el HW y SW seleccionado para cada tipo de reactor y central.
- Verificación y validación
 - Conformidad con los criterios de diseño definidos y establecidos
 - Evaluación de la disponibilidad de la necesaria información y controles para que el operador realice su función
 - Verificación del diseño de interfase hombre-máquina
 - Verificación de las tareas a realizar por el operador
 - Validación de los procedimientos de operación
 - Validación del sistema integrado
- Desarrollo de simuladores y modelos de simulación
 - Desarrollo y validación de los modelos dinámicos de los sistemas de la central usando "model builders".
 - Desarrollo de un modelo del NSSS, mediante la utilización de códigos de ingeniería interactivos y polivalentes, para la validación de su comportamiento
 - Integración de los modelos de simulación con el DCIS, Sala de Control y panel parada remota, para su estimulación y validación.
- Desarrollo de procedimientos
 - Operación (normal, anormal, emergencia, vigilancias)
 - Pruebas y puesta en marcha
- Entrenamiento de personal
 - Operación
 - Mantenimiento

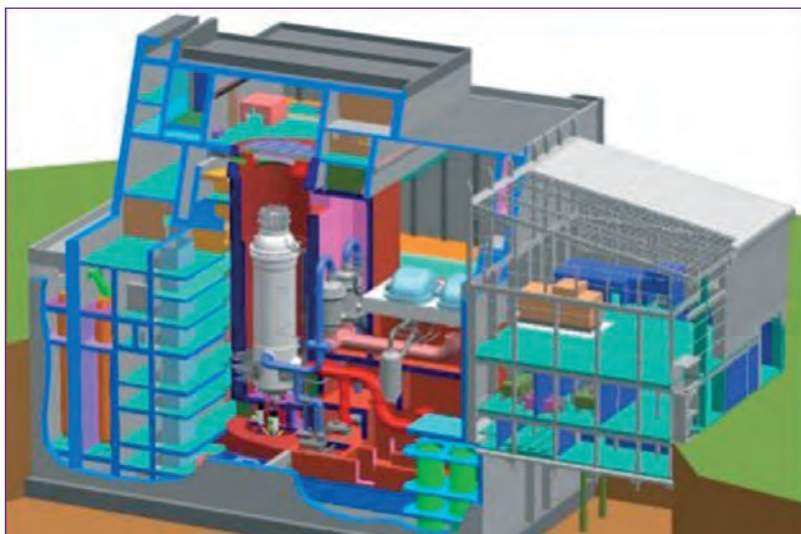


Figura 2. Modelo a escala de PBMR.

Figure 2. PBMR Scale Model.

- Ingeniería
- Desarrollo programa de entrenamiento
- Desarrollo material entrenamiento
- Construcción de prototipos de sala de control
 - ABWR
 - AP 1000
- Ingeniería de I&C
 - Ingeniería del SW
 - V&V del software
 - Gestión y coordinación

Teniendo en cuenta la experiencia adquirida en estos últimos años, Tecnatom es capaz de proveer, con la colaboración de un suministrador HW/SW todo el sistema de instrumentación y control de una central nuclear, incluyendo la sala de control y el resto de interfaces hombre-máquina.

El reactor avanzado KAPR (Corea del Sur)

Tecnatom ha implementado varios contratos de asistencia técnica a las compañías Korea Hydro & Nuclear Power Co. (KHNP) y Korea Power Engineering Co. (KOPEC), propietaria y A/E respectivamente, de los nuevos reactores avanzados PWR de 1.400 MWe (KAPR) de Corea del Sur.

Esta asistencia técnica se ha referido a aspectos tales como diseño de Interfase Hombre-Máquina y Metodología para Verificación, Validación y Licenciamiento de Sistemas Computerizados de Procedimientos de Operación para las nuevas centrales coreanas de Shin-Kori 3 y 4. La tecnología propia desarrollada en los últimos años por Tecnatom

en estas disciplinas nos permite interactuar con ambas empresas surcoreanas como soporte de sus nuevos proyectos

El nuevo reactor PBMR (Sudáfrica)

El desarrollo del reactor "Pebble Bed Modular Reactor" (PBMR) comenzó en 1993 y el objetivo es construir un reactor de demostración de 165 MWe (próxima a Ciudad del Cabo) y una planta piloto de combustible (próxima a Pretoria). Está previsto iniciar su construcción en 2007 y completarla en 2011. La primera unidad comercial está planificada para el año 2013 (figura 2).

En este caso, la participación de Tecnatom está centrada en el área de Inspección Pre-operacional y en Servicio de estos nuevos reactores nucleares, para lo que ha iniciado recientemente la colaboración con la empresa Sudafricana PBMR Pty Ltd. (Pebble Bed Modular Reactor) diseñadora del reactor PBMR de alta temperatura refrigerado por gas. En una primera fase, Tecnatom está suministrando asistencia técnica en relación con la Inspección de la Vasiija del Reactor PBMR incluyendo revisión de diseño y normativa aplicable desde el punto de vista de la Inspección en Servicio y en el desarrollo de técnicas END así como desarrollo de programas, procedimientos y equipos de inspección específicos.

Proyecto INPRO del OIEA

Tecnatom ha participado activamente en el proyecto INPRO "International Project on Innovative

- Development of procedures
 - Operation (normal, abnormal, emergency, monitoring)
 - Testing and startup
- Personnel training
 - Operation
 - Maintenance
 - Engineering
 - Training program development
 - Training material development
- Construction of control room prototypes
 - ABWR
 - AP 1000
- I&C engineering
 - SW engineering
 - Software V&V
 - Management and coordination

Considering the experience gained in recent years, Tecnatom is able to provide, with the collaboration of an HW/SW vendor, the entire instrumentation and control system for a nuclear power plant, including the control room and all other man-machine interfaces.

The KAPR Advanced Reactor (South Korea)

Tecnatom has implemented several technical assistance contracts for Korea Hydro & Nuclear Power Co. (KHNP) and Korea Power Engineering Co. (KOPEC), owner and A/E, respectively, of the new advanced 1400-MWe PWR reactors (KAPR) in South Korea.

This technical assistance has involved aspects such as Man-Machine Interface design and methodology for Verification, Validation and Licensing of Computerized Operating Procedure Systems for the new Korean plants of Shin-Kori-3 and -4. The technology developed by Tecnatom in recent years in these disciplines allows us to interact with both Southkorean companies to support their new projects.

The New PBMR Reactor (South Africa)

Development of the Pebble Bed Modular Reactor (PBMR) began in 1993, and the aim is to build a 165 MWe demo reactor (near Cape Town) and a pilot fuel plant (near Pretoria). Construction is due to begin in 2007 and be concluded in 2011 (figure 2). The first commercial unit is planned for 2013.

In this case, the participation of Tecnatom focuses on the area of Pre-operational and In-Service Inspection of these new nuclear reactors. For this purpose, it recently started to collaborate with the South African firm PBMR Pty Ltd. (Pebble Bed Modular Reactor), the designer of the gas-cooled, high-temperature PBMR. In an early phase, Tecnatom is supplying technical assistance related to inspection of the PBMR reactor vessel, including a review of the design and the applicable regulations from the perspective of in-service inspection and development of END techniques. It is also developing specific inspection programs, procedures and equipment.

IAEA Project INPRO

Tecnatom has actively taken part in the INPRO project "International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles", sponsored by the IAEA and based in Vienna. This project aims to support

the safe, sustainable and proliferation-resistant use of nuclear technology to meet the global economic needs of the 21st century. This goal is achieved by identifying the requirements that future reactors (and associated fuel cycles) should meet so that this technology can achieve higher safety standards and be economically competitive, environmentally-friendly, proliferation-resistant and socially acceptable. In addition to identifying these requirements, it has been considered that a methodology must be created to examine in detail each of the possible nuclear technologies against such requirements, and to identify the most suitable one(s) for development and implementation on an international scale.

The "Jules Horowitz" Research Reactor (France)

The purpose of the JHR project is to define, develop and build a new material test reactor in Europe, and it is conceived for operation as an international facility to study the performance of materials and fuel under irradiation. The project is headed by the CEA and will be located in Caradache (France). It is estimated that it will begin operating in 2014 (figure 3). This new reactor represents new irradiation capabilities for research of in-core experiments with high neutron flux and temperatures of 1000°C. The possible uses of this reactor include, among others, the study of new materials such as ceramics for the new high-temperature reactors or for fusion reactors, experiments with corrosion under high irradiation, and also experiments to study the thermo-mechanical performance of nuclear fuel and fission gas emission studies.

Tecnatom's participation in this project is directly linked to the experiments, as it is responsible for the supply of an "Experimental Simulator" and is the company leading the project. The simulator, called "EXIM Simulator", is considered as a "first-of-a-kind", and in general it will assist in definition of the experiment protocols, support verification thereof and ensure that these protocols are within the design limits, as well as assess the quality of the results. The project represents a major technological innovation in the extensive experience that Tecnatom has in the field of simulation and simulator development.

The EXIM Simulator will basically have two groups of users: the experiment users and the JHR operators for execution of the experiments, although it is also expected to be used for engineering and Project management purposes.

The ITER Project

The purpose of project ITER is to demonstrate the scientific and technological viability of prolonged fusion energy generation in deuterium-tritium plasma, based on the Tokamak concept that keeps this plasma confined in a toroidally-shaped vessel by means of strong magnetic fields. The gas is heated to above 100 million degrees centigrade, producing 500 MW of fusion power which would represent a sixth of the power of a future fusion plant.

The participants in this international project are the European Union, Russia, South Korea, India, China, Japan and the U.S. The estimated construction cost is €5,000 M spread over 10 years. In 2005, it was decided that ITER would be built in Caradache (France).

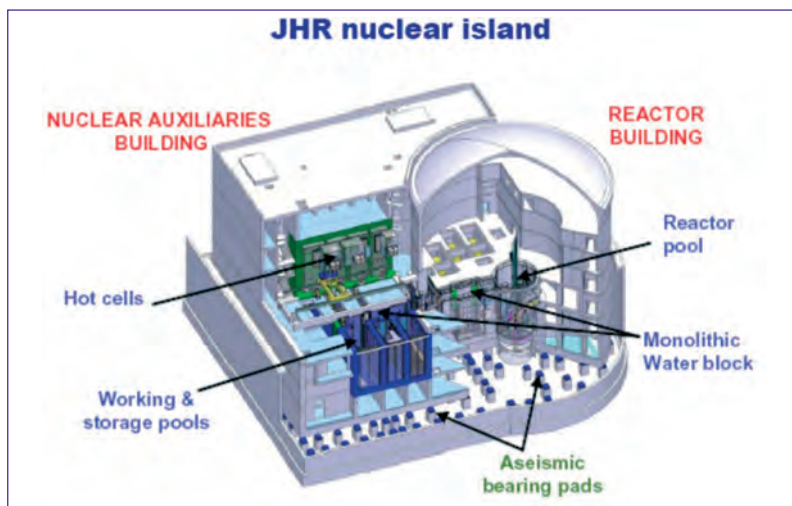


Figura 3. Nuevo Reactor Ensayos de Investigación.

Figure 3. JHR New Research Reactor.

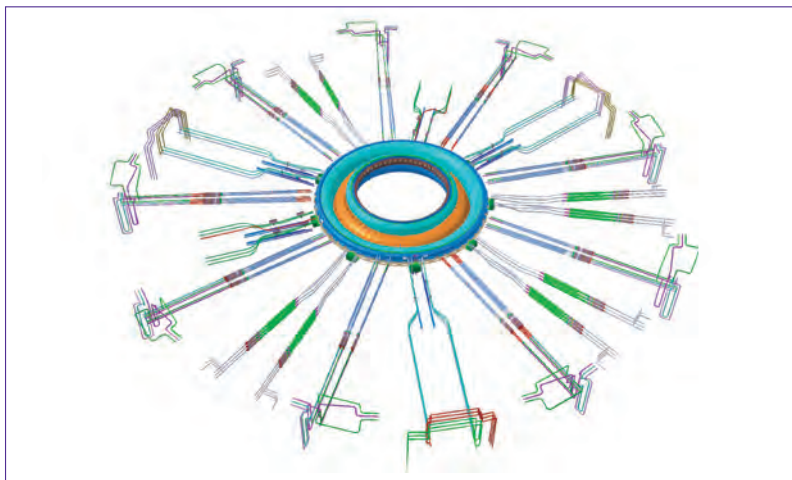


Figura 4. Divertor del ITER.

Figure 4. ITER Divertor.

Nuclear Reactors and Fuel Cycles", auspiciado por el OIEA con sede en Viena. Mediante este proyecto se pretende apoyar la utilización de la tecnología nuclear de forma segura, sostenible y resistente a la proliferación con objeto de satisfacer las necesidades económicas globales del siglo XXI. Este objetivo se alcanza mediante la identificación de aquellos requisitos que los futuros reactores (y ciclos de combustible asociados) deben satisfacer para que dicha tecnología alcance mayores cotas de seguridad, sea económicamente competitiva, amigable con el medio ambiente, resistente a la proliferación y socialmente aceptable. Además de la identificación de los mencionados requisitos, se ha considerado necesaria la elaboración de una metodología para examinar, de forma detallada, cada una de las posibles tecnologías nucleares frente a dichos

requisitos, identificando aquella(s) más adecuada(s) para su desarrollo e implantación a escala internacional.

El reactor de investigación "Jules Horowitz" (Francia)

El proyecto JHR tiene como objetivo definir, desarrollar y construir un nuevo reactor de ensayos de materiales en Europa y está concebido para operar como una instalación internacional para estudiar el comportamiento de materiales y combustible bajo irradiación (figura 3). El proyecto está liderado por el CEA y estará localizado en Caradache (Francia). Se estima que entrará en operación en el año 2014. Este nuevo reactor representa nuevas capacidades de irradiación para la investigación en experimentos "in-core" con altos flujos neutrónicos y temperaturas de 1000°C, que permitirá, entre muchos

otros, el estudio de nuevos materiales como los cerámicos que emplearán los nuevos reactores de altas temperatura o para reactores de fusión, o experimentos de corrosión bajo alta irradiación o también experimentos para el estudio del comportamiento termo-mecánico de combustible nuclear y los estudios de emisión de gases de fisión.

La participación de Tecnatom en este proyecto está directamente ligada a los experimentos, ya que se trata del suministro de un "Simulador de Experimentos" y es la empresa que lidera el proyecto. El simulador, denominado "EXIM Simulator" está considerado como "first-of-a-kind" y permitirá, como concepto general, asistir en la definición de los protocolos de experimentos, apoyar su verificación y asegurar que los mismos están dentro de los límites de diseño, así como evaluar la calidad de los resultados. El proyecto representa una importante innovación tecnológica en la dilatada experiencia de Tecnatom en simulación y desarrollo de simuladores.

El EXIM Simulator tendrá básicamente dos grupos de usuarios: los usuarios de experimentos y los operadores del JHR en la ejecución de los mismos, aunque se prevé también su uso en temas de ingeniería y de Dirección del proyecto.

El proyecto ITER

El proyecto ITER tiene como fin demostrar la viabilidad científica y tecnológica de la generación prolongada de energía por fusión en un plasma de deuterio-tritio, basado en el concepto del tokamak que mantiene confinado dicho plasma en una vasija de forma toroidal por medio de fuertes campos magnéticos. El gas se calienta por encima de los 100 millones de grados centígrados y permite producir una potencia de fusión de 500 MW, que representaría un sexto de la potencia de una futura central de fusión.

En este proyecto internacional participan la Unión Europea, Rusia, Corea del Sur, la India, China, Japón y EE.UU. El coste de construcción se estima en 5.000M€ en 10 años. En 2005 se decidió que el ITER se construirá en Caradache (Francia).

Tecnatom está participando activamente en este gran proyecto y, previsiblemente, extienda en los próximos meses su presencia en temas de formación de la comunidad científica del ITER relacionados con seguridad

nuclear, protección radiológica, etc. y en el suministro de especificaciones y sistemas de manipulación remota ("remote handling"), etc.

En la actualidad, se está llevando a cabo un proyecto de ensayos no destructivos, cuyo objetivo final es la definición de criterios de aceptación a ser aplicados en la construcción de uno de los componentes más críticos del ITER como es el "divertor" (ver Figura 4). Esto se realiza mediante la evaluación de los resultados de la inspección por ultrasonidos de las 112 probetas con defectos que ha fabricado el proyecto ITER (Figura 5). La función principal del "divertor" es extraer parte de la potencia debida a las partículas alfa que se generan en la reacción de fusión D-T, así como impurezas y partículas contenidas en el plasma, además de servir de blindaje frente a los neutrones de 14 MeV. Las probetas, que están fabricadas en materiales de compuesto de fibra de carbono (composite) con revestimientos de W, CuCrZr y CuOF, serán inspeccionadas dos veces: antes de y después de ser ensayadas en una instalación de alto flujo de calor. En función de estos resultados Tecnatom definirá el protocolo de inspección final para su aplicación durante la fabricación del "divertor".

Otro de los proyectos en que Tecnatom participa en el ITER es el suministro de un equipo de inspección para las soldaduras del "vacuum vessel", que es la vasija de forma toroidal mencionada anteriormente (Figura 6). Este complicado componente está en fase de diseño final y se ha fabricado una maqueta a escala real en las instalaciones de Ansaldo

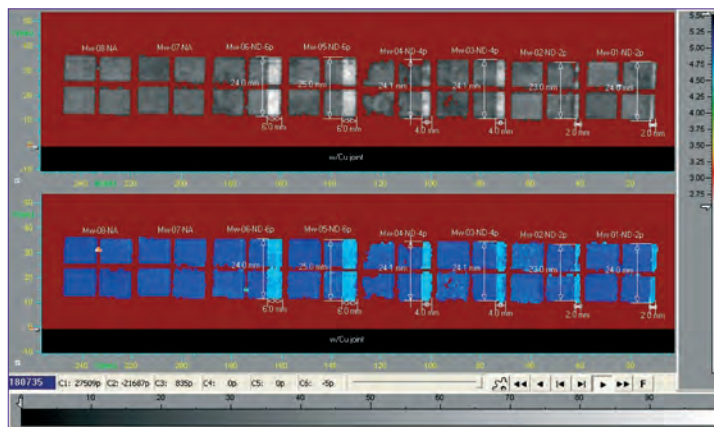


Figura 5. Resultados UT maquetas Divertor.

Figura 5. UT Results of Divertor test specimens.

Tecnatom is actively taking part in this major project, and its presence will probably be extended in the months to come to training of the ITER scientific community in matters related to nuclear safety, radiation protection, etc., and to the supply of remote handling specifications and systems, etc.

A non-destructive testing project is currently being carried out, the ultimate objective of which is to define acceptance criteria to be applied to construction of one of the most critical ITER components, i.e. the divertor (see Figure 4). This is done by evaluating the results of ultrasound inspection of the 112 defective test samples fabricated by the ITER project (Figure 5). The main function of the divertor is to extract part of the power caused by the alpha particles generated in the D-T fusion reaction, as well as impurities and particles contained in the plasma, and also to serve as shielding against the 14 MeV neutrons. The test samples, which are made of composite carbon fiber materials with W, CuCrZr and CuOF claddings, will be inspected twice: before and after being tested in a high heat flow installation. Depending on these results, Tecnatom will define the final inspection protocol for application during divertor manufacture.

Another ITER project in which Tecnatom is participating is the supply of inspection equipment for the welds of the vacuum vessel, which is the toroidally-shaped vessel mentioned above (Figure 6).

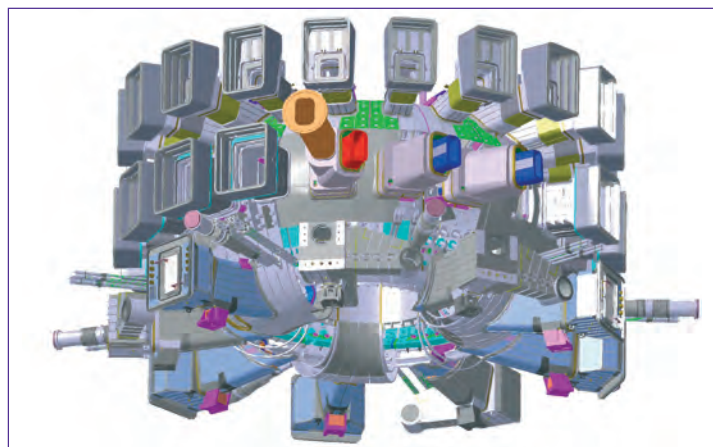


Figura 6. Vasija de vacío del ITER.

Figura 6. ITER Vacuum Vessel.

This complicated component is in its final design phase, and a full-scale mock-up has been built in the installations in Ansaldo (Italy) in order to optimize the welding processes, define inspection procedures and acceptance standards, etc.

The contract corresponds to the first phase of the proposal and involves the supply and adjustment of an automatic ultrasound system for the seam welds of the different sectors of this peculiar vessel. The probes have to move over surfaces of revolution but also over complex geometric surfaces, and therefore it must be ensured that they are properly coupled. The second phase of the proposal is expected to be approved in the month of September. This phase will include optimization of the ultrasound techniques, final definition of the focal laws of the phased array probes for complex and non-complex surfaces and, finally, performance of weld inspection. One sector of the mock-up (corresponding to around 20° of the whole vessel) will be transported to Tecnatom's facilities where these activities will be carried out (Figure 7). To give an idea of the magnitude of this component, it suffices to say that this sector weighs 33 tons.

Conclusions

Tecnatom's participation in the design and construction of different types of Generation III and III+ reactors since 1990 has allowed it to be prepared with human and technological resources for the new large-scale development that is expected and is already beginning in some places in the world, including the U.S. where applications for construction and operating licenses (COL) have been submitted for several nuclear power plants. Having our own highly qualified technological resources gives us an advantage in the face of the great challenge that lies ahead of us.

This availability of technological resources has also made it possible for us to take part in new reactor projects in South Korea and South Africa and in the "Jules Horowitz" research reactor project. Finally, the company is also participating in the ITER project, in which the operating specifications, manufacturing criteria and requirements, materials used in the components, etc. represent a major challenge for application of Tecnatom inspection technologies.

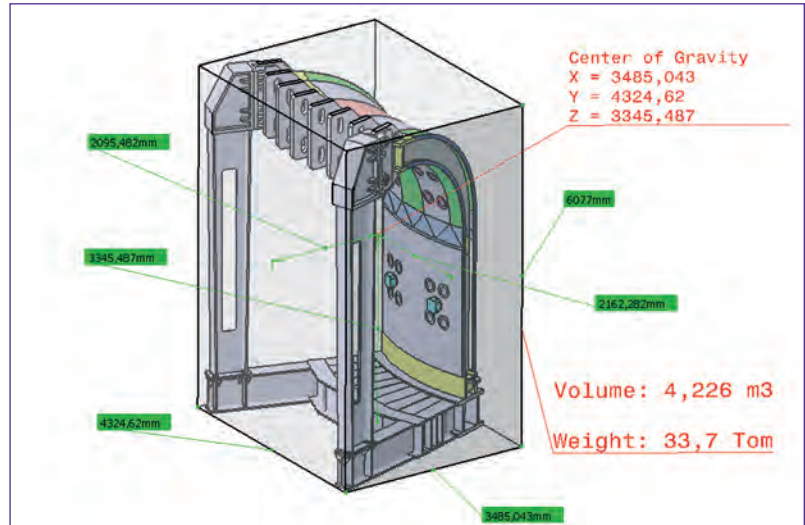


Figura 7 -Maqueta de la vasija de vacío.
Figure 7 - Vacuum Vessel mock-up.

(Italia), con objeto de realizar la optimización de los procesos de soldaduras, definición de procedimientos de inspección y estándares de aceptación, etc.

El contrato corresponde a la primera fase de la propuesta, que consiste en el suministro y puesta a punto de un sistema automático de inspección por ultrasonidos de las soldaduras de unión de los distintos sectores de esta peculiar vasija. Los palpadores tienen que moverse por superficies de revolución, pero también por superficies de geometría compleja, por lo que se debe asegurar el correcto acoplamiento de los mismos. Se estima que en el mes de septiembre se aprobará la segunda fase de la propuesta, que consiste en la optimización de las técnicas de ultrasonidos, definición final de las leyes focales de los palpadores de "phased array" para las superficies complejas y no complejas y, finalmente, la realización

de la inspección de las soldaduras. Un sector de la maqueta (correspondiente a unos 20° del total de la vasija) será transportado a las instalaciones de Tecnatom, donde se realizarán estas actividades (Figura 7). Para dar una idea de la magnitud de este componente, basta decir que dicho sector tiene un peso de 33 toneladas.

Conclusiones

La participación de Tecnatom en el diseño y construcción de diferentes tipos de reactores de la Generación III y III+ desde el año 1990 ha permitido estar preparados, tanto en recursos humanos como tecnológicos, para el nuevo desarrollo a gran escala que se prevé y que ya está comenzando en el mundo, incluyendo los EE.UU. con la petición de licencias para la construcción y operación (COL) de varias centrales nucleares en dicho país. Disponer de recursos altamente cualificados y de tecnología propia nos da ventaja para el gran reto que se tiene por delante.

Esta disponibilidad de recursos tecnológicos también nos ha permitido abrir la participación en proyectos de nuevos reactores en Corea del Sur y Sudáfrica y en el proyecto del reactor de investigación "Jules Horowitz". Finalmente, también cabe señalar la participación en el proyecto ITER, donde las especificaciones de funcionamiento, los criterios y requisitos de fabricación, los materiales empleados en los componentes, etc. representan un desafío importante en la aplicación de las tecnologías de inspección disponibles en Tecnatom.



Equipo de Reactores Avanzados y de Investigación.
Advanced and Research Reactors Team.