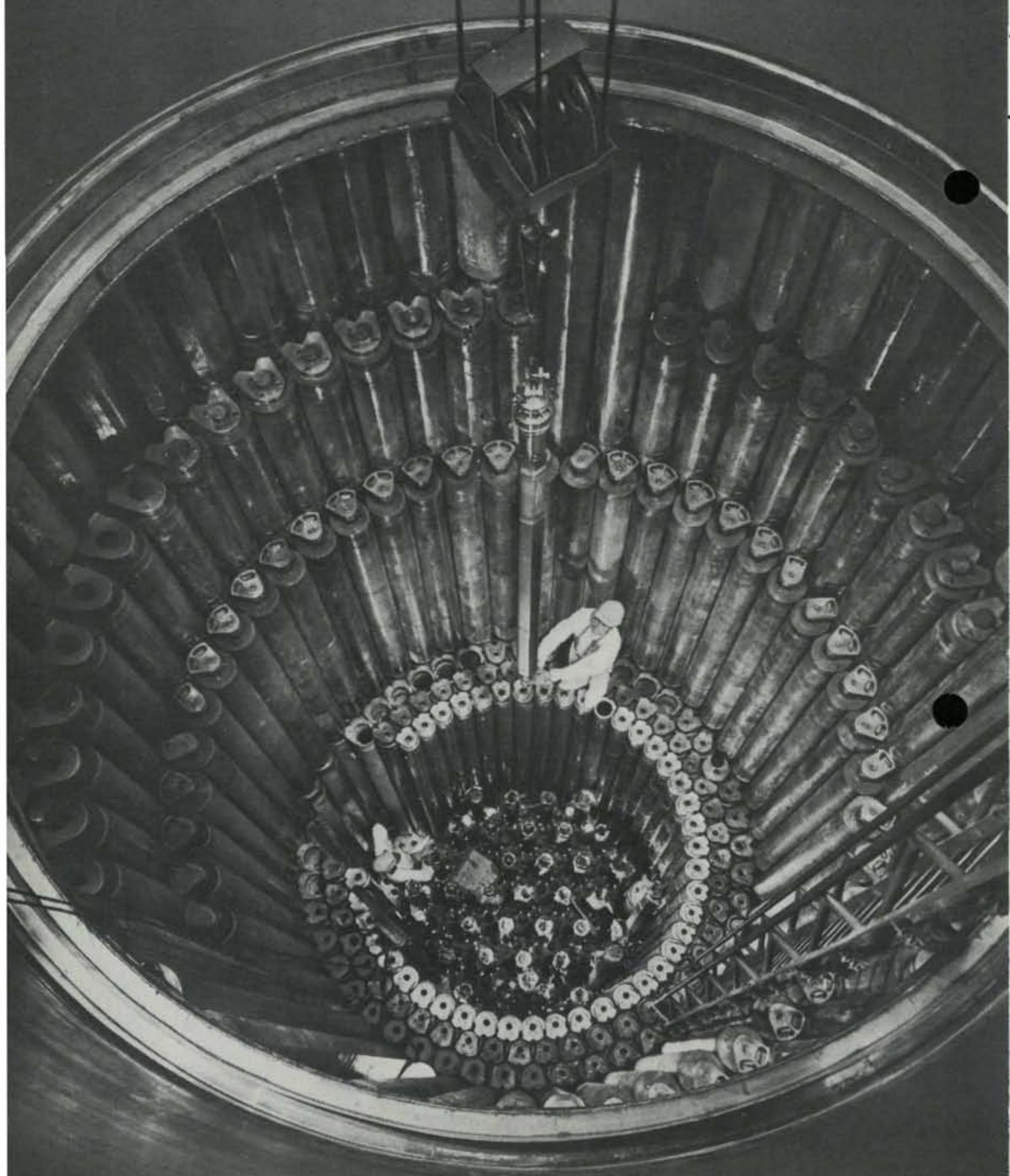


# REINO UNIDO



# ESTUDIO SOBRE LA GENERACION DE ELECTRICIDAD DE ORIGEN NUCLEAR EN EL REINO UNIDO

por Sir John Hill

Hoy en día se tiene una conciencia cada vez más clara de que, para lograr un desarrollo económico ininterrumpido y regulado, es esencial contar con una fuente de energía barata y limpia, y cuyo suministro esté asegurado, así como con los recursos necesarios para combatir la contaminación. Personalmente, estoy persuadido de que la generación de electricidad por medios nucleares es la fuente de energía que más probabilidades tiene de satisfacer estas condiciones. Confió poder demostrar esta afirmación exponiendo tanto las tendencias probables en los próximos veinte años, como las enseñanzas que se deducen de la amplia experiencia que el Reino Unido posee en la esfera nuclear.

El Reino Unido ha participado efectivamente desde el mismo principio en la evolución de la energía de origen atómico. Muchos de los primitivos descubrimientos científicos surgieron de la Universidad de Cambridge. Durante la Segunda Guerra Mundial, los científicos británicos colaboraron íntimamente con sus colegas norteamericanos y canadienses e, inmediatamente después de la guerra, el Gobierno británico inició un programa de energía atómica en el Reino Unido. Los primeros reactores británicos, GLEEP y BEPO, se construyeron en Harwell. GLEEP entró en funcionamiento el 15 de agosto de 1947, hace algo más de 25 años. También muy pronto se advirtió la posibilidad de utilizar el calor generado en los reactores nucleares para sustituir a las calderas de las centrales eléctricas clásicas y, en una conferencia en Harwell en septiembre de 1950, se reconoció la viabilidad de la idea y se organizó un equipo de proyectistas. Hace casi veinte años que el Gobierno británico autorizó la construcción en Calder Hall de un reactor bifuncional, generador de energía eléctrica y de plutonio. Este reactor, primero de una serie de ocho del mismo diseño, todos los cuales están todavía en funcionamiento, fue también el primer reactor nuclear del mundo dedicado con regularidad a la producción de energía eléctrica y empezó a suministrar esta energía (unos 35 MW) a la red nacional el 17 de octubre de 1956.

Hace más de diez años que entró en funcionamiento la primera de una serie de centrales nucleares basadas en el diseño del reactor de Calder Hall y en la experiencia en él adquirida. Este programa de centrales nucleares, conocidas con el nombre de "Magnox", descrito en los documentos en que el Gobierno exponía sus planes en 1955 y 1960, quedó concluido en 1971 al conectarse a la red la central de 1180 MW(e) de Wylfa, con la que la capacidad total instalada de las nueve centrales nucleares alcanzó la cifra de unos 5000 MW(e). En un segundo programa de energía nucleoelectrónica, iniciado en 1964, se prevé la construcción de cinco centrales, cada una con dos reactores avanzados refrigerados por gas, lo que supone un aumento de 6200 MW(e) en la capacidad total instalada; estas cinco centrales deben quedar terminadas en 1976.

## Una visión del futuro

Si dirigimos nuestra mirada a veinte años fecha, ¿qué enseñanzas pueden deducirse de la experiencia acumulada en los dos decenios transcurridos?

Quizá la lección más importante es que no se debe ser excesivamente optimista en cuanto a la rapidez con que puede producirse el desarrollo dentro del conjunto industrial. Muchos problemas sólo surgen al cabo de largo tiempo y algunos tardan todavía más en ser resueltos.

El reactor rápido prototipo de Dounreay, en Escocia; tanque del núcleo del reactor, visto desde arriba, al colocar en él un subconjunto combustible simulado.

Indudablemente ha sido un error que en un país tan pequeño como el Reino Unido existieran cuatro o cinco entidades encargadas de los trabajos de diseño y construcción. El resultado ha sido un número excesivo de diseños diferentes, demasiadas dificultades iniciales y demoras en la construcción y aumentos de los costos que hubieran podido evitarse.

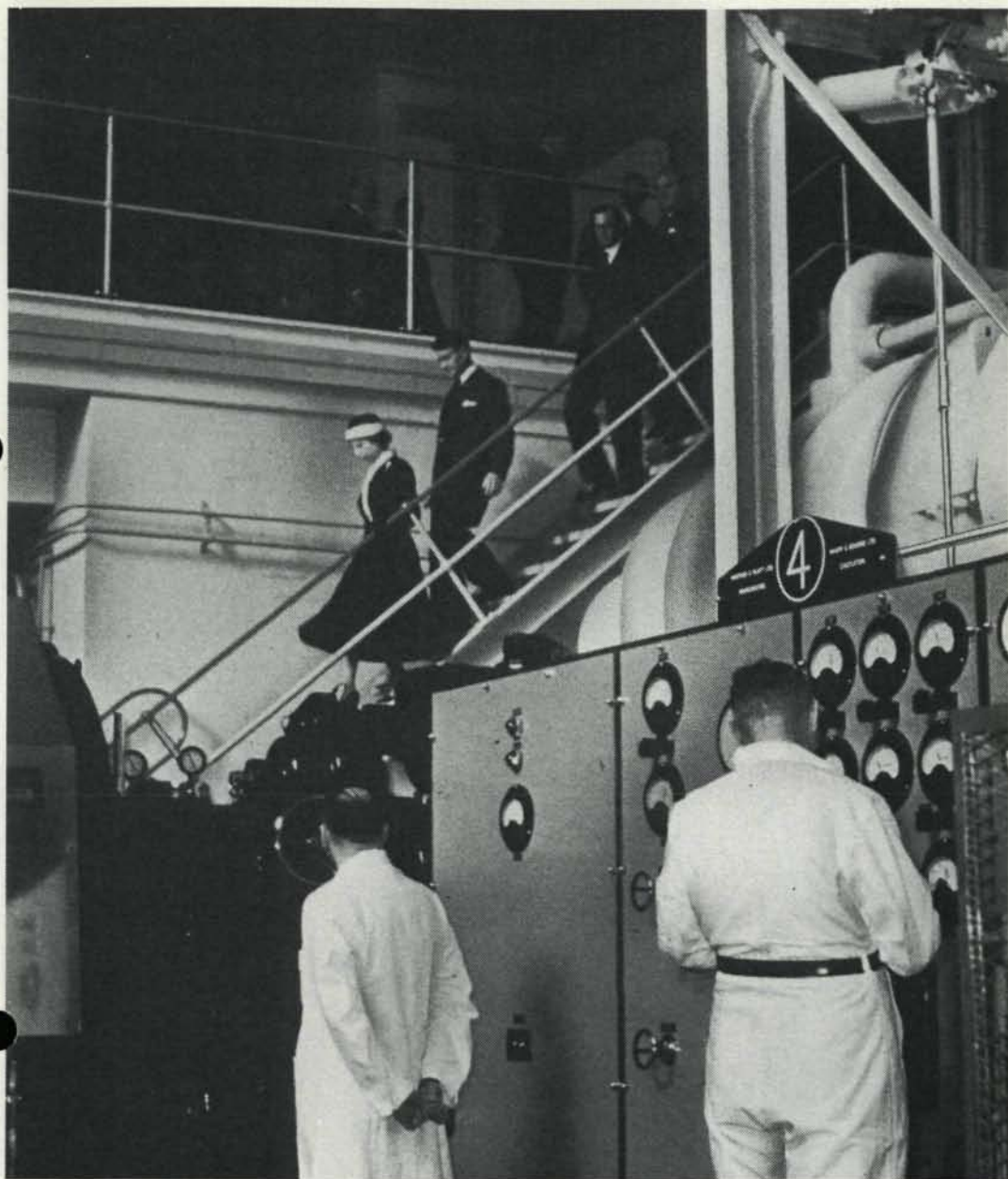
No obstante, el funcionamiento y la fiabilidad de estas centrales han sido muy satisfactorios y, a pesar de algunas dificultades, el haber trabajado desde un principio en el desarrollo de la energía nucleoelectrónica nos ha reportado importantes beneficios. Las centrales Magnox no son peligrosas y su funcionamiento es sencillo y seguro, como se desprende de los altos factores de carga registrados. El elevado factor de disponibilidad se refleja en los costos de producción. De las cifras publicadas en este mismo año sobre la electricidad generada en 1971, se desprende que las centrales nucleares ocupan los dos puestos más bajos en el cuadro de costos de producción en orden decreciente. Otras centrales Magnox arrojan, para la carga básica, costos de generación comparables a los de las centrales térmicas modernas de carbón alejadas de las cuencas mineras.

Al igual que la mayoría de las grandes centrales eléctricas de todo el mundo, los reactores avanzados refrigerados por gas actualmente en construcción han sufrido demoras en ésta, pero, con sus temperaturas más elevadas y su combustible de mejor calidad, encierran la promesa de costos de generación capaces de competir con los de las actuales centrales térmicas que quemar combustibles fósiles más perfeccionadas.

No cabe duda de que la industria británica de construcción de reactores ha sufrido menoscabo debido a su fragmentación y al desigual volumen de actividad recaído sobre las diversas compañías como consecuencia de variaciones en los programas de pedidos de reactores. También la industria británica de los combustibles nucleares ha sido igualmente afectada por las fluctuaciones de la demanda, pero en mucho menos grado, gracias a la constante necesidad de sustituir el combustible y a las medidas adoptadas para consolidar las ventas en el extranjero y para fomentar convenios de colaboración a escala internacional. Los servicios de combustibles nucleares, que antes correspondían al Production Group de la Atomic Energy Authority (Junta de Energía Nuclear del Reino Unido) y ahora a la British Nuclear Fuels Limited, han llegado a alcanzar un giro anual de 55 millones de libras, que en 1971/1972 dejó un beneficio comercial de 7,5 millones de libras; la amplia experiencia adquirida durante tantos años y las notables mejoras introducidas en las fábricas ofrecen buenas perspectivas para el futuro.

Como nos enseña la experiencia, siempre es difícil e incierto predecir la demanda de electricidad correspondiente a un período tan largo como son veinte años, sobre todo en un momento en que la tasa de crecimiento del consumo eléctrico en el Reino Unido ha sido desusadamente baja. No obstante, parece lo probable que dicha tasa de crecimiento recupere en su día los valores más elevados que ha venido ostentando en el pasado. Teniendo esto presente, parece muy posible que se triplique el consumo de electricidad en el Reino Unido en el plazo de los próximos veinte años. Para satisfacer esa demanda, tendría que aumentar en la misma proporción la capacidad total de generación, que hoy es de unos 62 GW.

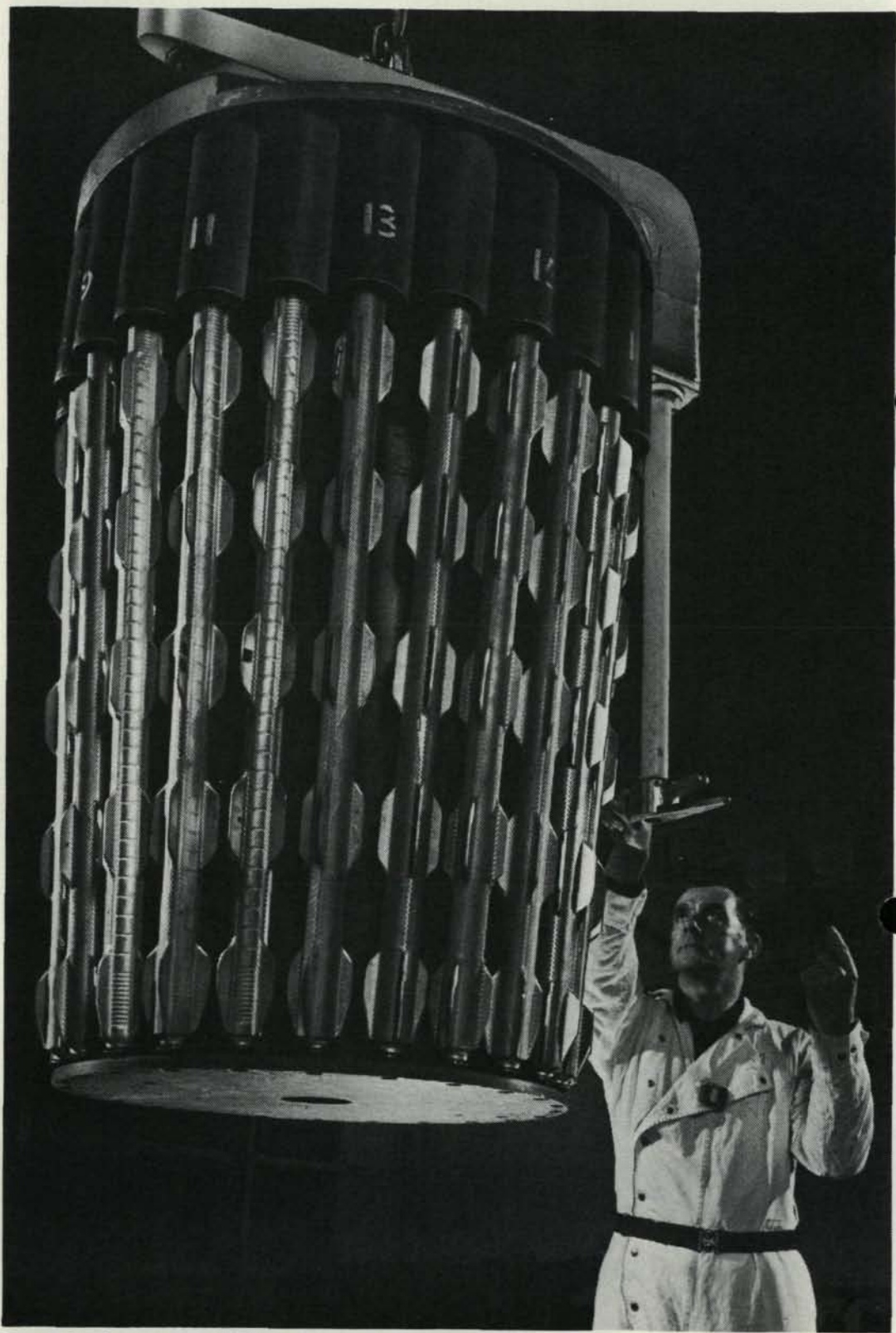
En el Reino Unido, la mayor parte de la electricidad procede actualmente de centrales que quemar combustibles fósiles, pero las centrales contribuyen ya con más de un 10% del total. Se espera que cambie radicalmente esta proporción en el transcurso de los próximos veinte años, según la creciente demanda energética vaya ejerciendo presiones cada vez mayores sobre las reservas mundiales de petróleo y de gas natural económicamente explotables. Los progresos ya logrados o en perspectiva en el campo de la energía nucleoelectrónica hacen de ésta la forma más económica para satisfacer en su mayor parte la creciente demanda mundial de electricidad. Es muy posible, por ejemplo, que hacia 1980 las circunstancias económicas hagan aconsejable que sean de naturaleza nuclear de dos tercios a tres cuartos de la nueva capacidad de generación de electricidad cuya instalación sea objeto de pedido en el Reino Unido. Partiendo de este supuesto, y siempre que la tasa de crecimiento de la demanda de



Su Majestad la Reina Isabel de Inglaterra, inaugurando el 17 de octubre de 1956 la primera central nuclear a escala industrial del mundo, instalada en Calder Hall.

electricidad vuelva a adquirir valores más normales, podemos esperar que, de aquí a veinte años, la capacidad nuclear instalada supondrá un total de unos 80 GW, cifra aproximadamente igual a la que en tales fechas representarán las centrales térmicas clásicas en funcionamiento.

Al efectuar previsiones a este plazo bastante largo, en el Reino Unido, como en los demás países, se concede atención preferente a los reactores reproductores rápidos refrigerados con sodio. Con ello no se pretende negar la importancia a corto plazo de adoptar decisiones certeras en relación con el desarrollo y la instalación de reactores térmicos. Es ésta una



Carga de elementos combustibles tipo «Herringbone» (espina de arenque) en un cesto metálico en Calder Hall.

cuestión a la que actualmente dedicamos en el Reino Unido muy especial atención, siendo una de las principales razones la necesidad de llegar a decisiones que estén en armonía con nuestros objetivos a largo plazo en cuanto a la colaboración internacional y la pronta explotación de los reactores rápidos.

Se está efectuando un estudio sobre las mejoras que se podrían introducir en los reactores avanzados refrigerados por gas, para averiguar qué perspectivas ofrecen el ulterior desarrollo y perfeccionamiento de este tipo de reactores. También está en estudio el reactor de alta temperatura (HTR), como una de las modalidades derivadas de los reactores refrigerados con gas. El proyecto internacional del reactor "Dragon" de Winfrith ha facilitado una experiencia muy valiosa en esta esfera, y se sigue explorando cuál debe ser la finalidad de las actividades de desarrollo en colaboración internacional. También estamos estudiando varios tipos de reactores de agua, el reactor de agua hirviendo (BWR) y el reactor de agua a presión (PWR), y la versión de tubos de presión del BWR: el reactor de agua pesada generador de vapor. Nuestro prototipo de 100 MW(e) de Winfrith ha funcionado muy bien durante los últimos cuatro años y constituye un tipo de reactor que presenta una gran flexibilidad. Por lo tanto, es difícil predecir exactamente el carácter de los acontecimientos que se sucederán en el curso de los próximos años.

## Los reactores rápidos

Pero volvamos una vez más a los reactores rápidos tipo que tiene mayor probabilidad de ser a la larga uno de los más importantes. Nuestro interés en este tipo de reactor data de mucho tiempo. En efecto, hace ya unos veinte años que se construyó en Harwell el primer reactor rápido de energía nula del Reino Unido. Se trataba del reactor ZEPHYR, con combustible de plutonio, con el que se demostró que la reproducción era un hecho viable y quedaron patentadas las posibilidades que brinda este sistema. Poco después de quedar terminado el reactor ZEPHYR, se decidió construir en Dounreay, en el norte de Escocia, un reactor rápido experimental. Este reactor de Dounreay, primer reactor rápido del mundo que suministrará electricidad para el consumo público, entró en servicio en noviembre de 1959 y ha venido funcionando a su potencia máxima de proyecto de 60 MW(t) desde 1963. Su función primordial ha consistido en el acopio de experiencia práctica sobre un reactor rápido refrigerado por metal líquido, y ha constituido un medio de incalculable valor para el ensayo de materiales, especialmente de combustibles; durante los diez años que lleva en funcionamiento, se han efectuado con él cerca de un millar de experimentos nucleares, comprendidos algunos para clientes extranjeros, y ha generado más de 430 millones de kWh de electricidad. La experiencia adquirida con el reactor rápido de Dounreay fue muy alentadora y, en 1966, también en Dounreay, se dio comienzo a los trabajos relativos al prototipo de reactor rápido (PFR) de 250 MW(e). La construcción está ya muy adelantada y el programa de puesta en marcha del reactor PFR comenzará a principios de 1973. Calculando el margen suficiente de tiempo para los ensayos y para la adquisición de experiencia práctica, es de esperar que la Central Electricity Generating Board pueda encargar en 1976 su primer reactor rápido comercial (CFR) de gran potencia, probablemente de 1300 MW(e), para que quede terminado en 1980-1981. La British Nuclear Fuels Limited está fabricando actualmente el combustible para el reactor PFR en su planta de Windscale, y está adquiriendo experiencia muy valiosa en la preparación y fabricación de combustibles que contienen plutonio.

En comparación con la rapidez con que se ha explotado en el Reino Unido la tecnología de los reactores refrigerados por gas para la producción comercial de electricidad podría parecer lento el ritmo que sigue el desarrollo de los reactores rápidos: las decisiones de construir Calder Hall y el reactor rápido experimental de Dounreay se sucedieron con un intervalo de aproximadamente un año. Ahora bien, este ritmo más lento refleja, por un lado, la diferencia entre

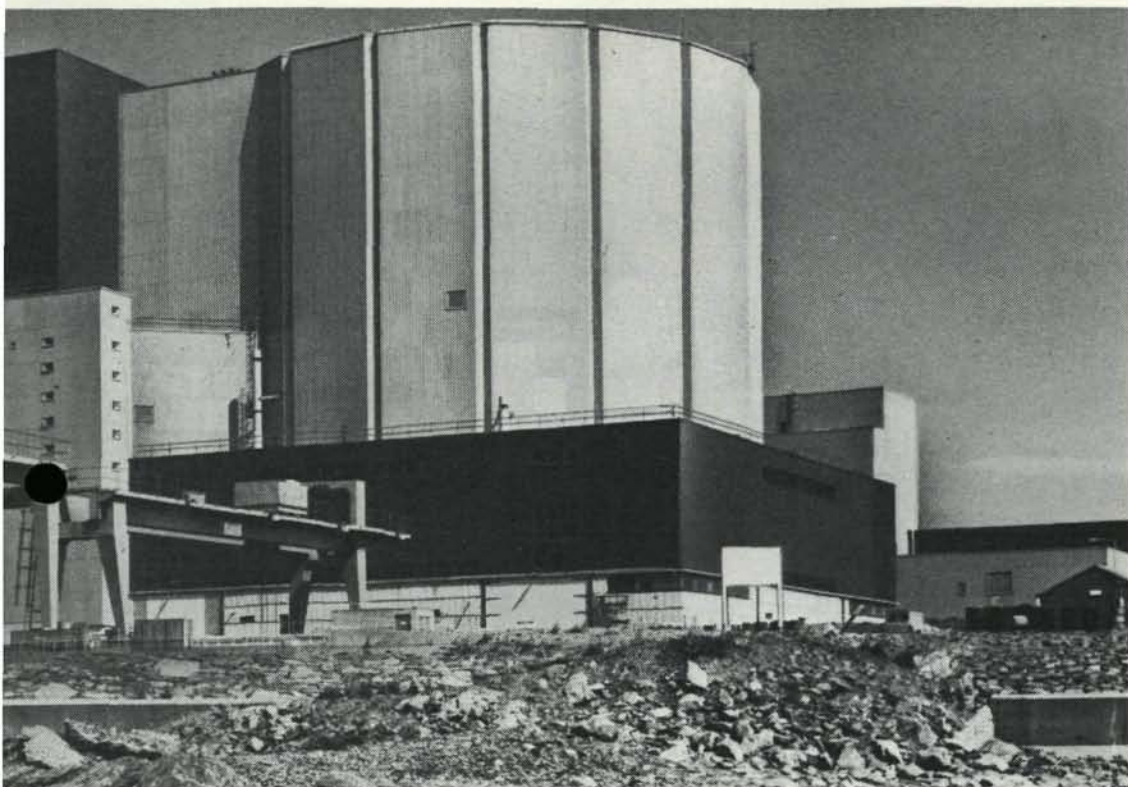


Central nuclear de Wylfa, en Angelsey, Gales del Norte, construida por la British Nuclear

las tecnologías correspondientes y, por otro, el enfoque más sistemático a que se ha llegado desde aquellos primeros días. Sin embargo, aunque enfoquemos hoy los problemas con mucha mayor cautela, los alentadores resultados de nuestro programa de desarrollo del reactor rápido han convencido al Gobierno, a las autoridades competentes en materia de energía eléctrica y a nosotros mismos, en la Atomic Energy Authority, de que es necesario poner a punto el reactor rápido tan pronto como lo permita un proceso sensato de evolución, a fin de poder satisfacer así la mayor parte de la futura demanda eléctrica del país. Es muy posible que, hacia mediados del decenio 1980-1990, los reactores rápidos sean, con mucho, los que preferentemente se encarguen con destino a las centrales nucleares y, dentro de veinte años, dicho tipo de reactor debería estar contribuyendo notablemente a satisfacer la demanda de electricidad en el Reino Unido. A escala mundial, yo creo que el programa de reactores rápidos aliviará, en un plazo razonablemente corto, las presiones ejercidas sobre las reservas de uranio y permitirá avanzar un paso más al proceso de liberación de la electricidad de las limitaciones económicas que le imponen su dependencia de los combustible fósiles.

## La fusión nuclear

Queda por examinar otra posible futura fuente de energía nucleoelectrica: la fusión. Los trabajos en esta esfera están ciertamente aún en sus principios; todavía se está tratando de averiguar si el procedimiento es científica y tecnológicamente viable, aunque los que se ocupan de ello tienen la certidumbre de que un día será posible construir un reactor de fusión termonuclear controlada. La cooperación a escala internacional ha supuesto una gran ayuda



Design and Construction Ltd.

para poder avanzar en la esfera de la fisión durante la última década. Es muy de desear que prosiga en el futuro esta colaboración. El paso de la fusión a su fase comercial e industrial será un proceso sumamente costoso. Pero, si se siguen aunando los esfuerzos y se cuenta con el suficiente apoyo financiero, parece razonable predecir que dentro de unos veinte años se habrá comenzado el diseño de un prototipo de reactor de fusión generador de electricidad. Se llegaría así oportunamente a la construcción de grandes reactores de fusión, que brindarían una nueva fuente de energía, asegurada por las vastísimas reservas potenciales de los combustibles deuterio y litio.

Pero volviendo al tema de interés más inmediato del proceso de fisión, la evacuación de los desechos radiactivos va a requerir mucha atención, en vista del gran número de centrales nucleares en construcción o en proyecto. En el Reino Unido y en otros países se han almacenado durante más de quince años, en condiciones de perfecta seguridad, desechos líquidos de alta actividad, y están en estudio diversos procedimientos con miras a aminorar la gravedad del problema a largo plazo. Entre estos nuevos procesos se cuentan el reciclado, la reducción de volumen y, especialmente, la transformación de los desechos en una masa sólida que facilite su manipulación y reduzca considerablemente el riesgo de que, accidentalmente, pase radiactividad al medio ambiente. En cuanto a otros peligros, ya se está dedicando actualmente mucha atención a las normas de seguridad.

En conclusión: en 1990 la energía nucleoelectrónica debería ser no sólo barata, sino también limpia. Aportará las grandes cantidades de energía que se necesitarán sin afectar perjudicialmente al medio ambiente, y lo logrará hacia una época en que se harán sentir cada vez con mayor fuerza la escasez y alto precio de los combustibles fósiles, especialmente del petróleo y del gas natural.