

MONTAJE DE LA INSTALACION ELECTRICA EN UNA CENTRAL NUCLEAR

CONSTRUCCION

José OSUNA GASULL, Manuel CAÑAS MONTES
y Ricardo RODRIGUEZ BENABAL

Los autores de este trabajo constituyen el equipo directivo de la División Centrales de Abengoa, S. A., que ha adquirido una dilatada experiencia iniciada en 1950 con el diseño y montaje de las centrales térmicas (diesel y de vapor) de la Fábrica de Cementos de la C. H. G. de Villanueva del Río y Minas y de las centrales hidráulicas del río Guadalete.

En el campo nuclear ha participado en el montaje de la instalación eléctrica de las centrales José Cabrera, Almaraz I y II, Lemóniz I y II, Ascó I y II y Cofrentes, teniendo contratada la participación en Vandellós II, Trillo y Valdecaballeros I y II.

En el conjunto de sus realizaciones se han ejecutado más de 11,5 millones de hora-hombre, de las que más de 5 millones han sido hechas en centrales nucleares, con un equipo humano compuesto por 1.300 personas de distintas categorías profesionales y un experimentado equipo directivo.

CARACTERISTICAS DE ESTE TIPO DE OBRAS

EMPLAZAMIENTO

Los emplazamientos de estas obras se eligen atendiendo a una serie de criterios, entre los cuales está la Seguridad Nuclear y Entorno Ambiental en sus conceptos de Geotecnia y Sismología, Meteorología, Hidrología, Demografía, Ecología y Uso Público.

Por lo general quedan bastante alejadas de núcleos de población importante. Esta circunstancia dificulta:

El asentamiento de personal.—El personal especializado es generalmente desplazado y necesita alojarse en la zona, normalmente con su familia.

Los criterios para elegir asentamiento tienen en cuenta las condiciones escolares, los servicios médicos, alojamientos adecuados, centros de esparcimiento y proximidad a la obra, por el orden enumerado.

Esto lleva al personal a elegir centros urbanos más importantes aunque estén lejos de la obra, lo que obliga a un transporte (normalmente mediante autobuses) que incrementa al tiempo de dedicación al trabajo en hasta un 20 % y aumenta el riesgo de accidentes por problemas de circulación.

La utilización de la estructura industrial y comercial.—El estar lejos de centros urbanos importantes, supone que la industria auxiliar es pobre o nula en los alrededores de la obra y, por tanto, obliga a suplir este problema incre-

mentando la infraestructura a instalar por los propios contratistas.

La ausencia de estructura comercial próxima exige una dedicación más grande a la programación de necesidades hasta en los más pequeños detalles, con stock en obra de los materiales de consumo más frecuente.

Cifras de ejecución.—El montaje eléctrico de una central nuclear típica, en los niveles actuales de la técnica (≈ 1.000 Mw), supone una ejecución aproximada, para las fases normalmente adjudicadas a los contratistas eléctricos de:

- 300 Tm. de equipos eléctricos.
- 30 km. de bandejas para cables de fuerza, control e instrumentación.
- 70 km. de conduits para cables de fuerza, control e instrumentación.
- 65 km. de conduits para cables de alumbrado.
- 1.200 Tm. de kg. de hierro para soportes de canalizaciones.
- 2.000 km. de cables para fuerza, control e instrumentación.
- 400 km. de cable para alumbrado.
- 500.000 unidades de conexiones eléctricas.
- 50 km. de cable y/o pletinas de cobre para conexiones de puesta a tierra.
- 7.000 unidades de luminarias para alumbrado.

A todo esto hay que añadir obra auxiliar, de distintas actividades, que puede ser valorada sobre el 15 % de la relacionada anteriormente.

PLAZOS DE EJECUCION

Todas las cantidades de ejecución, relacionadas en el punto anterior, se programan para ser realizadas, por término medio, en un período de entre tres a cuatro años.

DESFASE ENTRE LAS DISTINTAS ACTIVIDADES

Con objeto de reducir, en lo posible, el plazo general de ejecución de la Central, se programan las distintas fases de la obra (realización del proyecto, obra civil, montajes mecánicos, montajes eléctricos y de instrumentación, pruebas preoperacionales y pruebas operacionales), con un desfase muy pequeño entre ellas.

Esta circunstancia supone interferencias muy numerosas y modificaciones

C. N. Vandellós II.
Equipo de proceso de datos para preparación y control de canalizaciones, tendido y conexionado.



en los trabajos realizados por revisiones y cambios en el proyecto.

También implica la entrega de la instalación de forma parcial, bastante antes de la finalización del plazo de ejecución.

EXIGENCIAS TECNICAS

La normativa básica es, normalmente, la vigente en el país de origen del suministrador del equipo principal.

Las exigencias técnicas son muy fuertes y como características de este tipo de obra, por razones de seguridad, destacan en el Proyecto los criterios de redundancia y los requerimientos sísmicos; en cuanto a la Construcción es imprescindible seguir con el máximo rigor las diferentes instrucciones de preparación de trabajo, seguimiento de la programación, garantía y control de calidad y seguridad.

GARANTIA Y CONTROL DE CALIDAD

Esta técnica ha surgido en los países de origen del equipo principal, como consecuencia de las regulaciones para la construcción de Centrales Nucleares. El control de calidad hay que asegurarlo documentalmente, dejando constancia de ello en las diferentes facetas de diseño, compras, organización, sistemas de trabajo, calidad de la ejecución, conocimientos y capacidad de los operarios que la realizan e inspecciones efectuadas con el resultado de las mismas.

C. N. Cofrentes.
Conexión de paneles de relés en la sala de control.



C. N. Cofrentes.
Montaje de batería de 2.000 A/h.

Todo ello hay que realizarlo mediante una organización independiente, jerárquicamente, de la que ejecuta las obras.

ORGANIZACION DE LA OBRA

Representación de la Propiedad.

La Propiedad, directamente, o a través de firmas especializadas, dispone una organización a pie de obra (dirección de obra), que se encarga de la administración de los contratos y ejecución de los mismos, siendo los interlocutores válidos de los contratistas como representantes de los propietarios.

Ordenación de los servicios comunes.—Por lo general, la dirección de obra, organiza los servicios comunes (electricidad, agua, teléfono, servicios médicos, limpieza, carreteras interiores, iluminación de paso, etc.), asignando a cada contratista los servicios necesarios y repartiendo los gastos originados de forma proporcional.

Seguridad industrial. Control de acceso.—Por razones de seguridad, el acceso a la Central está muy reglamentado, siendo imprescindible que cada persona disponga de una tarjeta de identificación y cumpla con las normas sobre controles, que se establecen en cada obra.

FASES DEL CONTRATO

PREPARACION DE LA OFERTA

Se parte de la documentación enviada por los clientes y que se puede dividir en:

- Especificaciones técnicas.
- Especificaciones económico-administrativas.
- Presupuestos con mediciones a valorar.

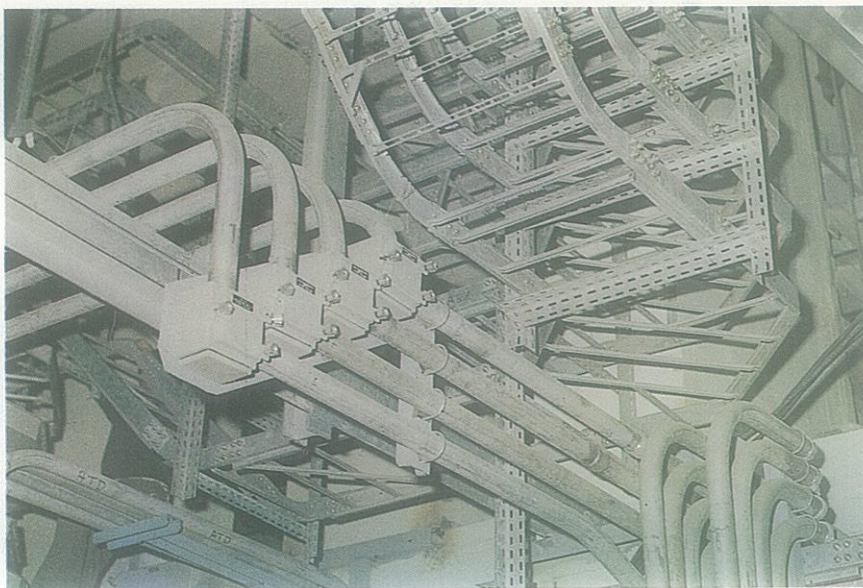
En base a estos documentos se preparan las ofertas, divididas en dos partes, sección técnica y sección económica.

La preparación es muy laboriosa por la gran cantidad de aspectos que hay que estudiar y los datos que hay que presentar (Organización general del contratista y de la obra que se trate, plan de montaje con aportación de medios humanos y mecánicos, acopio de materiales, precios, condiciones económicas, tales como validez de oferta, revisión de precios, forma de pago, garantías, datos sobre previsiones de mano de obra a ejecutar, tanto directa como indirecta, etc.).

Se concede una gran importancia a los aspectos de organización, experiencia, capacidad humana y técnica, en paralelo con los de precio y plazo, ya que la fiabilidad de estos últimos depende totalmente de aquéllos. Por otra parte, una estructura de precios carece de validez y, por tanto, de garantías para un normal desarrollo del contrato, si no resulta de un adecuado estudio de costes; el compromiso del cumplimiento de los

C. N. Ascó.
Montaje de barras de fases aisladas.





C. N. Lemóniz.
Montaje de bandejas y conduits.

plazos sólo es creíble en base a un conocimiento suficiente de los trabajos que se ofertan y a una organización con la estructura y los medios adecuados.

PREPARACION DEL CONTRATO

Habitualmente la preparación del contrato lleva consigo un período previo de adjudicación de la oferta para lo cual, cliente y contratista, establecen todas las aclaraciones y precisiones necesarias para que no queden puntos oscuros en el alcance del contrato y como tema importante, se precisa el sistema y forma de financiación de las operaciones.

COMIENZO DE LA EJECUCION

Para iniciar la ejecución de las obras, objeto del contrato, se deben tener implantados en obra las instalaciones, ofi-

cinas, talleres y almacenes propios, cuya superficie se puede evaluar en unos 2.000 m², desglosados en:

Edificios de oficinas: 400 m².

Taller: 500 m².

Almacén: 300 m².

Vestuarios y servicios higiénicos: 800 m², todos ellos con sus instalaciones auxiliares de electricidad, agua potable, aguas negras, etc.

En el período de montaje de las instalaciones se debe ir incorporando el equipo de mandos.

Es necesario aprovechar el período de implantación para recoger de la Propiedad o de la sociedad encargada por la misma, la documentación emitida «Aprobada para Construcción», así como de todas las Especificaciones definitivas y para preparar por parte del Contratista de la documentación de Garantía y Control de Calidad, programas, procedi-

mientos organizativos, especificaciones de compra y procedimientos de trabajo.

Con todo lo que antecede se pueden realizar, trabajando en equipo con la Propiedad, los programas parciales de avance de obra que inexorablemente deberán encajar en los programas generales de la Propiedad.

Desarrollados los programas parciales, se conocen las cantidades de trabajo a realizar, y se pueden concretar la aportación en cada período de tiempo de los equipos y herramientas necesarios así como del personal directo oportuno.

Las herramientas y equipos deben preverse con un margen de reserva y además superar las más severas pruebas y homologaciones de Seguridad Industrial, y el personal debe sufrir todos los requisitos de Seguridad e Higiene como reconocimientos y pruebas médicas, cursillos de Seguridad, documentación de identificación, etc.

PERIODO DE EJECUCION

Durante todo el período de ejecución se adecuan los medios humanos y mecánicos a las necesidades del programa de objetivos y se van resolviendo los problemas que van surgiendo.

Juega un papel importantísimo en esta fase, las relaciones humanas entre los distintos grupos y personas individuales, pues como consecuencia de las presiones de cumplimiento de programas en objetivos parciales, durante un período tan prolongado, se producen unas tensiones tremendas que sólo es posible soportar mediante unas relaciones humanas de confianza y buena voluntad.

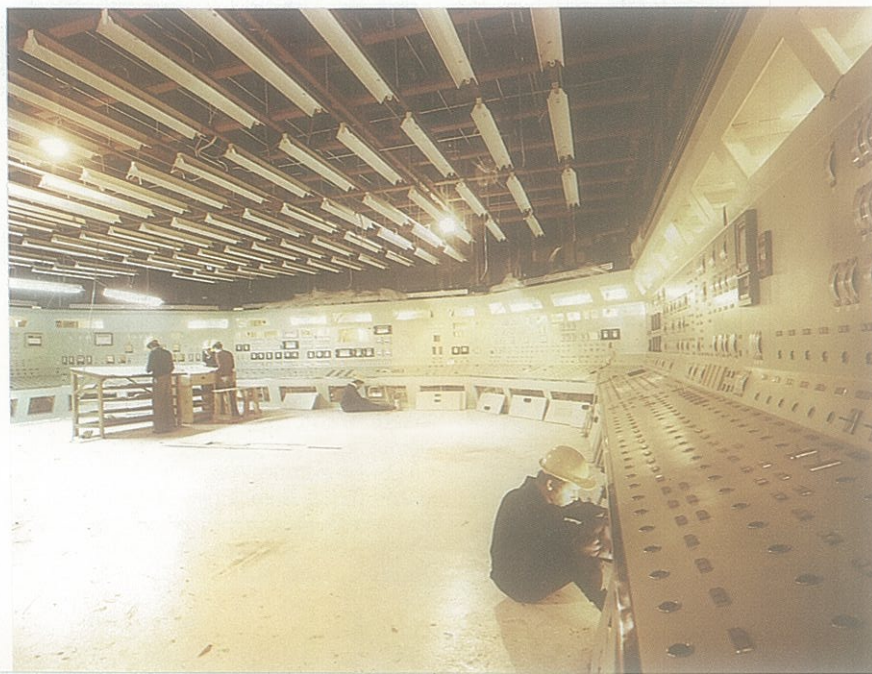
RECEPCIONES DE OBRA

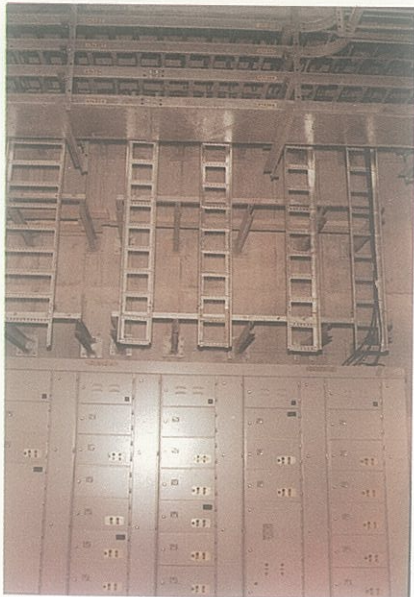
Dado los plazos tan largos para la ejecución completa, partes de ella se terminan con mucha antelación a la fecha final y otras partes le interesa a la Propiedad disponer de ellas cuanto antes, para poder empezar a realizar pruebas preoperacionales (entrega de sistemas operativos).

La forma de operar normalmente es realizar la recepción provisional parcial de la obra que se va terminando.

A efectos de garantía, que comienza a partir de la terminación completa de la ejecución, se realiza un diagnóstico del estado en que se encuentren las instalaciones que fueron recepcionadas en su día, reparando los desperfectos encontrados. Una vez realizada la eventual reparación, comienza el período de garantía.

C. N. Almaraz.
Sala de control.





C. N. Ascó.
C. C. M. M.

POSIBLES SERVICIOS A PRESTAR POR LOS CONTRATISTAS

Este tipo de obras, por sus características técnicas (grandes cantidades de trabajo a ejecutar, especificaciones técnicas muy fuertes y necesidad de conseguir un alto nivel de calidad, que hay que asegurar documentalmente) y por sus características económicas (necesidad de reducir al máximo el plazo de ejecución, lo que obliga a realizar un desfase mínimo entre las distintas actividades), requieren para su ejecución una organización muy grande y compleja a nivel de centros de trabajo. Ello implica una aportación de medios humanos y mecánicos muy especializados.

El equipo humano necesario para la realización de este tipo de obra debe cubrir funciones de Ejecución, Garantía y Control de Calidad, Administración, Seguridad, Planificación, Ingeniería Auxi-

liar, Seguimiento de trabajos selectivos y Preparación de trabajo y está formado, por término medio, por 400 personas de distintas categorías profesionales.

Para poder atender las necesidades de este mercado Abengoa, S. A., tiene una división especializada (División de Centrales) a partir de la cual se han estructurado las organizaciones de centros de trabajo en los siguientes aspectos:

EJECUCION

Toda la ejecución es realizada de acuerdo con Procedimientos de Trabajo aprobados por el cliente antes de comenzarse, donde se pormenorizan los detalles técnicos propios de cada actividad.

La difusión de dichos procedimientos hasta los niveles de personal adecuado, junto con cursillos particulares de capacitación y homologación, permite realizar los trabajos con la máxima garantía.

Al aspecto técnico va unido el estudio de los medios mecánicos más apropiados (herramientas y equipos) para realizar los trabajos. Cada departamento de Ejecución tiene un grupo de personas encargado de analizar las distintas actividades y encontrar la herramienta más adecuada en cada momento.

GARANTIA Y CONTROL DE CALIDAD

Partiendo de un Programa de Garantía de Calidad, donde se recogen las actividades a realizar en este campo, se procede a la preparación de todos los



C. N. Ascó.
Soportes y riostras de bandejas.

Procedimientos de Trabajo y las Especificaciones de Compra necesarias.

La calidad requerida queda garantizada por las inspecciones documentadas de los trabajos, realizada mediante Programas de puntos de Inspección incorporados a los procedimientos.

SEGURIDAD

A las actividades normales de este departamento se ha añadido la de preparar procedimientos de trabajos en tensión y la capacidad de nuestro personal en este aspecto, lo que nos permite acceder a cuadros y equipos que por necesidades del cliente estén ya en fase de puesta en marcha, sin necesidad de cortar tensión. Esto evita tiempos muertos en las pruebas para aquellos equipos que por modificaciones de diseño u otras causas haya que trabajar en ellos después de entregados.

PLANIFICACION

Es importante destacar el sistema de planificación semanal para el remate de trabajos por áreas, sistemas, etc., donde se persigue la situación día a día de cada elemento singularizado, con lo que se consigue el máximo rendimiento posible en los plazos.

INGENIERIA AUXILIAR

Se han creado grupos de trabajo que han realizado y/o están preparados para realizar:

- Comprobaciones y chequeos de esquemas desarrollados y planos de cableados de regletas o confección de estos últimos a partir de los primeros.
- Preparación de detalles típicos en cualquiera de las actividades correspondientes de la instalación eléctrica.
- Desarrollos de planos de alumbrado desde situación de puntos de luz hasta cálculos luminotécnicos, trazados, cálculos de secciones, detalles típicos, planos as built, etc.

C. N. Ascó.
Bandejas.

