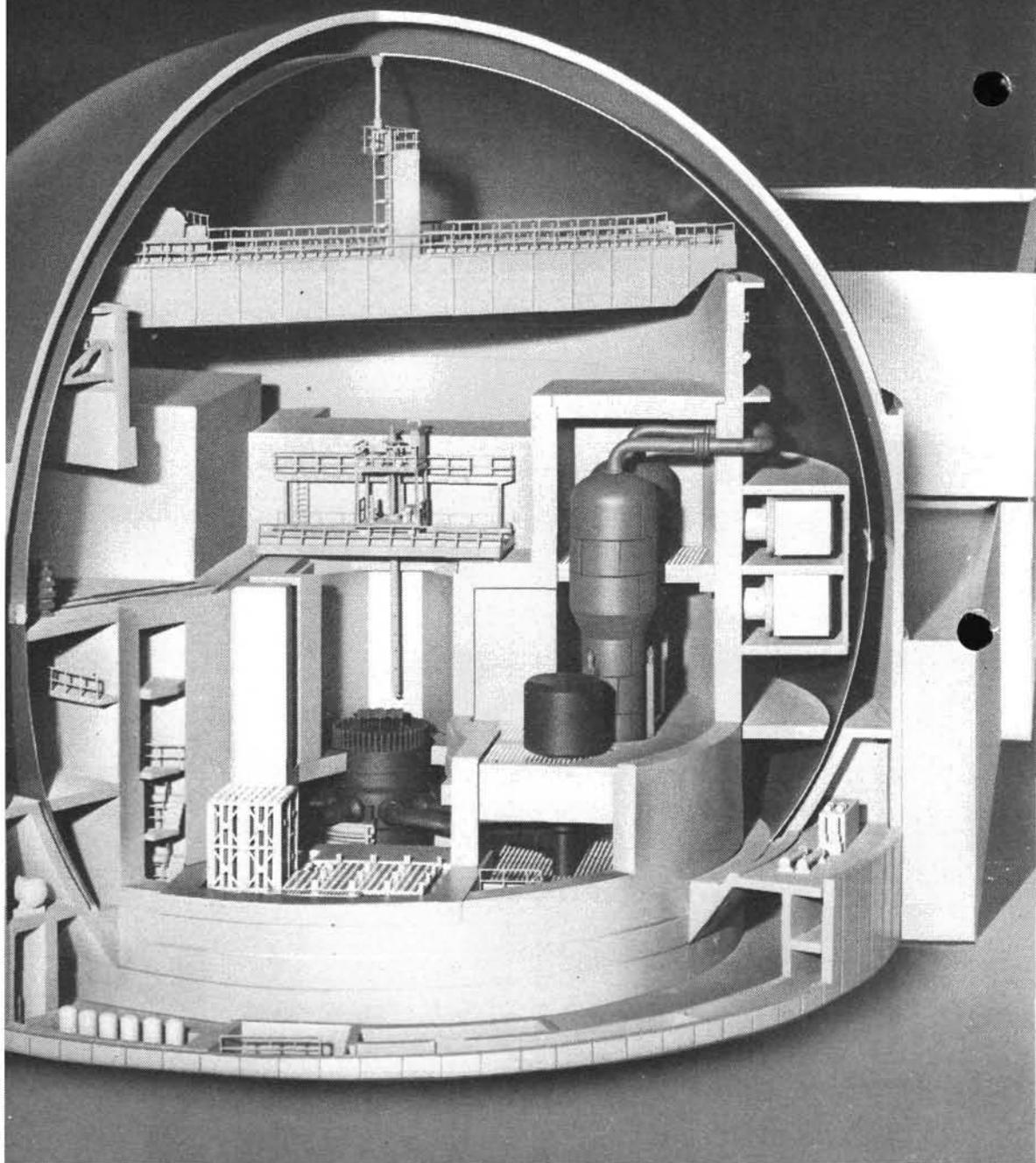


REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA



PERSPECTIVAS DE LA ENERGIA NUCLEOELECTRICA EN 1972-1992

por Hans Hilger-Haunschild, Ministro de Estado
Ministerio Federal de Educación y Ciencia, Bonn

Hace ya treinta años que se demostró que la energía liberada en la fisión nuclear puede aprovecharse en un proceso continuo y controlado, pero se han necesitado muchos años más de intensa labor de investigación y desarrollo antes de que se pudiesen explotar comercialmente las centrales nucleares, y la energía nucleoelectrónica no ha llegado a competir verdaderamente con otras fuentes de energía hasta hace poco tiempo.

El primer paso fundamental para la utilización de la energía nucleoelectrónica lo dio Otto Hahn cuando descubrió la fisión nuclear en Alemania en 1938. Sin embargo, hasta 1955 no se pudo iniciar el desarrollo de la ingeniería nuclear en el país. La primera tarea consistió en ponerse a la par con otras naciones industrializadas que habían desarrollado rápidamente la ingeniería y la tecnología nuclear, en parte por motivos militares. Esto se logró mediante un amplio esfuerzo de promoción, a base de investigación fundamental y de concentrarse oportunamente en los tipos de reactores de más porvenir.

Toda la labor de desarrollo nuclear en la República Federal de Alemania ha tenido y continúa teniendo una finalidad de carácter exclusivamente pacífico. La figura 1 muestra los gastos estatales en investigación e ingeniería nuclear.

Situación actual

El número de centrales nucleares construidas y proyectadas en la República Federal es testimonio de lo logrado hasta ahora. En la actualidad, las centrales nucleares en explotación generan una potencia total aproximada de 2000 MW(e), y se están construyendo otras con una potencia total de 10 000 MW(e).

Los primeros pedidos del extranjero demuestran que la industria nucleoelectrónica alemana está en un plano de competición; las empresas alemanas están construyendo actualmente centrales nucleares en Atucha (Argentina), Borssele (Países Bajos), y Zwentendorf (Austria).

En la República Federal hay casi 25 000 personas empleadas en investigación e ingeniería nuclear; de ellas 11 000 trabajan en centros de investigación nuclear financiados por el Gobierno y 14 000 están colocados en la industria privada.

En el futuro, habrá un gran aumento en el consumo de energía, especialmente por lo que se refiere a la energía eléctrica. Como en otros países con un grado análogo de industrialización, el consumo de energía primaria en la República Federal se duplicará en 15 años, según la tasa actual de incremento, mientras que el consumo de energía eléctrica se duplicará ya dentro de diez años (véase la figura 2).

Esto nos hace esperar un fuerte aumento de la capacidad nucleoelectrónica durante los próximos veinte años. Como indica la figura 3, las centrales nucleares tendrán para 1990 una potencia total de aproximadamente 100 000 MW(e), lo que representará aproximadamente la mitad de la potencia total instalada en la República Federal.

Las medidas de promoción en el campo de la investigación y de la ingeniería nuclear en la República Federal tienden sobre todo al desarrollo de reactores y del ciclo de combustible, seguridad y protección radiológica, tecnología de los isótopos y de las radiaciones, e investigación básica nuclear.

Se ha publicado recientemente el proyecto del Cuarto Programa Nuclear Alemán que abarca el período 1973-1976 y que prevé una aportación gubernamental de aproximadamente 6500 millones de marcos.

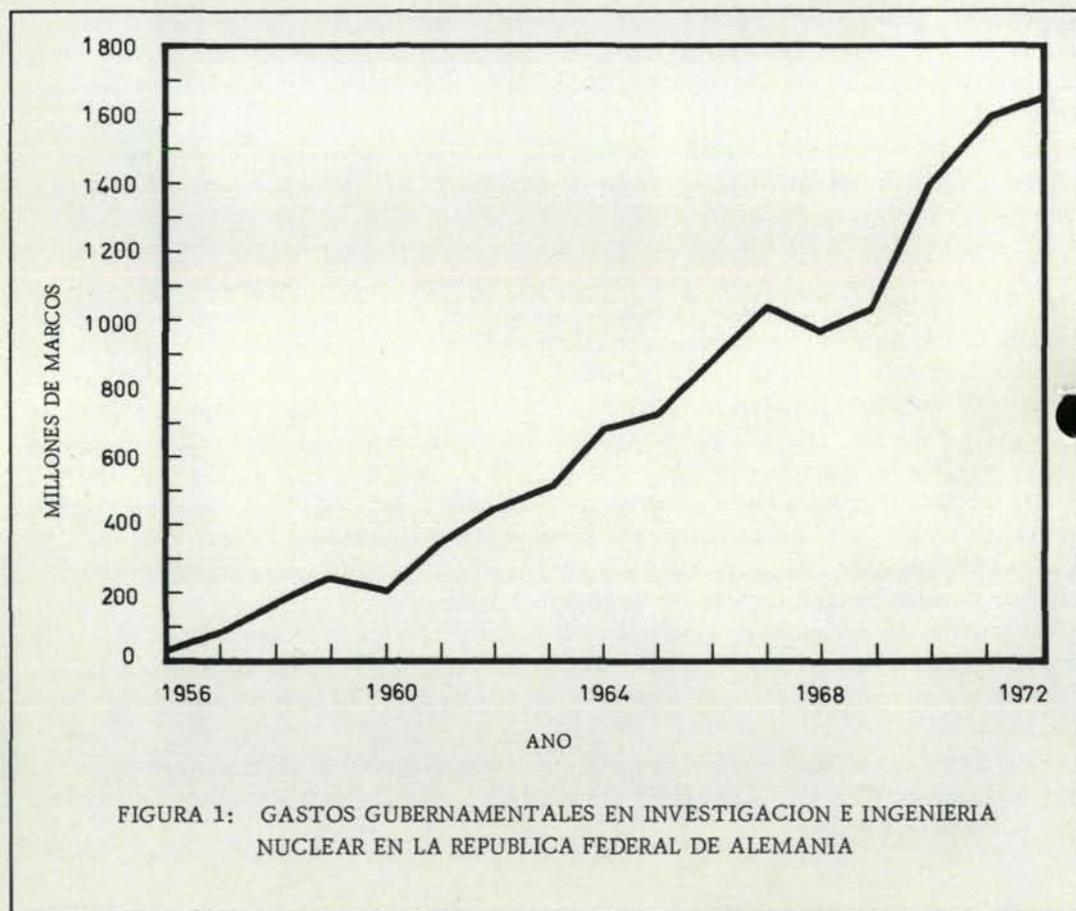
La central nuclear de Biblis, vista a través de la puerta del edificio del reactor.

Desarrollo de reactores

En el campo de los futuros proyectos de reactores, la labor de investigación y desarrollo de la República Federal se ha concentrado principalmente en dos sistemas avanzados que siguen la trayectoria comercial del reactor de agua ligera: los reactores de alta temperatura y los reactores reproductores rápidos refrigerados con sodio. Ambos tipos suscitan grandes esperanzas de adelanto en relación con los tipos actuales de reactores.

Los reactores de alta temperatura ofrecen ventajas económicas y un suministro asegurado, ya que utilizan mejor el uranio y emplearán también torio como material reproductor. Además, estos reactores influirán menos en el medio ambiente que los reactores actuales. Al tener una temperatura más elevada, el enfriamiento con corriente de aire podrá resultar más económico. Sus características técnicas son especialmente interesantes, debido a la posible tendencia a construir centrales equipadas con una turbina de helio en el circuito de refrigeración primario. La mejora del rendimiento podrá reducir considerablemente la cantidad de calor descargado en el medio ambiente.

El desarrollo del reactor con lecho de bolas en la República Federal de Alemania es un ejemplo de reactor completamente alemán. La experiencia obtenida con el reactor experimental AVR (Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor) de 15 MW(e) en Jülich ha dado paso a la construcción de un reactor prototipo de 300 MW(e). Actualmente se está construyendo en el distrito del Ruhr el THTR 300 (reactor de torio de alta temperatura de Schmehausen), que debe estar acabado en 1977. Se está considerando la construcción de una central nuclear con un



reactor de alta temperatura de 1000 MW(e) con elementos combustibles en forma de bloques, a fin de acelerar el lanzamiento comercial de los reactores de alta temperatura.

Se ha iniciado este año el proyecto de un reactor de alta temperatura equipado con una turbina de helio, para aprovechar todas las ventajas que ofrecen los reactores de alta temperatura. Este proyecto debe llevar además a la construcción de una central prototipo de 300 MW(e).

Otra esfera prometedora de aplicación de los reactores de alta temperatura la constituye la generación de calor industrial, y en particular la conversión de fuentes fósiles de energía primaria en energía limpia como el metano o el hidrógeno. Esto es especialmente importante cuando se requiere consumo directo de la energía térmica; por ejemplo, para transporte o para muchos procesos industriales.

Si bien se prevé que los reactores de alta temperatura proporcionen una alternativa técnica y económica a los reactores de agua ligera en el próximo futuro, es probable que los reactores reproductores rápidos solo puedan contribuir a la generación de electricidad después de 1990. Sin embargo, gracias a la posibilidad de utilizar el plutonio producido en los reactores de agua ligera, los reactores reproductores rápidos podrían resolver la escasez de combustible que pueda presentarse dentro de veinte años si se utilizan exclusivamente los reactores de agua ligera. Por este motivo se está trabajando intensamente en el proyecto de reactor reproductor rápido en la República Federal de Alemania, al igual que otros muchos países muy industrializados.

El punto clave de la promoción del reactor reproductor rápido es la construcción de un prototipo de central nuclear de 300 MW(e) con un reactor reproductor rápido refrigerado con sodio (reactor SNR 300). En la primavera de 1973 empezará la construcción de esta central en Kalkar (Bajo Rin); se espera acabarla para 1979.

La República Federal de Alemania está realizando el proyecto SNR 300 conjuntamente con Bélgica y los Países Bajos. Esto significa que no solamente en la investigación preliminar, en el desarrollo y en la construcción colaboran los tres países; también un consorcio que agrupa a tres compañías nacionales de suministro eléctrico ha adjudicado el contrato a un equipo de fabricantes belgas, alemanes y neerlandeses. Esta cooperación internacional al nivel de los Gobiernos, industrias y centros de investigación es una interesantísima característica de este importante proyecto.

A juzgar por la etapa de desarrollo alcanzada y por las posibilidades de empleo de los tipos de reactores avanzados, es evidente que el mercado de centrales nucleares seguirá dominado durante los veinte años próximos por las centrales a base de reactores de agua ligera. Por esto de especial importancia industrial y comercial el desarrollo ulterior de la tecnología de estos reactores. Los de agua pesada pueden tener también importancia en el futuro, especialmente para los países que poseen grandes yacimientos de uranio.

Buques nucleares

La propulsión nuclear de buques suscita especial interés en la República Federal. El buque mercante "Otto Hahn" ha recorrido ya 250 000 millas náuticas desde octubre de 1968 y ha dado pruebas de su excelente rendimiento operacional. En la actualidad se está instalando el segundo núcleo de reactor avanzado. Con este núcleo se obtendrá más experiencia sobre los grandes reactores marinos de agua a presión en una segunda fase operacional.

Un nuevo paso hacia el empleo comercial de la propulsión nuclear de buques lo constituyó el estudio conjunto realizado en 1971 y 1972 por un grupo de trabajo germano-japonés acerca de un buque nuclear para transporte de contenedores con una potencia de 80 000 CV al eje. El estudio puso de manifiesto que la propulsión nuclear puede ser particularmente económica para buques de carga grandes y rápidos. Durante los próximos años se elaborarán planes para construir un buque grande para transporte de contenedores.

Ciclo de combustible

Para poder suministrar una parte importante de la energía en forma de energía nucleoelectrónica, es preciso que el ciclo del combustible funcione perfectamente. Por esto nuestros planes de desarrollo abarcan todas las fases del ciclo de combustible.

Debido a la falta de suficientes yacimientos de uranio en el país, se fomenta la labor de prospección y la participación en yacimientos del extranjero.

Tienen aquí una importancia especial los proyectos de enriquecimiento de uranio. Los esfuerzos se centran en el desarrollo del proceso de ultracentrifugación gaseosa. Se están actualmente construyendo instalaciones experimentales en Almelo y Capenhurst, sobre la base de un acuerdo de cooperación con los Países Bajos y el Reino Unido; se ha programado la construcción de una planta prototipo conjunta que se iniciará en 1973. La experiencia así lograda se comparará con los procesos competidores de difusión y separación por tobera. Se proseguirán también las investigaciones sobre otras técnicas.

Solamente después de un examen cuidadoso de todas las alternativas existentes desde un punto de vista exclusivamente económico, se decidirá qué proceso constituirá la base de una gran planta europea. Esta decisión tendrá que adoptarse lo más tarde en 1977. A la vista de los estudios hechos hasta la fecha, creemos que la decisión que se adoptará finalmente será favorable a la técnica de centrifugación gaseosa, debido especialmente a la menor cantidad de energía que consume este proceso.

Otros aspectos del ciclo de combustible, como la reelaboración del combustible irradiado, reciben también gran atención. La planta de reelaboración de Karlsruhe se utiliza para la labor de investigación y desarrollo en este campo. Se estudia también la recirculación del plutonio como combustible en los reactores de agua ligera y el tratamiento de desechos muy radiactivos.

Tiene gran importancia el control de la circulación de los materiales fisionables en todos los campos del ciclo del combustible, para cerciorarse de que se utilizan exclusivamente con fines pacíficos. En la República Federal se están desarrollando y ensayando con este fin sistemas prácticos y eficaces. Sobre la base del acuerdo modelo de salvaguardias del OIEA en relación con el Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares y el acuerdo de verificación con la EURATOM, las organizaciones internacionales desarrollan un papel importante en el establecimiento e implantación de medidas de salvaguardia.

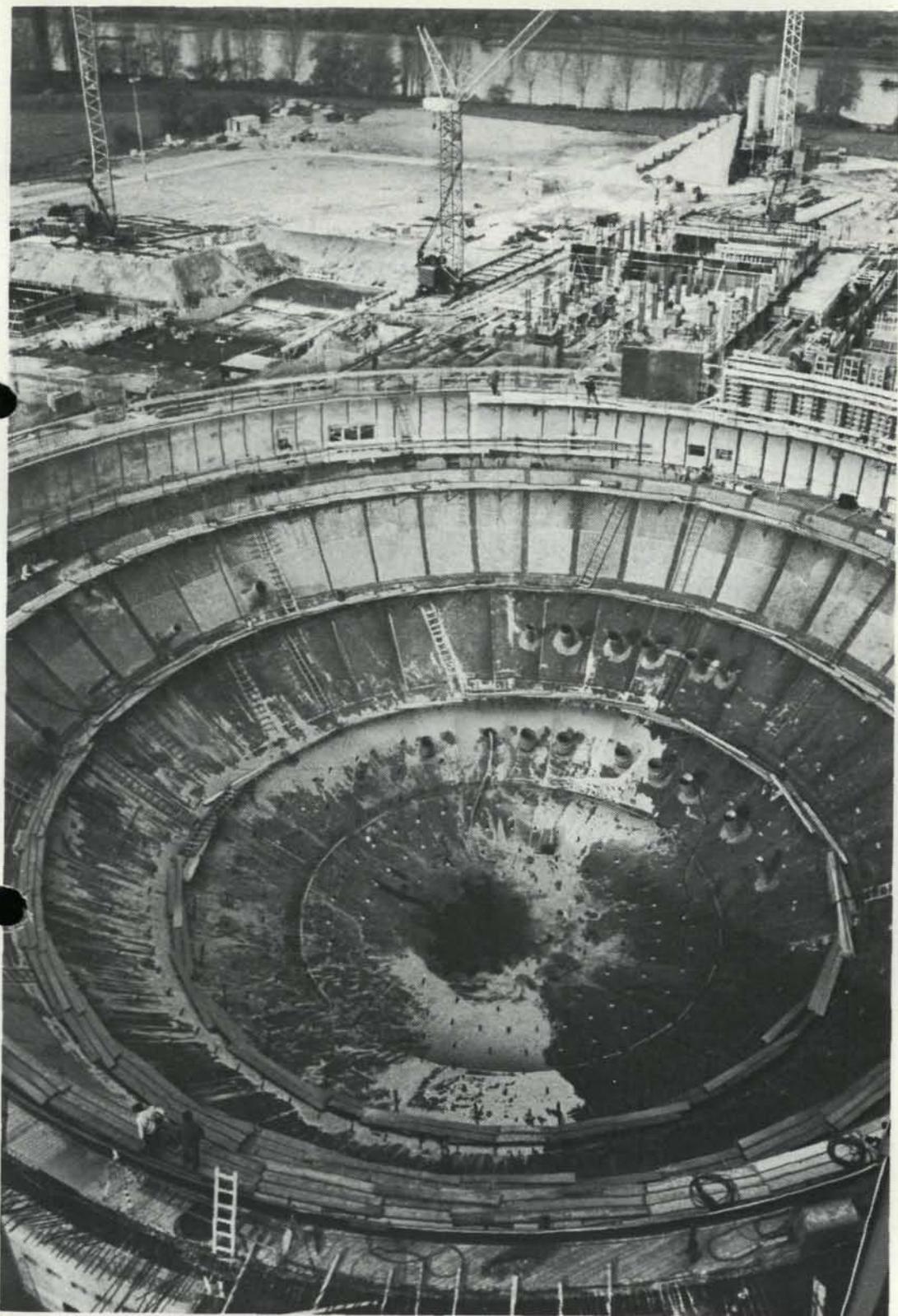
El medio ambiente

La conservación de un medio ambiente saludable a pesar del continuo crecimiento del consumo energético constituye una tarea primordial para los próximos veinte años.

La energía nucleoelectrónica puede contribuir mucho a alcanzar este objetivo. Las actuales centrales nucleares a base de reactores de agua ligera descargan más calor en el medio ambiente que las centrales a base de combustibles fósiles, pero en cambio no contribuyen a la contaminación del aire mediante la descarga de cantidades considerables de monóxido de carbono, óxidos de azufre y óxido nítrico.

También los reactores avanzados, sobre todo los de alta temperatura, prometen un nivel más alto de rendimiento y, por tanto, una reducción de los efectos térmicos sobre el medio ambiente. Pero sólo si se tienen en cuenta todos los posibles riesgos que implica el inventario radiactivo de las instalaciones se podrá hacer resaltar el hecho de que las centrales nucleares responden mejor a las necesidades del medio ambiente.

Por consiguiente se debe conceder especial importancia a la adopción de medidas eficaces de seguridad y protección, así como a su progreso constante; ésta es la razón de que en la República Federal se refuercen cada vez más las medidas gubernamentales de control en comparación con las funciones oficiales de promoción de la tecnología nuclear. Mediante un



Estas obras en las proximidades de Biblis, en la ribera del Rin, parecen corresponder a un gigantesco anfiteatro. Se trata de parte de lo que será la mayor central nuclear de Europa.

programa de investigación sobre problemas de seguridad debe estrecharse más el control de los incidentes que pueden ocurrir durante el funcionamiento del reactor y de las influencias externas que pueden manifestarse sobre las centrales nucleares. Las medidas de protección radiológica, sobre todo las destinadas a retener los productos radiactivos de fisión en el reactor,

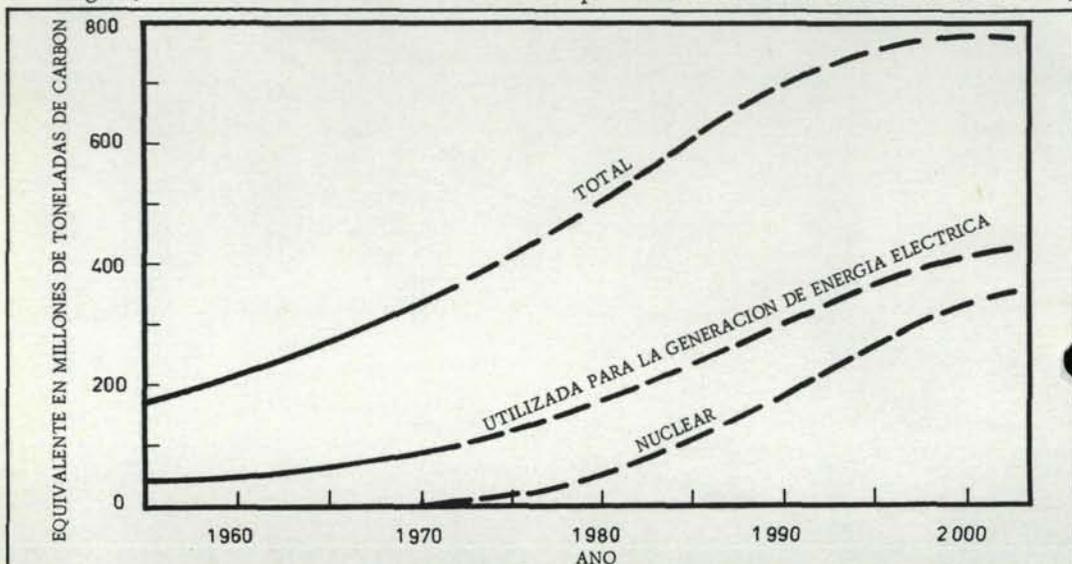


FIGURA 2: CONSUMO DE ENERGIA PRIMARIA EN LA REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA

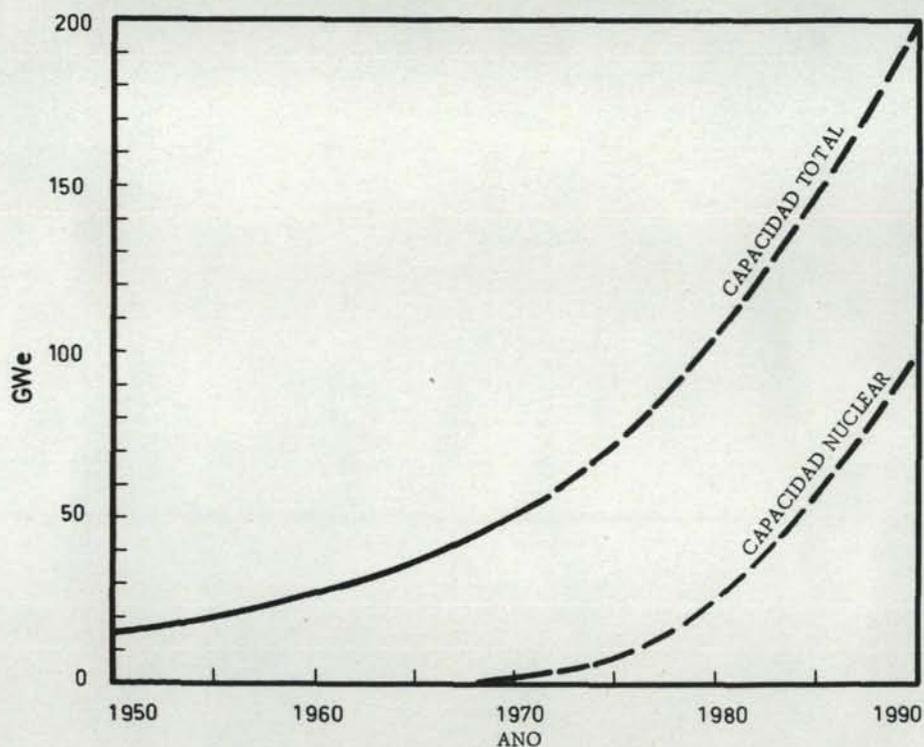


FIGURA 3: CAPACIDAD INSTALADA DE LAS CENTRALES ELECTRICAS EN LA REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA