



Juan Manuel BLANCO ROJAS ha trabajado en el proyecto de Almaraz desde su origen como Jefe del Departamento de Seguridad y Combustible. También trabajó en el proyecto de Valdecaballeros hasta 1980 en el mismo puesto. En la actualidad es Jefe del Departamento de Estudios e Ingeniería de la Central Nuclear de Almaraz.

LOS APOYOS DE INGENIERIA A EXPLOTACION

J. M. BLANCO

El objeto de este artículo es describir, desde el punto de vista de la empresa eléctrica, el apoyo de las empresas de ingeniería a una central nuclear en explotación y, concretamente, a la central nuclear de Almaraz.

En primer lugar conviene destacar que el concepto de apoyo permanente de las empresas de ingeniería a la explotación de una central eléctrica es algo nuevo que ha surgido con las centrales nucleares, e incluso se puede decir que ha nacido con las centrales nucleares de la segunda generación (Almaraz, Ascó y Cofrentes). Antiguamente, cuando se arrancaba la central eléctrica se cerraba el proyecto y se rompían los lazos con la ingeniería y, en menor medida, con el suministrador principal, de forma que sólo se requerían sus servicios si, esporádicamente, se precisaba hacer una gran reforma en la central.

En el campo nuclear la situación ha cambiado notablemente a raíz de la entrada en servicio de las centrales de Almaraz, Ascó y Cofrentes. Este cambio no estaba inicialmente previsto y ha venido forzado por las circunstancias y, en especial, por los requisitos de licenciamiento en permanente revisión. Un punto clave en este cambio de actitud fue el accidente ocurrido en Three Mile Island, Unidad 2 (1979). Este suceso supuso un aldabonazo para el organismo regulador (NRC) y una llamada de atención a la industria nuclear, de forma que giró el foco de atención de la máquina al hombre, po-

niéndose énfasis en la formación de los operadores, instrucciones de operación de emergencia, criterios de mantenimiento e intercambio de experiencias operativas. Aunque este giro era particularmente necesario en los Estados Unidos, se exportó a toda Europa y también a España.

Pero no ha sido sólo esta la causa de la situación actual, sino que han intervenido también otros factores que condicionan el presente; por ejemplo, la revolución informática ocurrida en los últimos diez años. Es cierto que cuando se proyectaron las centrales nucleares ya existían ordenadores que sorprendían a todos por su capacidad; pero los ordenadores de hace diez años no tienen nada que ver con los actuales, de forma que daban unas prestaciones muy limitadas. Precisamente, a raíz de TMI-2 se impuso un nuevo sistema de ayuda al operador, visualizando, con la ayuda de un ordenador, los parámetros vitales de la central en caso de emergencia (SPDS-SAMO). Desde esta década se están utilizando los microprocesadores para los nuevos sistemas de instrumentación y control, y se están utilizando los ordenadores personales para la vigilancia de los parámetros químicos y otras funciones.

Pero sobre todo, la revolución informática ha cambiado la gestión de las centrales nucleares. Con el tratamiento de textos, la gestión informática del mantenimiento, la protección radiológica, la cualificación sísmica y ambiental de los equipos, el diseño de planos con ayu-

da del ordenador, etc. Ciertamente que se ha recorrido un largo camino, que se hace evidente cuando se echa un vistazo a los primeros planos originales del proyecto, o a las primeras cartas cuyas copias se sacaban en papel carboncillo para reducir el uso -hoy abrumador- de la fotocopidora.

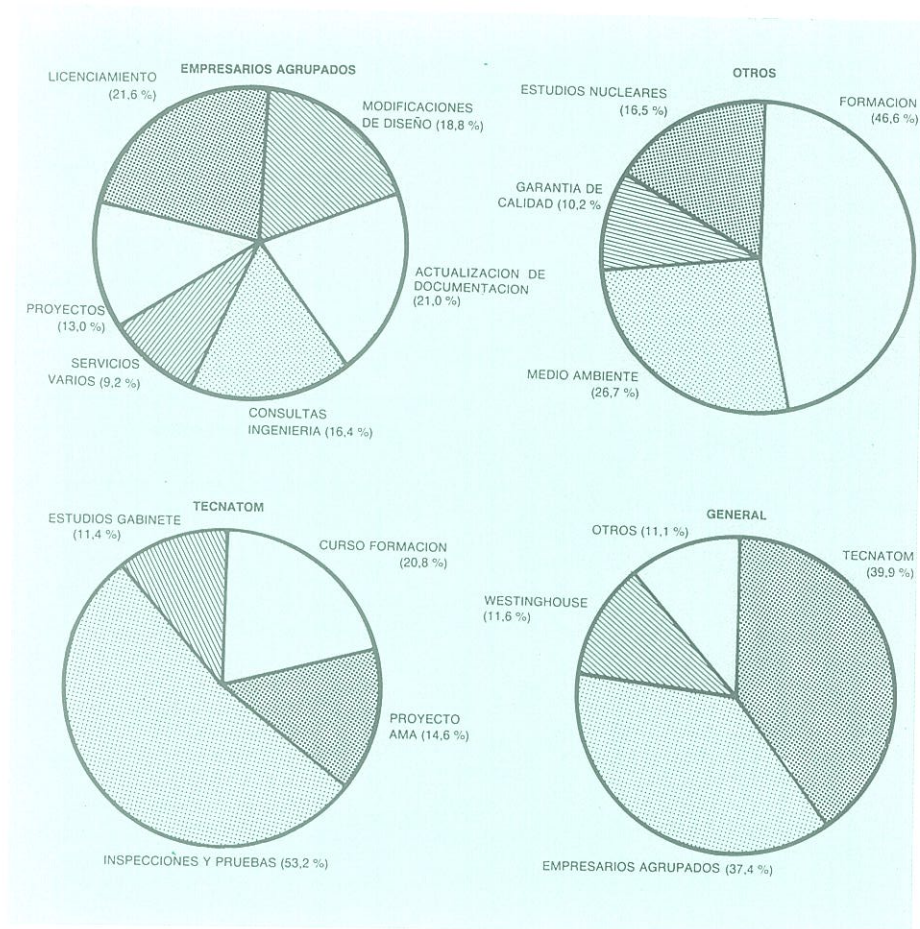
Finalmente, la propia experiencia del comportamiento de los materiales en los componentes fundamentales (generadores de vapor, turbina, combustible, tuberías, etc.) es otra causa que ha generado una gran carga de trabajo y configura la situación actual.

A continuación veremos cómo estos tres factores (requisitos de licenciamiento, revolución informática y comportamiento de los materiales) determinan la estructura de los servicios de las ingenierías de apoyo a las centrales nucleares y, concretamente, a la central nuclear de Almaraz (Unidades 1 y 2).

En el gráfico se ha representado el reparto porcentual de los gastos anuales de las empresas de ingeniería, que constituye un 10 % del presupuesto anual total de explotación de la central. Como se puede observar, hay un reparto equivalente entre la empresa de servicios de formación e inspección (Tecnatom) y la ingeniería del proyecto (Agrupación). El resto (22,5 %) se reparte casi a partes iguales entre el suministrador principal (Westinghouse y otras empresas de servicios).

Si ahora analizamos el reparto de los servicios de Tecnatom nos encontramos con que algo más de la mitad se emplea en inspecciones y pruebas en campo, que requieren una serie de estudios de gabinete previos y posteriores a su ejecución. De estas inspecciones hay que destacar las realizadas a los tubos de los generadores de vapor que representan un tercio de esta partida. El resto es debido a gastos de formación del personal, no sólo de los operadores del reactor y turbina, sino de todo el personal, tales como los técnicos de protección radiológica, analistas químicos, etc.; sin embargo, no se cierran con estas partidas todos los gastos en cursos de formación del personal, sino que, en el capítulo de "otros servicios" existe un porcentaje apreciable dedicado a cursos para especialistas en áreas de instrumentación y control, etc. Hay que realizar una mención especial al proyecto AMA, de acreditación de puestos de trabajo, que consiste en un análisis de las tareas específicas que van asociadas a cada puesto de trabajo, para dar la formación ajustada a las funciones que cada persona desempeña en su puesto.

En el desglose de los trabajos de la Ingeniería destaca el porcentaje de actividades dedicadas al licenciamiento. En este capítulo se han incluido los



Distribución de los gastos anuales de las empresas de ingeniería.

gastos del Análisis Probabilístico de Seguridad (APS), actualización del Estudio de Seguridad y mantenimiento de la cualificación sísmica y ambiental. Sin embargo, hay otras actividades derivadas del Organismo Regulador y que no están incluidas en este capítulo, por haber sido tratadas como modificaciones de diseño o consultas de ingeniería, por lo que el impacto total del licenciamiento es mucho mayor. En cuanto a la actualización de la documentación, es una actividad derivada de las nuevas posibilidades informáticas y supone la mecanización de diagramas de flujo y de los esquemas unifilares, actualización del libro de referencias y datos, plan de mecanización, etc.

En grandes proyectos está incluida la ingeniería para la implantación del Sistema de Ayuda Mecanizada al Operador (SAMO/SPDS) y el programa de reducción de amortiguadores. Finalmente, como servicios varios, se ha incluido el apoyo de la ingeniería en Planta, o los servicios de inspección y activación en las fábricas.

En el capítulo de "otros servicios", aparte de los cursos de formación ya comentados, se encuentran los trabajos de medio ambiente en las áreas de meteorología, radiactividad ambiental y

vigilancia del embalse de refrigeración. Los estudios nucleares abarcan los trabajos efectuados en el campo neutrónico, termohidráulico y mecánico del combustible, al margen del diseño de las recargas que realiza ENUSA y que figura como parte de los gastos del combustible nuclear no tratados aquí. Finalmente, quedan los servicios de las agencias de inspección utilizadas por Garantía de Calidad.

Llegados a este punto, creo que se puede concluir que los gastos dedicados a las ingenierías de apoyo a las centrales nucleares en explotación, tienen poco que ver en cuantía y distribución con los gastos que se dedicaban antes de 1975 por las centrales eléctricas, incluso las nucleares. Estos gastos vienen marcados por unos requisitos de licenciamiento todavía cambiantes, por la experiencia del comportamiento de los materiales y por una puesta al día con los medios informáticos actuales, tanto de gestión como de proceso.

Todos estos gastos, aunque son muy considerables, son el sustrato que permite a las centrales nucleares producir energía eléctrica de forma rentable y segura, a la vez que les permite seguir siendo consideradas como tecnología punta.

durante determinadas etapas de la puesta en marcha de los de nueva implantación.

- En Protección Radiológica y Seguridad, y en los periodos de operación de la planta, los servicios de apoyo se refieren:
 - Realización de estudios particulares de reducción de dosis, fundamentalmente relacionados con operaciones o trabajos de modificaciones de diseño y de mejoras a introducir en las operaciones de recarga, así como en la puesta a punto y revisión de equipos de medida.
 - Realización de estudios de reducción de riesgos en cuanto a la seguridad en la ejecución de los trabajos en planta.
- En relación con los servicios de apoyo al Soporte Técnico de Operación, Empresarios Agrupados participa con sus técnicos en la realización de las actividades propias del grupo y que, básicamente, se refieren a:
 - Estudios relacionados con la implantación de modificaciones de diseño, que abarcan actividades de análisis de problemas reales o potenciales, gestión de las modificaciones asociadas y prueba de las mismas, cuando son requeridas.
 - Estudios sobre normativa aplicable y experiencias operativas que permitan mantener actualizados tanto los procedimientos relacionados con la operación de la planta como los distintos sistemas que la componen.

Otros servicios de apoyo se prestan ocasionalmente en áreas tales como: Garantía de Calidad en cuanto se refiere a trabajos relacionados con modificaciones de diseño y nuevas implantaciones, o trabajos relacionados con la Mecanización de la Gestión de Explotación durante la fase de implantación y puesta en servicio de las diferentes aplicaciones.

APOYO EN PARADAS PARA RECARGA

Los periodos de parada para recarga del combustible, en los que, además de las operaciones del cambio de combustible se realiza un gran volumen de trabajos de mantenimiento, requieren de la organización de Explotación unas capacidades adicionales en forma de medios humanos y medios técnicos, convencionales o específicos, con la característica general de ser variables, tanto en número como en clase de medios, de una recarga a otra.

La necesidad de acortar, tanto como sea posible, el tiempo de parada imprime en la organización y en los medios una serie de características especiales, cuyo conocimiento y consecución van

a condicionar de manera definitiva el cumplimiento de los objetivos del programa de parada, siendo las más importantes las siguientes:

- Identificación y definición anticipada de los trabajos a realizar durante la parada.
- Definición pormenorizada de los medios, técnicos y humanos, necesarios para la realización de cada trabajo.
- Establecimiento de una programación estricta y una adecuada sistemática de seguimiento del mismo.
- Definición y asignación de responsabilidades para cada actividad o grupo de actividades del programa, junto con un adecuado procedimiento de coordinación de las organizaciones involucradas.
- Disponibilidad de medios adecuados que permitan ser gestionados de manera flexible y con gran agilidad.

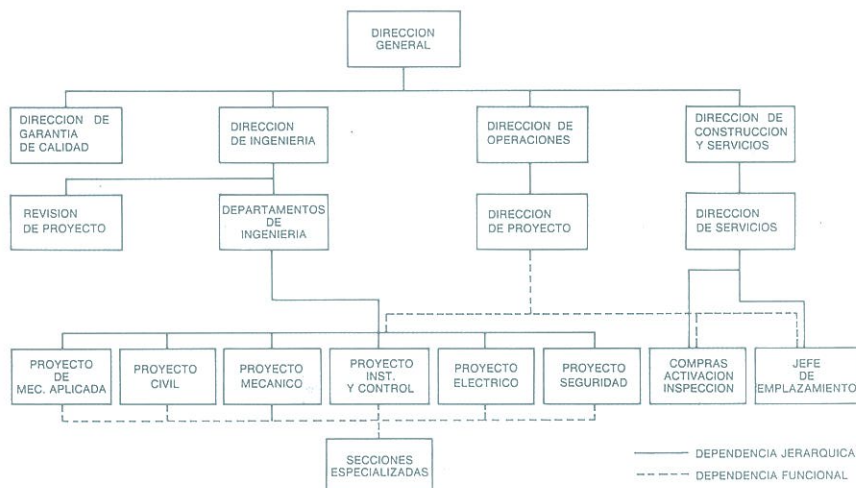
Para resolver los problemas asociados

a la gestión de estos medios, las organizaciones de explotación precisan del apoyo exterior, confiando dicha gestión en forma de servicios de apoyo, en empresas especializadas en este tipo de servicios.

Varias son las soluciones que actualmente están siendo adoptadas por cada una de las centrales nucleares españolas, en función de una serie de condiciones esencialmente de organización y que, en general, se han mantenido desde el comienzo de su operación, con ligeros cambios de adaptación.

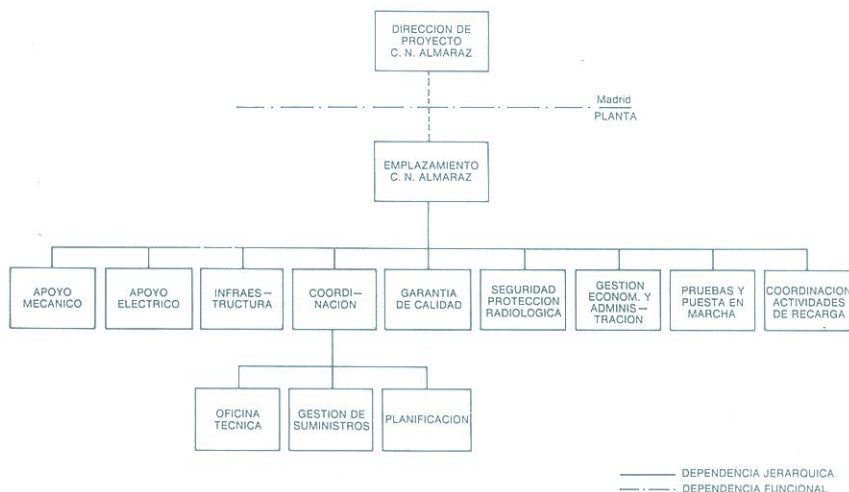
En el caso que nos ocupa, para los servicios de apoyo en parada de CN Almaraz, Empresarios Agrupados viene actuando como contratista principal, siendo sus áreas de actuación principal las siguientes:

- Planificación de la parada y establecimiento de programas de ejecución por áreas y responsables.



F I Organigrama de E. A. para proyecto C. N. A. en Madrid

F II Organigrama de E. A. para proyecto C. N. A. en planta



- Coordinación general, supervisión y, en su caso, ejecución de los trabajos auxiliares relacionados con la vasisa del reactor y los generadores de vapor.
- Supervisión de trabajos de mantenimiento en las áreas y sistemas asignadas por el cliente.
- Realización de estudios ALARA de las operaciones a realizar durante la parada y supervisión de las mismas.
- Realización de trabajos de control radiológico de la planta.
- Estudios de reducción de riesgos y vigilancia desde el punto de vista de seguridad en el trabajo y vigilancia.

ORGANIZACION Y RECURSOS

Para la realización de los Servicios descritos, tanto de Ingeniería como de apoyo a la Explotación, Empresarios Agrupados cuenta con dos organizaciones o centros de trabajo, el de las oficinas centrales de Empresarios Agrupados en Madrid y las oficinas que tiene establecidas en el emplazamiento de la Central. Cada uno de estos centros dispone de su propia organización, cuyos organigramas se muestran en las Figuras I y II.

La organización de Empresarios Agrupados para los Servicios de Ingeniería

de Apoyo a la Central Nuclear de Almaraz tiene asignado un Director de Proyecto del que dependen funcionalmente los Jefes de Proyecto de las diferentes disciplinas y servicios en el centro de trabajo de Madrid, y el Jefe de Emplazamiento.

El Director del Proyecto es el responsable de que la ejecución de los servicios se realice de acuerdo con los requerimientos de Central Nuclear de Almaraz, con los procedimientos de Empresarios Agrupados que apliquen al proyecto y con los términos contractuales. El Director de Proyecto representa a Empresarios Agrupados ante la organización de Central Nuclear de Almaraz y otras organizaciones que participen en los trabajos.

Los Jefes de Proyecto de cada disciplina son responsables técnicos de las actividades que en su ejecución se realicen para el proyecto.

El Jefe de Emplazamiento es el representante de Empresarios Agrupados en el Emplazamiento de la central y de él dependen los responsables de las distintas secciones que cubren los servicios de la organización en Planta.

En relación con los recursos humanos asignados al grupo de proyecto en el centro de trabajo de Madrid, aproximadamente el 75 % corresponden a Ingeniería y el 25 % a diseño.

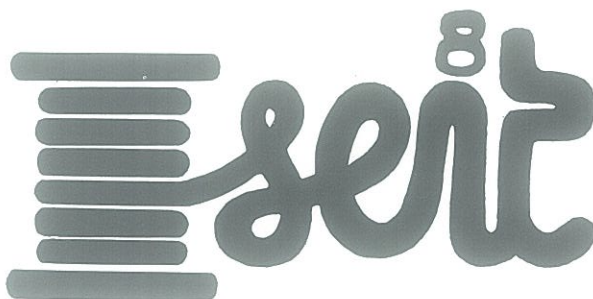
PLANIFICACION Y COORDINACION DE LAS ACTIVIDADES CON LA INGENIERIA DE CENTRAL NUCLEAR DE ALMARAZ

El alcance de los trabajos a realizar por el grupo de ingeniería de apoyo es definido en cada caso por la ingeniería de Central Nuclear de Almaraz, que establece asimismo las prioridades y fechas de necesidad.

La coordinación y planificación de las actividades de asistencia técnica, modificaciones de diseño y actualización de documentación se realiza mediante reuniones periódicas, normalmente mensuales, con la ingeniería de Central Nuclear de Almaraz, cuyos acuerdos se reflejan para su seguimiento y control en el Listado de Actividades, el cual recoge para cada actividad la siguiente información: Breve descripción, Orden de trabajo, Fechas estimadas de comienzo y finalización, Responsable de su realización, Documentos afectados e incidencias y observaciones respecto a su desarrollo.

En el caso de los denominados proyectos especiales, su planificación se realiza mediante programas específicos, y su seguimiento y coordinación mediante reuniones monográficas.

- Equipos y componentes eléctricos y almacén de servicio para Centrales Nucleares.
- Materiales para la construcción de líneas aéreas y subterráneas y estaciones transformadoras.
- Proyectos y realización "llave en mano" de minicentrales hidráulicas"



Gerona, 151 - 1.ª Planta. Teléfono 207 46 12 (12 líneas) Télex 50.508 ATSE-E. 08037 BARCELONA

Juana Ibarbourou, 12 local 11. Teléfono 41 27 00. 50013 ZARAGOZA

Vital Aza, 26. Teléfono 407 95 62 Télex 46.087 ATSE-E. 28017 MADRID