



Antonio COLINO MARTINEZ es Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la Escuela de Madrid, Diplomado en Nuclear Electric Power Engineering por la Universidad de California, Diplomado en Dirección General de Empresas por la EOI y Diplomado en Tecnología Energética por la UPM.

Ha publicado diversos artículos y estudios sobre temas energéticos y ha impartido clases en cursos organizados por la OIEA.

De 1972 a 1975 trabajó en Bechtel Power Corporation de Los Angeles, en proyectos de centrales nucleares.

En 1975 ingresó en ENHER para el proyecto de la C.N. Vandellós II, donde ocupó diversos puestos, y en 1986 fue destinado como Ingeniero Residente en Westinghouse, Pittsburgh, hasta 1988, año en que se incorporó a ENDESA, en la Subdirección Nuclear.

Actualmente es el Director del Programa de la Central Nuclear Avanzada de TENEO del Grupo INI.

DESCRIPCION DEL PROGRAMA

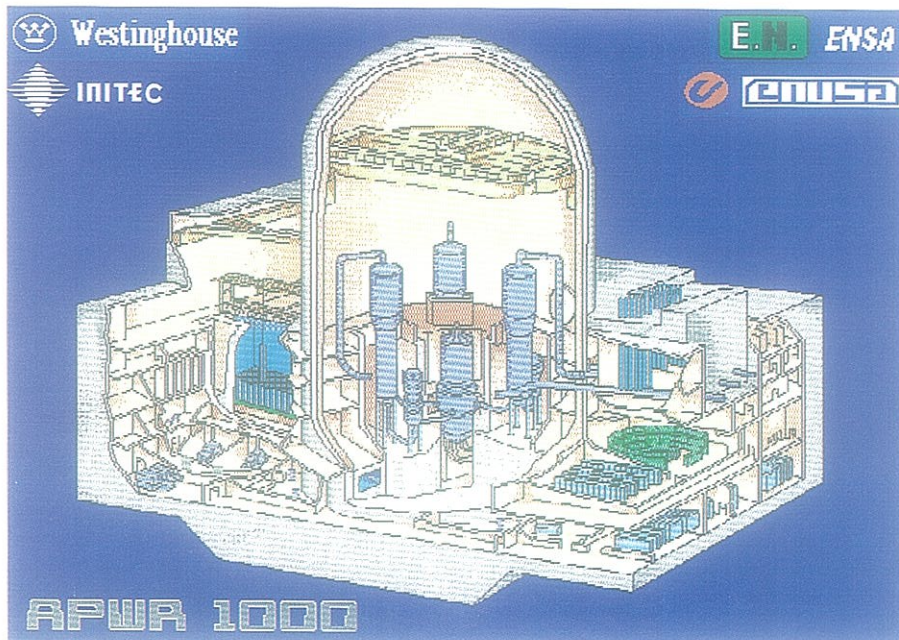
CENTRAL NUCLEAR AVANZADA EVOLUTIVA APWR-1000

A. COLINO

Las empresas de TENEO (Grupo INI), INITEC, ENSA y ENUSA firmaron en mayo de 1991 con Westinghouse Electric Corporation un Acuerdo para el Desarrollo y Comercialización de una

Central Avanzada con un Reactor de Agua a Presión de tres lazos y una potencia de 1.110 MWe (Fig. I). El conjunto de estas cuatro empresas cubre todos los aspectos técnicos necesarios

Fig. I APWR-1000



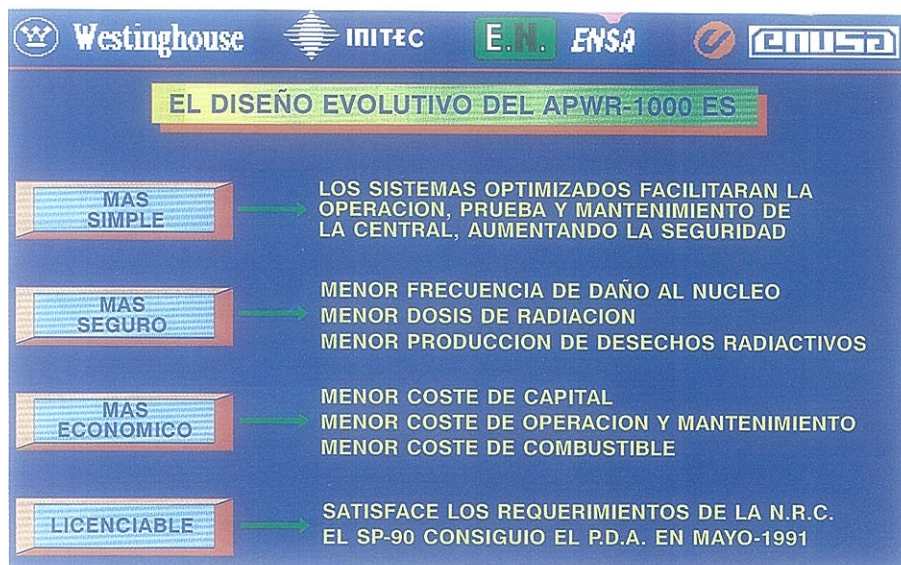
para dicho desarrollo. Para cubrir otros aspectos asimismo necesarios para la gestión y control de un proyecto nuclear, INITEC, ENSA y ENUSA firmaron en mayo de 1992 un Acuerdo adicional de colaboración con ENDESA para que ésta aportara su experiencia en el campo nuclear y apoyara el desarrollo del proyecto. El objetivo del Programa ha sido el conseguir una central nuclear con un menor coste, más segura, con un plazo de construcción corto y menor incertidumbre de licenciamiento (Fig. II). Para conseguirlo se ha partido de la tecnología ya probada de los reactores PWR de Westinghouse, de la experiencia de las empresas eléctricas, de los requerimientos del EPRI y de las nuevas tecnologías desarrolladas por las empresas participantes. La organización del Programa APWR-1000 se refleja en la figura III y está compuesta de:

- Comité de Gestión. Está formado por miembros de las empresas que participan en el proyecto o efectúan aportaciones. El Director del Programa asiste a las reuniones del Comité.
- Comité de Dirección constituido por el Director del Programa y los cuatro Jefes de Proyecto, uno de cada empresa participante.
- Director del Programa. Es responsable de la coordinación de todas las actividades de los cuatro socios: INITEC, ENSA, ENUSA y WESTINGHOUSE, para asegurar que se cumplen los objetivos de calidad, coste y plazo del Programa.
- Equipos de Trabajo. Existen cuatro equipos de trabajos correspondientes a cada uno de los socios, que desarrollan las actividades indicadas en el Acuerdo de Colaboración. Cada Equipo de Trabajo está dirigido por el Jefe de Proyecto de la empresa correspondiente.

El equipo del proyecto constituido por personal de las distintas empresas ha tenido puntas de 140 hombres-mes.

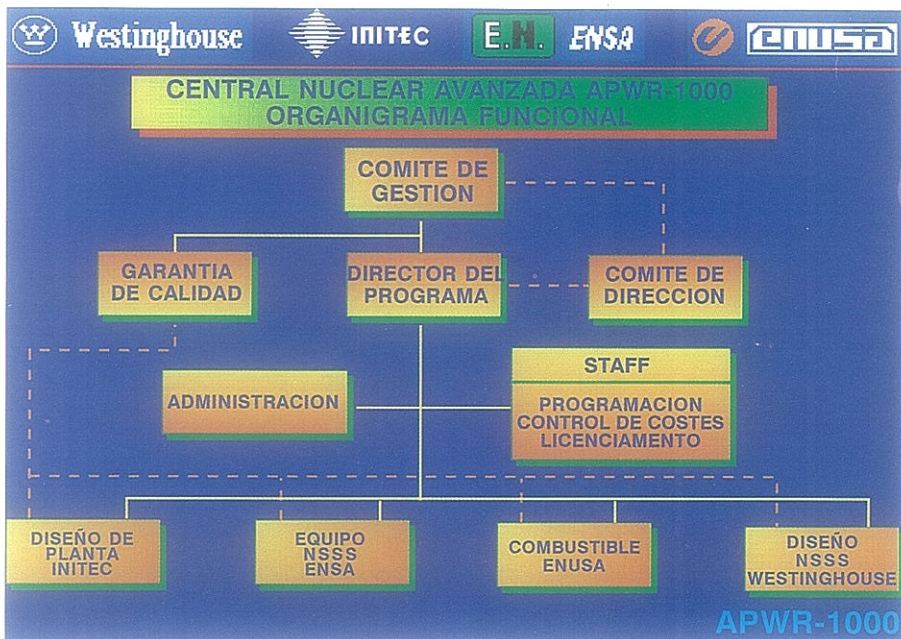
La central nuclear avanzada APWR-1000 ha sido ofertada a BNFL del Reino Unido, a las empresas nacionales de electricidad de Hungría, de la antigua Checoslovaquia y de la provincia de Guang Dong (Canton) en la República Popular China. Actualmente el proyecto está a la espera de la petición de ofertas comerciales por parte de las empresas eléctricas con las que se mantuvieron relaciones.

En diciembre de 1992 el proyecto llegó a su culminación, habiéndose alcanzado su objetivo de tener el suficiente desarrollo de diseño para poder hacer ofertas con precio cerrado sin grandes incertidumbres y garantizando un plazo de construcción de 48 meses desde el primer hormigón a carga de combustible (Fig. IV).



F II El diseño evolutivo del APWR-1000 ES.

F III Central Nuclear Avanzada APWR-1000. Organigrama funcional.



OBJETIVOS DEL PROGRAMA

Los objetivos del programa para las empresas españolas participantes en el mismo son:

- Copropiedad de un producto viable y sin incertidumbres para un posible equipamiento futuro.
- Posible reutilización de los desarrollos tecnológicos surgidos del programa, en las centrales nucleares españolas actualmente en operación.
- Mantener e incrementar la capacidad tecnológica de las empresas participantes, lo que redundará en beneficio del soporte tecnológico que dichas empresas proporcionan a las centrales nucleares en operación.

-Permitir a las empresas participantes una presencia activa en las áreas de diseño e instalación de nuevas centrales, con independencia de las opciones que sean elegidas para el futuro equipamiento energético nacional.

-Fomentar la presencia de las empresas participantes en los mercados mundiales energéticos, fortaleciendo su posición en el contexto europeo.

Los principales objetivos técnico-económicos del diseño APWR-1000 se presentan en la figura V, junto con las ventajas comparativas de dicho diseño frente a las centrales nucleares actualmente en operación.

DESCRIPCION TECNICA

El APWR-1000 es la evolución lógica del diseño estandarizado SP/90 de Westinghouse, reactor avanzado de 4 lazos y 1.350 MWe basado en el APWR-1300 japonés de diseño conjunto entre Westinghouse y M.H. I. Los principios aplicados en el proceso de diseño del APWR 1000 son:

- Adaptación y mejora de los conceptos básicos de diseño del SP/ 90, en particular los referentes al NSSS y sistemas de seguridad.

- Cumplimiento de los requisitos establecidos en el documento de EPRI "ALWR Utility Requirements Document "Vol.2.

- Optimización de todos los aspectos del diseño encaminada a una reducción significativa en: costes de capital, plazos de construcción, costes de operación y mantenimiento, riesgo radiológico sobre el público e impacto sobre el medio ambiente.

- Utilización de tecnologías probadas y avaladas por muchos años de operación de centrales nucleares en las que

han participado las empresas miembros del consorcio, tanto en el extranjero como en España y que han experimentado el lógico proceso de depuración y refinamiento a través de los años.

DISEÑO FISICO

El diseño físico del APWR-1000 representa un avance significativo sobre el de las centrales actuales, siendo el resultado de un proceso de racionalización y optimización en el que se han tenido en cuenta las experiencias operativas de las mismas, a través de los requisitos de EPRI.

El concepto básico utilizado es la agrupación de los equipos y sistemas importantes para la seguridad en una única estructura sísmica construida alrededor del Edificio de Contención, con una losa de cimentación común. El diseño interior de este Bloque Nuclear hace uso de la simetría especular para optimizar la separación entre trenes, minimizando los recorridos de tuberías y cables. El resto de estructuras sísmicas, esto es, los Generadores Diesel y Sumidero Ultimo de Calor, también se encuentran dispuestas de manera simétrica a un lado y otro del Bloque Nuclear.

SISTEMA PDMS DE DISEÑO EN 3-D

Uno de los objetivos planteados desde el inicio del proyecto del APWR-1000 ha sido la utilización en el mismo de las herramientas de diseño más avanzadas, así como conseguir el mayor grado posible de integración en el diseño de las diferentes disciplinas.

Con este fin se decidió la utilización, entre otras herramientas informáticas, del sistema PDMS Project Design Management System, versión 10.2.1, de diseño de planta 3D, implantado en INITEC.

Entre las características más significativas de dicho sistema se encuentran:

- Capacidad de modelización de proyectos de dimensión prácticamente ilimitada.
- Modelado sólido interactivo en 3D con dimensiones reales.
- Comprobaciones de consistencia e interferencias.
- Producción automática de isométricos.
- Obtención automática de todo tipo de vistas, perspectivas y secciones.
- Interfase con otros paquetes de análisis y gestión.
- Diseño libre de errores, etc.

La aplicación concreta del PDMS al APWR-1000 es la modelización de las Islas Nucleares y de Turbina, incluyendo el siguiente alcance:

- Estructuras de hormigón y metálicas.
- Equipos mecánicos, eléctricos y de I&C.
- Tubería > 3".
- Conductos de HVAC.
- Bandejas de cables.

CARACTERISTICAS DEL PROGRAMA DE CONSTRUCCION

- MAXIMIZAR EL USO DE MODULOS
- CENTRALIZAR LA FABRICACION Y MONTAJE DE LOS MODULOS
- PRUEBAS E INSPECCIONES DE CALIDAD ANTES DEL ENVIO DE LOS EQUIPOS A LA OBRA
- PROGRAMA AJUSTADO DE FABRICACION, SUMINISTRO Y MONTAJE DE EQUIPOS
- GRAN REDUCCION EN CANTIDADES DE MATERIALES Y MANO DE OBRA
- TAMAÑO REDUCIDO Y FACILIDAD DE MANTENIMIENTO DEBIDO A LA EFICIENTE DISPOSICION DE LA CENTRAL



F IV Características del programa de construcción.

F V Objetivos del programa y del diseño.



OBJETIVOS DEL PROGRAMA Y DEL DISEÑO

OBJETIVO	UNIDAD	REF ^a	APWR-1000
* COSTES INVERSION MATERIAL	\$/KWE	2.500	1.750 (1.500)
PROGRAMA DE CONSTRUCCION	MESES	72	54 (48)
* COSTE MEDIO ACTUALIZADO-DE GENERACION	\$/MWH	60	48 (39)
VIDA UTIL	AÑOS	40	60
IMPACTO RADIOLOGICO :			
PROB. FUSION NUCLEO	10 ⁻⁴ /REACTOR/AÑO	1	0,1
PROB. EMISION SEVERA	10 ⁻⁵ /REACTOR/AÑO	1	0,1
DOSIS OPERACIONAL	H-REM	300	100
PRODUCCION DESECHOS	PROPORCION	1	0,7
POTENCIA NETA	MWE	947	1.137

APLICACION DE LA EXPERIENCIA Y REGLAMENTACION GENERADA EN LOS ULTIMOS AÑOS POR LA INI Y EL EPRI.

(*DOLARES DE 1.992)

APWR-1000

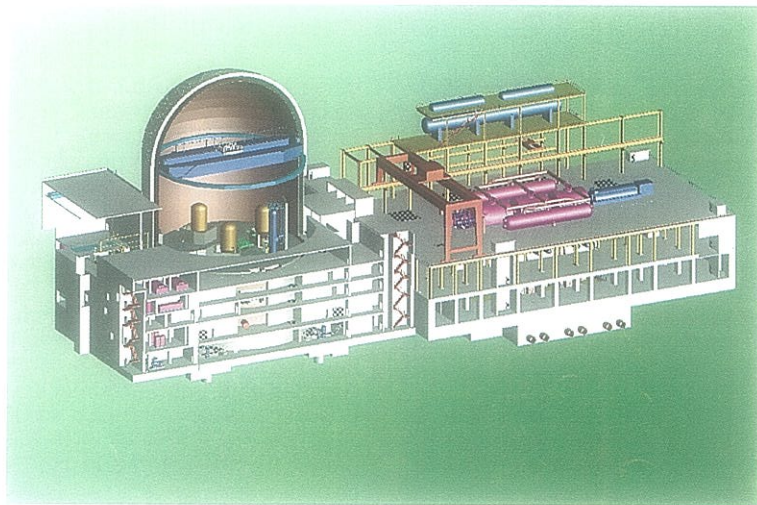
Pasa a la pág. 40

En la figura VI se representa una sección longitudinal de la Isla Nuclear y el edificio de Turbinas.

CONCLUSIONES

El APWR-1000 ha sido diseñado para responder a las necesidades de ampliación de las compañías eléctricas a corto y medio plazo mediante un proceso evolutivo en el que, partiendo de equipos y diseños probados en la práctica, se han incorporado tanto los requisitos de EPRI como los resultados de los estudios de optimización y simplificación llevados a cabo por Westinghouse y sus socios sobre los diseños convencionales de última generación.

El objetivo final de conseguir una central sin incertidumbres de licenciamiento, con costes de inversión y operación reducidos respecto de los actuales, con un menor período de construcción y una mayor flexibilidad de operación y vida útil, se espera que sea plenamente alcanzado con este proyecto.



F VI