

PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO EN LA UNIDAD 1 DE LA CENTRAL NUCLEAR DE ANGRA (BRASIL)

E. CASTAÑOS

Iberinco ha desarrollado durante los últimos cuatro años una labor de apoyo a la explotación de la central nuclear de Angra I en Brasil, como consecuencia de ser ganador en un concurso internacional para las siguientes actividades:

- Ingeniería de apoyo a explotación
- Gestión de aprovisionamientos
- Servicios durante las recargas de combustible

En este artículo se presentan las principales áreas de actuación, así como la estructura de organización encargada de llevarlas a cabo.

Iberinco has developed during the last four years a major task in regards to the Operation and Maintenance of the Angra unit I plant in Brasil, by means of being awarded in the 1996 international licitation for the following activities:

- Operation and Maintenance engineering support
- Material Procurement
- Refuelling Services

In this article the most relevant activities performed during this period are shown, as well as the organisation in charge to carry them out.

En junio de 1997, IBERDROLA INGENIERÍA Y CONSULTORÍA, en adelante IBERINCO, firmó un contrato con Eletronuclear después de resultar ganadora en la licitación pública internacional, por un valor estimado de 2.000 millones de pesetas. y 2.4 millones de reales (R\$), y por un periodo de 60 meses, cuyo objeto era el apoyo técnico a la explotación, la gestión de suministros y la prestación de servicios en las recargas de la unidad 1 de la central nuclear de ALMIRANTE ÁLVARO ALBERTO (Angra, BRASIL), de su propiedad.

Dicho contrato se ha extendido en un 25 % de su importe, alcanzando casi un total de 3.000 millones de pesetas, de acuerdo con la legislación brasileña, para poder finalizar los tra-

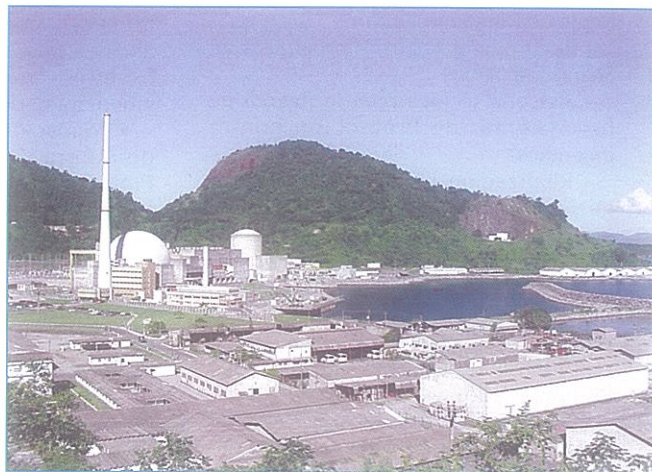
bajos en curso, mientras se produce y resuelve la nueva licitación pública prevista para finales del presente año.

La central nuclear de Angra I es una unidad PWR de diseño W de dos lazos, tiene una potencia eléctrica de 625 MW, y realizó su criticidad inicial en el año 1981. Está ubicada a orillas del océano Atlántico, entre Río de Janeiro y San Paulo, y es la fuente principal de suministro eléctrico de ambas ciudades.

El pasado año, después de numerosos años de moratoria, entró en funcionamiento un segundo grupo, también PWR pero de diseño KWU de cuatro lazos y 1.300 MW; y está previsto el inicio de la construcción de un tercero, gemelo del anterior, el próximo año. (Ver fotos adjuntas).

ALCANCE

Este proyecto, el de mayor envergadura hasta ahora de estas características realizado por una ingeniería española, ha supuesto un importante reto para IBERINCO, debiendo dar cobertura básicamente en tres áreas principa-



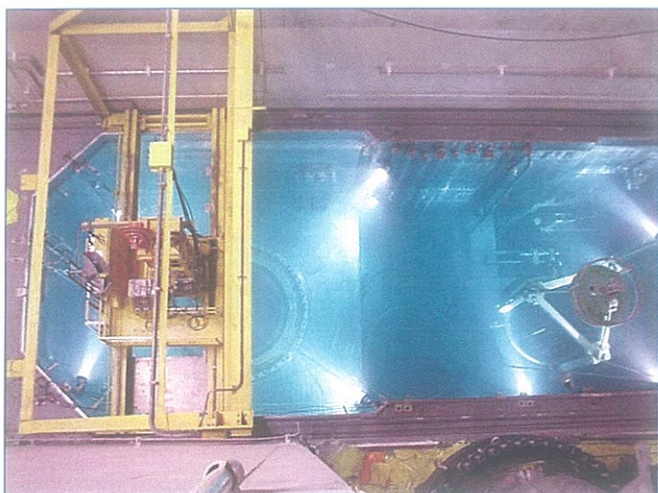
1. Soporte de ingeniería de apoyo a la explotación, especialmente en los sistemas relacionados con la seguridad, control y proceso.

2. Realización de los principales servicios de mantenimiento durante las paradas por recarga de combustible.

3. Gestión de las compras de equipos, repuestos y servicios, fuera de Brasil.

1.- Actividades de Ingeniería de apoyo a explotación

Bajo petición específica de Eletronuclear, se proporciona asesoría



técnica en aquellos proyectos de nueva implantación en la central que requieran una experiencia específica en las áreas objeto de los mismos.

Entre los numerosos trabajos realizados hasta la fecha, destacan los siguientes:

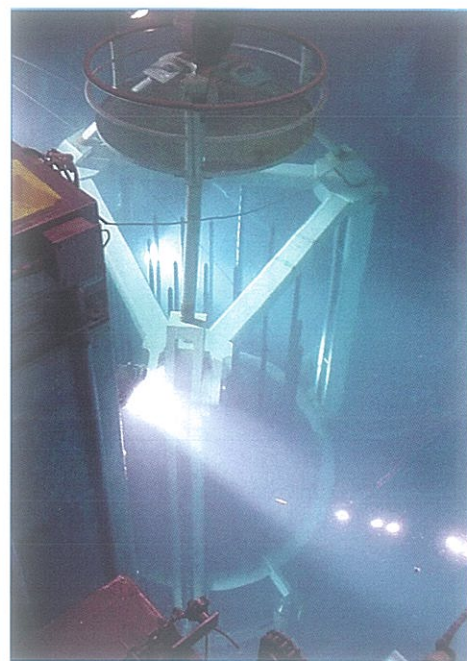
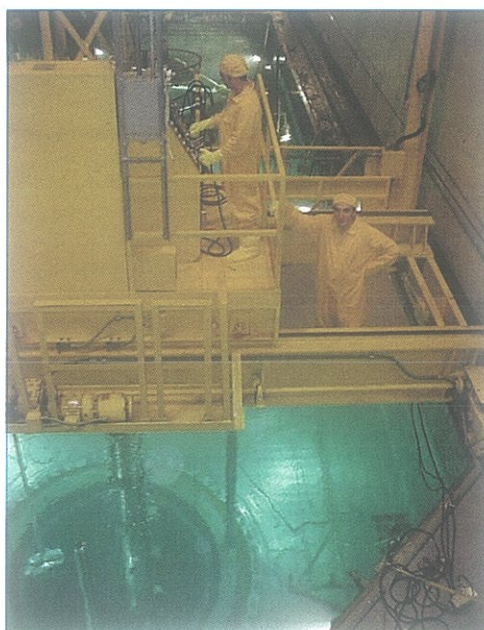
- Desarrollo e implantación de la Regla de Mantenimiento.
- Revisión del Análisis Probabilista de Seguridad (APS).
- Asesoría técnica para la mejora de los Sistemas de Protección contra Incendios.
- Realización de pruebas de rendimiento del turbogruppo y evaluación de los resultados.
- Análisis de evaluación del comportamiento físico del combustible nuclear.
- Análisis de los filtros de carbón activo.
- Análisis de fatiga en las curvas de los tubos de los Generadores de Vapor.
- Realización de informes sobre la operación, previsión y alargamiento de vida de los tubos de los Generadores de Vapor.
- Revisión de las Especificaciones de Compra de los nuevos Generadores de Vapor.
- Regulación del Sistema DEHC de control del turbogruppo.
- Asesoría técnica para la mejora de los sistemas de solidificación y de almacenamiento temporal de residuos radioactivos.
- Comparación de muestras químicas patrón.
- Análisis de vibraciones en el sistema de agua de alimentación.
- Análisis de reducción de ruido en sistemas de ventilación.
- Análisis termográfico del circuito primario.
- Revisión de los Procedimientos de Operación de Emergencia.
- Formación específica de personal

de la central en diferentes áreas:

- Regla de Mantenimiento.
- Cursos sobre Metodologías de desarrollo del Análisis Probabilista de Seguridad (APS) y sus aplicaciones.
- Mantenimiento de amortiguadores.
- Operación y mantenimiento del Sistema de Control Distribuido del DEH.

Como ejemplo importante y significativo del funcionamiento de la ingeniería de apoyo a la explotación de la planta, se detalla a continuación el alcance de la asesoría suministrada para la implantación de la Regla de Mantenimiento (RM) en la central de Angra 1:

- Redacción de los diferentes Procedimientos de trabajo del Proyecto: estructuras, sistemas y componentes en alcance; funcionamiento del Panel de Expertos; análisis de datos; significación para el riesgo; etc.
- Formación adecuada a los técnicos de Angra 1 que participan en el Proyecto, tanto a los analistas como a los miembros del Panel de Expertos.
- Asesoría técnica para la realización de cada una de las tareas que componen el Proyecto.
- Revisión técnica de los Informes generados y, en particular, apoyo y revisión del Informe Final.

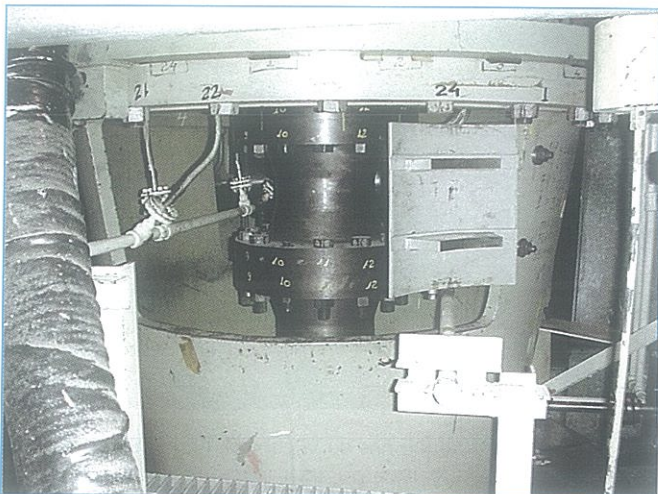


- Desarrollo de trabajos concretos, bajo demanda, como apoyo al personal de RM de Angra 1 (análisis de datos históricos, significación para el riesgo, criterios de comportamiento, etc.).
- Participación puntual en las reuniones del panel de Expertos del Proyecto.
- Coordinación de sendas visitas a las instalaciones de C.N. Almaraz y C.N. Cofrentes para comprobar el proceso de implantación de la Regla de Mantenimiento, los trabajos desarrollados, el funcionamiento del Panel de Expertos, etc.
- Suministro de la herramienta informática de gestión del Proyecto (Gestor-RM).
- Apoyo en el proceso de implantación de la RM, una vez finalizados los trabajos de desarrollo del Proyecto.
- Desarrollo e implantación de un Monitor de Riesgo, en función de la estructura APS existente, como apoyo al seguimiento de la Regla de Mantenimiento (en fase inicial).

El enfoque del proyecto ha estado dirigido en todo momento hacia una transferencia real de tecnología al personal de planta, de forma que sea factible el seguimiento y actualización de los trabajos con recursos locales.

2.-Actividades de recarga de combustible

Dentro del mencionado contrato, se han llevado a cabo durante más de cuatro años los principales trabajos



de mantenimiento en las cuatro recargas habidas durante este periodo.

Bajo la coordinación y supervisión de IBERINCO se han llevado a cabo, entre otras, las siguientes actividades de mantenimiento en recarga:

- Coordinación general de recarga.
- Apertura/Cierre de Reactor, y movimiento de Combustible.
- Revisión de la Grúa Manipuladora de Combustible.
- Revisión del Sistema de Transferencia de Combustible.
- Inspección visual de Combustible y evaluación de daños.
- Revisión y mantenimiento de los Motores y Bombas de Refrigerante del Reactor.
- Revisión y mantenimiento de grandes bombas y motores.
- Sustitución parcial del Sistema de Instrumentación Intranuclear.
- Servicios de Protección Radiológica.
- 'Slugde Lancing' en el secundario de los Generadores de Vapor.
- Revisión y mantenimiento de las válvulas de Vapor Principal.
- Diagnóstico de válvulas motorizadas.
- Revisión, reparación y manteni-

miento de los Grupos Diesel de emergencia.

- Revisión del sistema de emergencia por baterías.
- Revisión de Inversores.
- Inspección de penetraciones eléctricas.
- Inspección por ultrasonidos de los rotores de la Turbina de Baja Presión.
- Cambio de los anillos de retención del Generador eléctrico.
- Reparación de cortocircuito en el Generador eléctrico.
- Reparación y sustitución de álabes de Turbina.
- Inspección por 'rotorborne' del eje de Turbina.
- Inspección por corrientes inducidas de los siguientes equipos o componentes principales: tubos de los Generadores de Vapor, intercambiadoras de calor del sistema RHR, Barras de control, tubos de instrumentación extranuclear ('thimbles').
- Instalación de tapones y estabilizadores en los tubos de los Generadores de Vapor.
- Prueba integrada de fugas del edificio de Contención (ILRT).
- Pruebas y mantenimiento de amortiguadores.
- Pruebas nucleares de Baja Potencia.

Muchos de estos trabajos han sido realizados por empresas españolas especializadas del sector; participando además de IBERINCO otras empresas tales como Moncasa, Enwesa, TSI, WTS, Empresarios Agrupados, etc.; siendo muy importante la colaboración de personal de la central nuclear de Almaraz, y dado el número e importancia de sus trabajos, de TECNATOM,



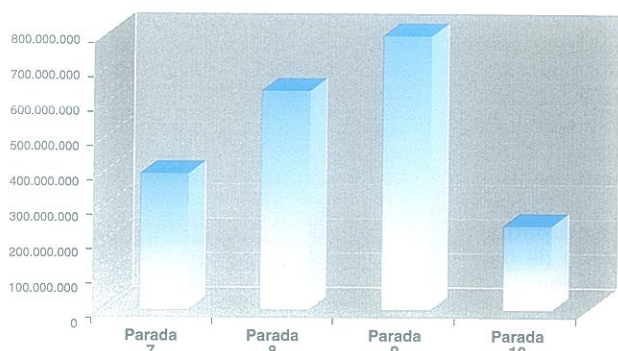
con cuya colaboración se contó desde el inicio de las negociaciones de licitación.

Dado que algunos de estos trabajos de mantenimiento requieren el conocimiento original del diseñador y fabricante del equipo, también han trabajado para IBERINCO en este área importantes empresas extranjeras tales como Westinghouse Electric Co., Siemens-Westinghouse o Framatome Technology Services, así como otras empresas especialistas suministradoras de los equipos originales.

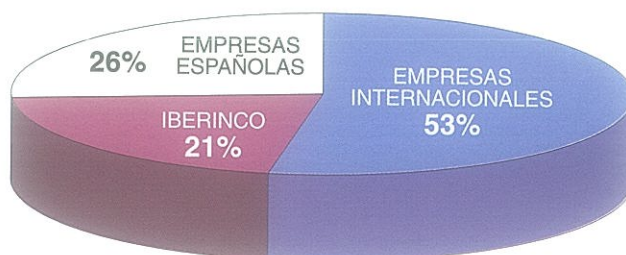
En los gráficos adjuntos se muestran el número y la distribución de servicios por procedencia, así como el total de las facturaciones de cada recarga.

Para poder acometer estos servicios en cada recarga, se hace necesario un gran esfuerzo de coordinación por parte de IBERINCO para poder asegurar la incorporación del personal y de los equipos asociados en los plazos previstos, dado que en la misma se desplazan hasta la central de Angra 1 un

Facturación por Recarga



Distribución de los trabajos realizados





número aproximado de 100 personas de muy diferente procedencia.

Estas actividades de coordinación comienzan desde el mismo instante de finalización de la recarga anterior, en que se realiza una reunión de lecciones aprendidas y se comienza a discutir la necesidad de realización de ciertas actividades en la recarga siguiente.

3.- Actividades de gestión de compras

Por otra parte, y como complemento de lo ya mencionado, IBERINCO actúa como agente de compras en el exterior de Brasil de equipos, componentes, repuestos, consumibles, materiales especiales y servicios asociados, en nombre de Eletronuclear.

Para ello realiza los servicios de consultoría y validación de los requisitos solicitados por la central, con relación a la reposición de los repuestos y componentes, así como el mantenimiento y control sobre el inventario de almacén.

Igualmente realiza las funciones de consultoría para la determinación de nuevos requisitos y especificaciones referentes a los repuestos, fabricantes o materiales alternativos en el caso de reposición de equipos o componentes ya obsoletos.

Dentro de este campo de actuación, también se realizan las actividades propias de la activación comercial, tales como inspecciones técnicas, seguimiento de fabricación y pruebas, y sobre todo la supervisión y control de ca-

lidad relativo a los suministradores y/o fabricantes.

Para todo ello IBERINCO dispone de un grupo de personas en la oficina del proyecto en Río de Janeiro, así como en la propia central, que realizan las gestiones necesarias para el cumplimiento de estos trabajos de acuerdo con los requisitos solicitados por el cliente y en coordinación con él.

Las labores de activación y compra fuera de Brasil se realizan por personal de Ergytech, empresa del Grupo IBERDROLA, para llevar a cabo las compras necesarias en Estados Unidos, y por AMARA para todas las otras fuera del mercado americano.

ORGANIZACIÓN

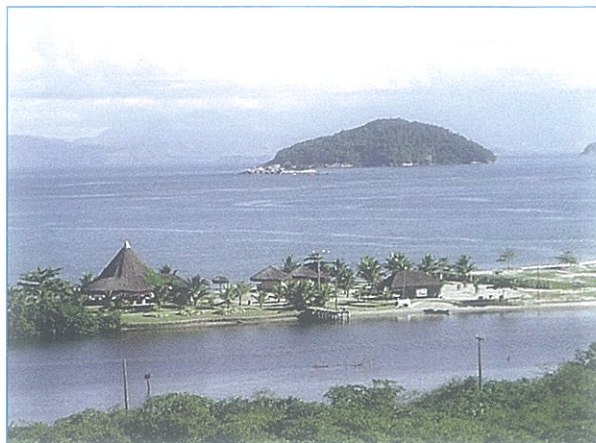
La organización total de IBERINCO dedicada a la gestión de este proyecto está formada por:

- Responsable general del Contrato y coordinación de las actividades de ingeniería, en Madrid (2 personas).
- Dirección del proyecto, servicios de gestión de compras y relaciones con el cliente, en Río de Janeiro (7 personas).
- Control y gestión de almacén, y seguimiento diario de actividades, en la central (3 personas).

Esta organización, como es natural, se ve reforzada durante los periodos de recarga, en la que se desplazan a la central las personas necesarias adicionales para poder dar cobertura tanto a las actividades de coordinación de la misma como a los diferentes servicios.

Adicionalmente, se cuenta además con el apoyo del personal y la organización de las empresas ya mencionadas, Ergytech en Houston (EE.UU.) y AMARA en Madrid para las actividades de compra y suministro de repuestos y componentes, de TECNATOM para las actividades de inspección en servicio y de personal complementario de IBERINCO, y de Empresarios Agrupados para el resto de trabajos de ingeniería.

En la actualidad se dispone de una oficina propia en las ins-



talaciones de la central, en la que se ha ido incorporando personal local, para la prestación de servicios de ingeniería adicionales, tanto para Angra 1 como para Angra 2.

CONCLUSIONES

- Proyecto altamente complejo por su naturaleza técnica y difíciles necesidades de coordinación.
- Resultados altamente satisfactorios tanto para la propiedad de la central (Eletronuclear) como para IBERINCO.
- Importante colaboración del resto de empresas participantes.
- Esfuerzo de IBERINCO por consolidar la implantación en el emplazamiento mediante la formación y transferencia real de tecnología al personal local.
- Grandes esperanzas puestas en el futuro para mantener y ampliar la colaboración con Eletronuclear.



Esteban CASTAÑOS es Ingeniero Superior del ICAI, especialidad mecánica. En 1976 ingresó en Westinghouse Nuclear Española, donde trabajó en áreas de ingeniería de fabricación, puesta en marcha, proyectos y servicios. En 1985 se incorporó a Enwesa, donde dirigió las áreas de servicios nucleares hasta su incorporación a Iberdrola Ingeniería y Consultoría en 1998, donde actualmente es el responsable del contrato de apoyo a la explotación de Angra, como Director de Servicios a Centrales Nucleares.

