



Anibal MARTIN MARQUEINEZ es Doctor Ingeniero Industrial por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid y Master of Science en Ingeniería Nuclear por el Instituto de Tecnología de Massachusetts. Es Ingeniero de Hidroeléctrica Española. Actualmente es Director Gerente de la Central Nuclear de Valdecaballeros.

LA COORDINACION DE LAS ACTIVIDADES NUCLEARES DEL SECTOR ELECTRICO

A. MARTIN MARQUEINEZ

A. GONZALEZ DE UBIETA CARASA

CONSIDERACIONES PREVIAS- LA INICIATIVA DEL SECTOR ELECTRICO

Desde que comenzaron en el mundo las aplicaciones eléctricas de la energía nuclear, se consideró en España la posibilidad del uso de esta fuente de energía como medio para contribuir a la satisfacción de la demanda creciente de electricidad. Así, tras el establecimiento por el Gobierno en 1948 de las primeras instituciones nucleares y en paralelo con las actividades desplegadas por las mismas, ya en la década de los años cincuenta, después de la preparación necesaria y por iniciativa del Sector Eléctrico, se establecen tres empresas: CENUSA, NUCLENOR y TECNATOM con el objetivo específico de desarrollar en España el uso de la energía nuclear con fines eléctricos. Los resultados en este momento son bien conocidos. De manera resumida, existen en España ocho unidades en funcionamiento con 5.815 MWe instalados, superando actualmente la participación nuclear en el conjunto de la generación el 29 %. Con la entrada en servicio a finales de año de otras dos unidades, se prevé que la participación nuclear en 1988 sea del 35 %.

El desarrollo de la aplicación de la energía nuclear a la producción de energía eléctrica ha estado presidida por el más alto nivel científico y técnico, lo cual ha permitido alcanzar las elevadas cotas de calidad que hoy conocemos.

La experiencia recogida siempre ha sido utilizada en el camino de mejora, donde cualquier resultado y en particular cualquier incidencia ha sido objeto de metódico análisis en mejora de la eficacia y de la seguridad de las instalaciones.

En este momento, existiendo en el mundo más de 285.000 MWe instalados en 406 unidades, con una producción en 1986 acumulada de 1.600 TWh y una producción de 11.000 TWh, y con 139 unidades más en construcción que suponen 125.000 MWe adicionales, el grado de madurez alcanzado inspira nuevas cotas en el reto de la aplicación

eficiente y segura de la energía nuclear.

Con motivo de los primeros informes sobre el accidente de Three Mile Island Unidad II en 1979, el Forum Atómico Americano (AIF) hacía constar que no había nada que permitiera afirmar que las plantas nucleares, como estaban diseñadas y construidas, no fueran seguras. No obstante, se pusieron de manifiesto algunas áreas de mejora, no circunscribiéndose los esfuerzos en este sentido sólo a las causas inmediatas del accidente y a temas exclusivamente relacionados con las técnicas de diseño y operación de las centrales. Así, de hecho, a raíz de los informes básicos del accidente (Kemeny, Rogovin, etc.), dos aspectos fundamentales focalizaban la atención preferente: la actividad reguladora debería ser reestudiada y actualizada, y aspectos de organización asociados fundamentalmente al constructor y, sobre todo, al explotador de las plantas nucleares, en definitiva, a las Empresas y Sector Eléctrico, deberían ser revisados.

Pieza clave en este panorama lo constituye el Explotador, figura que en España define la Ley Nuclear de 1964 como el titular de las autorizaciones necesarias para la construcción, puesta en marcha y explotación comercial de la instalación. La responsabilidad indelegable de esta titularidad confiere al Explotador un protagonismo en relación con Suministradores principales, fabricantes, ingenierías y constructores, quienes siempre han participado en funciones de contratistas para el titular. Precisamente la reducción del mercado nuclear mundial de la última década ha realizado la situación real de indelegabilidad de la responsabilidad del titular.

Precisamente, ya desde 1979, en Estados Unidos se reflejaron los primeros resultados de la aplicación de los nuevos criterios sobre la organización de explotación del titular de la autorización de cada central, abarcando los aspectos relevantes de organización, como la dotación de personal y la preparación del mismo. Se reforzaron también las organizaciones de apoyo



Adolfo GONZALEZ DE UBIETA CARASA es Doctor Ingeniero Industrial (1965, Promoc. 109) por la ETS de Bilbao. Entre enero de 1966 y septiembre de 1967 se ocupó del desarrollo en ASINEL de un proyecto de Laboratorio de Potencia. En octubre de 1967 se incorporó a IBERDUERO. Obtuvo el Diploma de Ingeniería Nuclear en 1968 por el IEN de Madrid. Entre octubre de 1968 y febrero de 1970 realizó su especialización nuclear en los EEUU, con General Electric. De marzo de 1970 a septiembre de 1971 participó en el arranque de la CN Sta. M.ª de Garoña. Desde octubre de 1971 hasta octubre de 1981 participó en los proyectos de las centrales nucleares de Lemóniz y Sayago, habiendo desempeñado el cargo de Jefe de la Sección Nuclear. En noviembre de 1981 se incorporó a UNESA donde actualmente es Jefe del Departamento de Planificación.

técnico a la explotación de las centrales. Las recomendaciones emanadas avanzaron de nivel, refiriéndose a la participación y responsabilización directa de la Dirección de la Empresa Eléctrica propietaria en la conducción de las actividades nucleares. Se puso también de manifiesto la necesidad de coordinación de actuaciones entre distintas centrales, comenzando con un eficaz intercambio de experiencias operativas.

En definitiva, se pusieron de manifiesto necesidades de mayor coordinación, de integración y de potenciación de la actividad nuclear que se venían detectando dentro de las actividades normales del Sector Eléctrico.

En Estados Unidos surgen ya iniciativas en el sector eléctrico en 1979. El INPO (Institute of Nuclear Power Operations) constituido por las empresas eléctricas, está destinado a promover una seguridad mejorada y una mayor fiabilidad en la construcción y operación de las plantas nucleares. Las empresas crean también NSAC (Nuclear Safety Analysis Center), dentro del EPRI (Electric Power Research Institute), para el análisis en profundidad de los incidentes operativos. El 7 de marzo de 1984 se crea NUMARC (Nuclear Utilities Management and Human Resources Committee) para tratar los problemas de recursos humanos y de gestión, y desarrollar resoluciones de aplicación a toda la industria. Su línea de actuación está respaldada por UNPOC (Utility Nuclear Power Oversight Committee), institución que comprende a los presidentes y representantes de organismos de la industria*.

El denominador común de todo este desarrollo, que aún se encuentra en etapa de evolución, es conseguir, por parte de la industria, unos niveles de excelencia en la construcción y operación de las plantas nucleares, adoptando unas prácticas que sean satisfactorias ante las Autoridades Reguladoras. Se llega por este camino a un funcionamiento fiable y seguro, manteniendo en el campo regulador un necesario y conveniente margen de libertad e iniciativa. NUMARC actúa en este contexto como el interlocutor institucional con las autoridades reguladoras.

En general, los países de economía de mercado han seguido una pauta de evolución similar, cada uno según las características propias de su estructura institucional y las de su Sector Eléctrico.

En España, el año 1979 coincide con la punta de actividad en la construcción de las centrales de la segunda generación, requiriéndose entonces especial dedicación por parte del Sector Eléctrico, para asegurar su terminación y puesta en operación. Una vez alcanza-

da ésta, el funcionamiento eficiente y seguro de las plantas como único camino de la rentabilización de las inversiones realizadas constituyó el siguiente reto.

El Sector Eléctrico español está convencido de que ambos aspectos son inseparables y mutuamente complementarios, y viene dirigiendo su empeño en alcanzar cotas cada vez más elevadas de calidad en ambos.

Esta evolución descrita para los Estados Unidos no ha sido ajena al Sector Eléctrico español al hacer frente a estos retos, habiéndose también superado similarmente el puro marco de actuación de cada central nuclear y sus cada vez más dotados equipos de apoyo. La evolución ha alcanzado, por un lado, a la alta dirección de cada una de las empresas con activos nucleares, que cada vez es más consciente de las realidades de esta tecnología y de la necesidad de efectuar un seguimiento más estrecho. Ha alcanzado, por otro lado, al Sector en su conjunto y a las relaciones del mismo, tanto internas como a niveles nacional e internacional.

Compartir experiencias, coordinar actuaciones, sumar capacidades, avanzar en el campo de la normativa, prever situaciones en las que la ayuda recíproca es necesaria y el mutuo respaldo entre centrales y empresas, son algunos ejemplos que esta tarea está abarcando.

Refiriéndonos a su desarrollo en el tiempo, ya al comienzo de la presente década y coincidiendo con la terminación de las plantas de la segunda generación, se fue reforzando la idea de estructurar y potenciar la coordinación entre ellas de cara a su inminente fase de explotación, así como con las unidades de la primera generación que venían operando con éxito desde hacía más de diez años.

En este sentido, conviene recordar los contactos que con distinto carácter y regularidad han mantenido expertos de diversas especialidades de las distintas centrales y, de forma especial, que ya desde antiguo existía una Subcomisión de Generación Nuclear en ASINEL, y que durante los años 1983 y 1984 funcionó en UNESA un grupo "ad-hoc" para la coordinación de los Planes de Emergencia Exterior, en contacto con el Consejo de Seguridad Nuclear y con la Dirección General de Protección Civil del Ministerio del Interior. También desde 1982 las centrales del tipo de agua en ebullición habían constituido un Grupo de Propietarios que ha venido funcionando desde entonces.

La consolidación de estas iniciativas en un marco adecuado lleva al Consejo de Administración de UNESA el 30 de octubre de 1984, a decidir la creación de

un Grupo de Trabajo Nuclear, con objeto de coordinar las actividades nucleares del Sector y formalizar en su seno los diversos movimientos que en este sentido venían tomando forma con anterioridad.

Este Grupo, conocido como GRUPO NUCLEAR DE UNESA, viene desarrollando una actividad intensa desde entonces, manifestándose fundamentalmente en tres planos, el de coordinación interna del Sector, en relación con las instituciones nacionales y con las internacionales afines.

En resumen, el Sector ha organizado sus actividades nucleares en dos ámbitos, el Grupo Nuclear de UNESA para el conjunto de actividades que tienen carácter genérico y los Grupos de Propietarios Españoles (GPE) para los temas específicos para cada tipo de central.

ESTRUCTURACION DE LA COORDINACION INTERNA DEL SECTOR

Los principios de organización del Grupo de Trabajo Nuclear de UNESA (Grupo Nuclear de UNESA) se fundamentan en el hecho de que son las propias centrales las unidades operativas con responsabilidad individualizada e inalienable por la legislación en los aspectos de seguridad. La mayoría, como es sabido, son participadas por diversos socios unidos en sociedad anónima o asociados en comunidad de bienes. Cada una de ellas está representada a su máximo nivel de dirección en el Grupo Nuclear.

El núcleo de la organización es UNESA, donde están representadas las empresas propietarias de las centrales individualmente como tales. El Grupo está presidido por el Director General de UNESA y la Secretaría la desempeña también UNESA.

En cuanto a los fines que persigue el Grupo Nuclear de UNESA, se pueden concretar en la coordinación de las actuaciones y esfuerzos del Sector Eléctrico en temas nucleares, compartiendo costes y sumando capacidades, y en el intercambio de información y experiencias del Sector.

En consecuencia, realiza las siguientes funciones:

- Coordinación sistemática entre las centrales nucleares.
- Gestión centralizada de los temas nucleares comunes del Sector Eléctrico, contribuyendo a la elaboración de decisiones políticas del Sector en este campo.
- Coordinación e información en asuntos relacionados también con otras comisiones y organizaciones de UNESA.

EL GRUPO NUCLEAR

El Grupo Nuclear de UNESA está actualmente compuesto por representantes al máximo nivel de las centrales nucleares en explotación y en construcción. Además, tienen representación directa en el Grupo las empresas eléctricas con intereses nucleares, así como AMYS. El Presidente del Grupo es el Director General de UNESA, actuando el Subdirector General de UNESA como Vicepresidente, y asegurando la Secretaría del Grupo esta misma sociedad.

A través de su Presidente, el Grupo tiene una relación directa con el máximo órgano de decisión de UNESA, el Consejo de Administración. Desde el 15 de enero de 1985, fecha de la primera reunión, el Grupo viene celebrando reuniones ordinarias con una frecuencia mensual.

El Grupo se estructura en Subgrupos de Trabajos homogéneos dedicados al tratamiento de temas específicos, formados por especialistas asignados por las centrales nucleares y presididos, en general, por un miembro del Grupo Nuclear. En los casos en que el Presidente del Subgrupo de Trabajo no es miembro del Grupo Nuclear, existe, para informar directamente al grupo, un corresponsal en el Grupo Nuclear que es el miembro del Grupo perteneciente a la misma central que el Presidente. La Secretaría de los Subgrupos la ostenta siempre un técnico de UNESA.

Actualmente hay en funcionamiento los siguientes Subgrupos:

- Jefes de Central.
- Seguridad y Licenciamiento.
- Planes de Emergencia.
- Garantía de Calidad.
- Combustible.
- Residuos Radiactivos.
- Administración de CC. NN.
- Costes nucleares.
- Investigación y desarrollo.

Las actividades de los Grupos de propietarios de Centrales BWR y PWR susceptibles de canalizarse hacia el Grupo Nuclear de UNESA, lo hacen a través de los respectivos presidentes de aquéllos.

El Grupo Nuclear supervisa las tareas de los grupos y subgrupos de trabajo de AMYS con temas nucleares, a saber:

- El Grupo de trabajo de protección radiológica (PR).
- El Grupo Médico de Centrales Nucleares (ME).
- El Subgrupo de Normalización de Instrumentación para la radioprotección (GT de Normalización) (NI).

Para ello existe un coordinador en UNESA para los temas nucleares de AMYS.

Adicionalmente, el Grupo Nuclear supervisa los trabajos de las Comisiones Mixtas Negociadoras y Comisiones paritarias relativas a contratos-tipo entre UNESA y Empresas Nacionales responsables de las actividades del ciclo del combustible nuclear y de las Comisiones Mixtas de nivel técnico UNESA-CSN creadas para el tratamiento de temas concretos.

De todos los Subgrupos de Trabajo, el de I + D Nuclear tiene, además, una relación funcional con el Comité de Aplicación de UNESA para I + D. Este Comité es el que canaliza las propuestas de investigación del Sector Eléctrico hacia OCIDE, entidad que administra los fondos para I + D del Sector.

Las propuestas de investigación nuclear, una vez aprobadas por OCIDE, se convierten en proyectos en curso bajo la supervisión, cada uno de ellos, de un Comité de Dirección, formado por técnicos de las Centrales y un representante de UNESA, el cual asegura así la relación permanente con OCIDE.

Sobre I + D existe un estrecho contacto entre UNESA, el CIEMAT (antigua JEN) y el CSN con vistas al establecimiento de un plan de acciones conjuntas. Por parte de UNESA, estas acciones están coordinadas con el Grupo Nuclear a través de su Subgrupo de Trabajo de I + D.

La estructura descrita puede verse en la figura 1.

LAS RELACIONES INSTITUCIONALES EN ESPAÑA

La estructura de organización expuesta permite al Sector ofrecer una actuación coordinada en sus relaciones con las instituciones en el campo nuclear. La vertiente institucional básica está dirigida hacia los órganos de la Administración con competencias en materia nuclear. De forma muy especial la Dirección General de la Energía del Ministerio de Industria y Energía y el Consejo de Seguridad Nuclear.

Una de las proyecciones fundamentales que tiene el presente empeño de mejora es el aumento de la eficacia de las relaciones con el Consejo de Seguridad Nuclear, fundamentadas sobre el mantenimiento por ambas partes de su propia independencia, comprensión recíproca y mutuo respeto. Aunque los papeles sean diferentes, hay que recordar que comparten el objetivo de hacer las centrales cada vez más seguras.

A este fin, en julio de 1985 se reunió el Pleno del Consejo de Seguridad Nuclear con los Presidentes de las Empresas Eléctricas propietarias de centrales nucleares, intercambiando diver-

sas ideas y planteándose la necesidad de una relación permanente entre dicha institución y las empresas eléctricas. Como continuación de aquella reunión, se creó por las Empresas Eléctricas un Comité de Enlace con el Consejo de Seguridad Nuclear, el cual se configura como el órgano de relación entre el Sector Eléctrico y el Consejo de Seguridad Nuclear para tratar temas genéricos de seguridad nuclear. Las empresas eléctricas con intereses nucleares participan, a través de sus representantes, en este Comité, en un diálogo permanente con el Consejo de Seguridad Nuclear, con los objetivos concretos de:

- Establecer áreas de interés para el desarrollo de esfuerzos comunes del Sector Eléctrico y el Consejo.
- Definir relaciones operativas a distintos niveles para tratar temas genéricos.
- Seguir los trabajos de las comisiones mixtas de nivel técnico.
- Transmitir al Consejo de Seguridad Nuclear los resultados de las actuaciones del Sector Eléctrico en el campo de la energía nuclear.

Otra vertiente de las relaciones institucionales la constituyen las negociaciones de contratos tipo con ENUSA y ENRESA, relaciones con CIEMAT, etc. Cabe mencionar, sin perjuicio de la mayor generalidad, las relaciones con el Forum Atómico Español y la Sociedad Nuclear Española, así como otras asociaciones de profesionales o de empresas proveedoras.

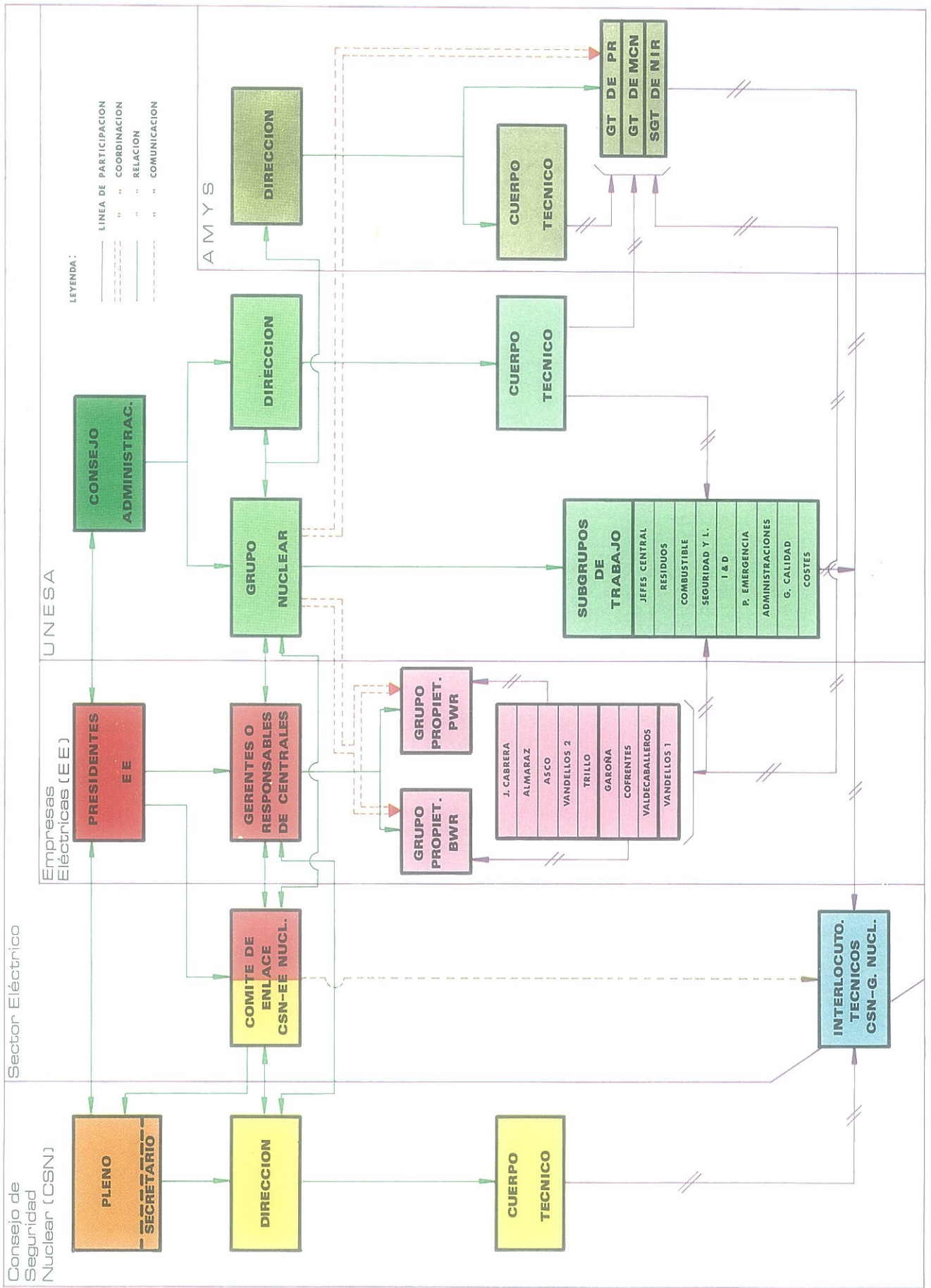
En la figura también pueden verse las relaciones a diversos niveles del Sector con el CSN.

RELACIONES INTERNACIONALES DEL SECTOR EN MATERIA NUCLEAR

El sector eléctrico ha venido manteniendo de antiguo una línea de participación en instituciones internacionales. Actualmente el Sector, a través de UNESA, mantiene relación permanente con una veintena de organizaciones, citándose a continuación aquellas que caen dentro del ámbito nuclear:

- **UNPEDE** (Unión Internacional de Productores y Distribuidores de Energía Eléctrica) en la que UNESA participa en los Comités y Grupos de Trabajo en materia nuclear de USERS (UNPEDE Significant Events Reporting System), COST (G. de Trabajo para la comparación de costes de generación de centrales térmicas y nucleares), EURNAG

ACTIVIDADES NUCLEARES DIAGRAMA DE RELACIONES ENTRE EL SISTEMA COORDINADO DEL SECTOR ELECTRICO Y EL CSN



(Grupo Asesor Nuclear del Grupo EURCONTACT de coordinación con la Comisión de las Comunidades Europeas) y Comité Nuclear y sus diversos Grupos de Trabajo (sobre Combustible, Clausura, Seguridad, Residuos, Formación de Personal, Salas de Control y Reactores Rápidos).

- **Comisión de las Comunidades Europeas** interviniendo en el Grupo de Trabajo 1B sobre Seguridad Nuclear y los cinco Subgrupos dependientes de él sobre Garantía de Calidad, ALARA, Cualificación Ambiental, Planes de Emergencia y Objetivos de Seguridad y en el CEDB (Banco de Datos de componentes nucleares) del centro de investigación de Ispra (perteneciente al Centro Común de Investigación de las Comunidades).
- **INPO** (Institute of Nuclear Power Operations) con el que se mantienen acuerdos desde su fundación.
- **EPRI** (Electric Power Research Institute) con quien se mantienen acuerdos monográficos y se ha firmado un acuerdo marco en 1986.
- **OIEA** (Organismo Internacional de Energía Atómica de las Naciones Unidas).
- **OPEN** (Organización de Productores de Energía Nuclear), integrado por la industria eléctrica europea.

También debe mencionarse la relación existente con la NEA (Agencia de Energía Nuclear de la OCDE), que permite la participación española en proyectos internacionales de investigación nuclear (LOFT, ACE, etc.). En el próximo futuro, técnicos nucleares del Sector Eléctrico, bajo el control del Grupo Nuclear, participarán en las tareas de los cinco Grupos de Trabajo del CSNI (Comité para la Seguridad de las Instalaciones Nucleares) de la NEA.

Aspecto ya mencionado por su gran importancia lo constituye en Estados Unidos NUMARC, con la supervisión y apoyo de UNPOC, grupos que presentan claros paralelismos con el conjunto del Grupo Nuclear y Comité de Enlace y que, por tanto, vienen siendo en su evolución objeto de constante atención por parte de las organizaciones nucleares del Sector. El informe preparado para UNPOC en agosto de 1986, conocido como informe Sillin *, contiene los criterios básicos que se están siguiendo en la reestructuración en curso del entramado institucional que afecta a las actividades nucleares del sector eléctrico de los Estados Unidos.

Reviste especial relevancia la próxima conferencia internacional que se celebrará en París, el 5 y 6 de octubre de 1987, auspiciada por UNPEDE e INPO, para ampliar y profundizar las relaciones entre las empresas eléctricas de

todo el mundo en materia de explotación de las centrales nucleares, conferencia a la que asistirá una importante representación del Sector Eléctrico español.

LOS GRUPOS PROPIETARIOS DE CENTRALES

Las empresas americanas propietarias de centrales nucleares constituyeron inicialmente los Grupos de Propietarios para coordinar y compartir los esfuerzos necesarios para resolver los problemas genéricos que surgían en el licenciamiento o en la operación de centrales similares.

Las empresas españolas propietarias de centrales nucleares han participado activamente en estos grupos, al principio independientemente y posteriormente coordinadas a través de sus propios Grupos de Propietarios, constituidos al efecto y que suponen un complemento muy eficaz en el panorama de la organización de actividades nucleares del Sector Eléctrico. Funcionan autónomamente con el nivel adecuado de coordinación con el Grupo Nuclear para asegurar el funcionamiento eficiente del conjunto.

Actualmente existen dos Grupos de Propietarios Españoles (GPE) de centrales. El Grupo de Propietarios de reactores de agua en ebullición (GPE-BWR), se constituyó en febrero de 1980. Con posterioridad, en 1982, se ha constituido el Grupo homólogo de agua a presión (GPE-PWR).

Los objetivos básicos de los GPE son:

- Coordinar las actividades de los miembros en áreas específicas de interés común.
- Desarrollar programas de trabajo o estudio en áreas específicas.
- Favorecer la comunicación entre los miembros de los resultados de los programas de trabajo.
- Promover la adquisición de información y tecnología de interés para los miembros y compartir los gastos originados.

La colaboración de los GPE en las actividades que se desarrollan fuera de España no se ha limitado a su participación en los respectivos Grupos de Propietarios norteamericanos o a los acuerdos establecidos con organismos de este país. También se mantienen intercambios de experiencias con empresas de otros países, especialmente europeos, habiéndose ya dado los primeros pasos para la creación de los Grupos de Propietarios europeos con la constitución de unas reuniones periódicas de coordinación entre centrales europeas con tecnología de agua en ebullición.

Los GPE mantienen relaciones con el Consejo de Seguridad Nuclear, en el marco del Comité de Enlace, para analizar los temas genéricos de licencia que afectan a su tipo de central.

Los Grupos de Propietarios Españoles de Centrales se estructuran a través de comisiones de trabajo, desarrollan una intensa actividad y mantienen contactos y colaboración con múltiples empresas y organismos nacionales y extranjeros, bien colectivamente o a través de sus miembros. Su organización de detalle, composición y actividades, por razones de espacio, no pueden ser incluidas en el presente trabajo.

REALIZACIONES SIGNIFICATIVAS DEL GRUPO NUCLEAR

Entre las actividades más significativas realizadas por el Grupo Nuclear hasta el presente, figuran las siguientes:

- Preparación de comentarios a borradores del nuevo Reglamento de Instalaciones Nucleares Radiactivas (RINR), de las Guías de Seguridad CSN y de las Guías de Aplicación preparadas por la SNE.
- Preparación de otros informes o documentos como "El accidente de Chernobil y las CCNN españolas" (publicado en español e inglés), "Programa global del Sector Eléctrico sobre investigación y desarrollo nuclear", "Plan del Sector Eléctrico sobre investigación en accidentes severos", "Establecimiento de cauces de información técnica", "Programa de formación de técnicos para centrales nucleares" y "Amortización de centrales en treinta años".
- Preparación y transmisión al CSN de opiniones del Sector sobre temas concretos, como son las pruebas de fugas de la contención y la transmisión al CSN de datos de las torres meteorológicas.
- Contratación de Servicios de Ingeniería, de interés para todas las CCNN, sobre evaluación y seguimiento del accidente de Chernobil, sobre extracción de calor residual, sobre vigilancia de equipo eléctrico clase 1E y sobre pérdida de la potencia exterior.
- Coordinación de la gestión de los proyectos I + D Nuclear actualmente en curso, Análisis Cuantitativo del Riesgo Nuclear (PIACR), Corrosión Intergranular (PICI), Modelos Avanzados de Simulación (MAS), Fusión por Confinamiento Inercial (FCI), Fusión por Confinamiento Magnético (FCM), proyecto LOFT, proyecto LACE, generadores de vapor, cámara de simulación de LOCA, índice de