

Chernobil y la nucleoenergética

Alejandro Bilbao Alfonso

En fecha reciente la industria nucleoenergética se vio sometida al embate y las calumnias de grupos detractores de la energía nuclear, que han tratado de sembrar una vez más la incertidumbre en cuanto al desarrollo de esta tecnología basándose en el accidente ocurrido en la central electronuclear (CEN) de Chernobil en la Unión Soviética.

El 26 de abril de 1986 se produjo una avería en el cuarto bloque de dicha CEN, que posee cuatro bloques en explotación con reactores del tipo canal, moderados por grafito y conocidos como RBMK, los cuales responden a una tecnología desarrollada solo en la Unión Soviética.

Al igual que distintas averías y fallas ocurridas en el pasado en otras CEN ubicadas en diferentes países no han supuesto una barrera insalvable para el desarrollo de la tecnología nuclear, no cabe esperar que el presente incidente de Chernobil, a pesar de su gravedad, conduzca a un enjuiciamiento de la energía nuclear que tantos beneficios brinda a la humanidad.

DESCRIPCION DE LA CEN—CENTRAL DE CHERNOBIL

La CEN de Chernobil se encuentra ubicada en el norte de la República Socialista Soviética de Ucrania, a 130 km de la ciudad de Kiev, en las márgenes de uno de los afluentes del Dnieper, el río Prepiat.

La CEN tiene una capacidad eléctrica de 4000 MW generados por cuatro reactores energéticos RBMK—1000 de uranio—grafito del tipo canal, con un solo circuito, y refrigerados por agua en ebullición.

El edificio principal, que contiene el cuarto bloque, consta de dos bloques energéticos, con una misma sala de máquinas, locales separados para los reactores y los paneles de mando, así como de un local común para las instalaciones de purificación de gases y del agua del primer circuito. Cada bloque

energético tiene un reactor RBMK—1000 con un circuito de circulación y sistemas auxiliares, las entradas de vapor y de alimentación del condensado y dos turbogeneradores con una potencia eléctrica de 500 MW cada uno.

La potencia térmica de un bloque de la CEN de Chernobil es de 3200 MW y la eléctrica de 1000 MW. Los parámetros del vapor saturado a la entrada de la turbina son de 6,5 MPa y 280°C, a una temperatura del agua de alimentación de aproximadamente

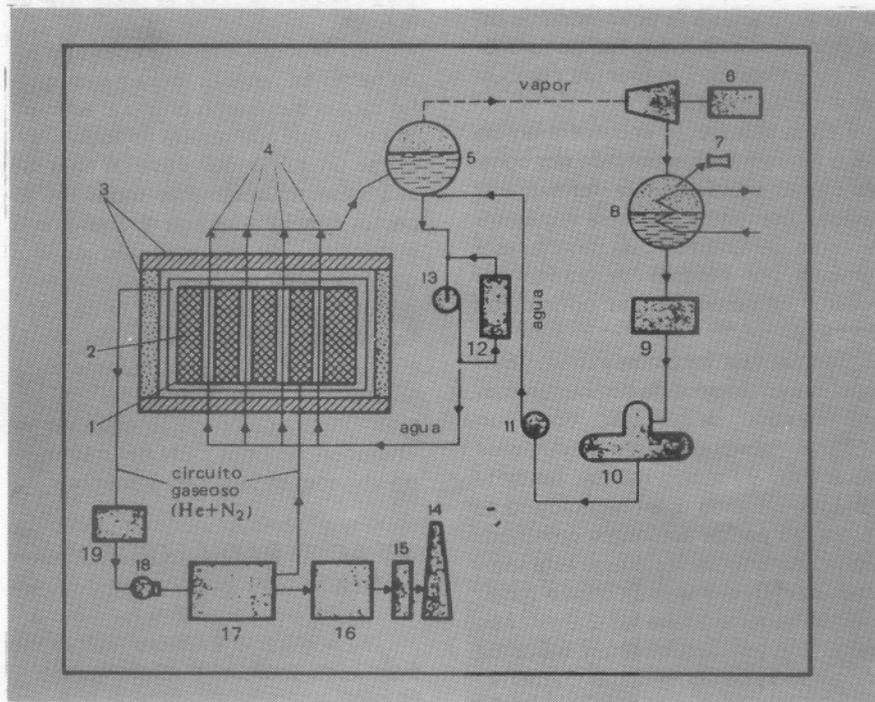


Fig. 1. Esquema de los principales circuitos tecnológicos de la CEN con reactor RBMK.

1. reactor; 2. recubrimiento de grafito; 3. protección biológica; 4. canales tecnológicos; 5. tambor—separador; 6. turbogenerador; 7. eyector; 8. condensador; 9. purificador de condensación; 10. deaerador; 11. bomba de alimentación; 12. purificador by-pass en los filtros de cambio de iones; 13. bomba principal de circulación; 14. torre de ventilación; 15. filtro de aerosol; 16. gasómetro para la retención del gas; 17. aparato de absorción: CO_2 , CO , H_2 , NH_3 ; 18. compresor; 19. filtros de agua y aerosol.

El circuito de circulación consta de dos lazos paralelos, y cada uno incluye dos domos separadores, cuatro bombas de circulación con sus correspondientes redes de tuberías y válvulas y 22 colectores distribuidores múltiples que alimentan los canales del reactor.

El vapor saturado es entregado a las dos turbinas desde los separadores por ocho conductores. El condensado regresa al deaerador, luego de haber pasado por la instalación de purificación y cinco calentadores de baja presión; más adelante, las bombas de alimentación le entregan a los separadores a través de las válvulas de los reguladores de nivel.

165°C. El gasto de vapor es de 5800 t por hora y el del agua de enfriamiento a través del reactor de 37 500 t por hora.

El circuito de circulación está confeccionado con acero austenítico y circonio; los tubos de agua y vapor con acero al carbono; los tubos del condensador con una aleación de magnesio, níquel y hierro; el calentador con acero inoxidable; las estructuras metálicas y la camisa del reactor con acero al carbono. En calidad de combustible nuclear se utiliza el dióxido de uranio enriquecido al 2%; el grado promedio de quemado es de 18 500 MW/día por toneladas de uranio, y la carga es de unas 192 t de uranio.

En los reactores RBKM-1000 se utiliza la ventaja fundamental de los sistemas de canal, o sea, la posibilidad de recargar el combustible durante el funcionamiento del reactor, lo cual permite elevar el factor de utilización de la CEN y también disminuir los escapes de gases radiactivos producto de la fisión, gracias a la posibilidad de detección y recarga antes de tiempo de los conjuntos con elementos combustibles deshermetizados.

Cada reactor se encuentra en un pozo de hormigón soportado por construcciones metálicas que forman una cavidad hermética donde se encuentra la carga de grafito. Esta última está formada por bloques de grafito dispuestos en columnas con orificios cilíndricos.

En las vías tubulares existen 1693 canales tecnológicos de combustible de una aleación de circonio con un 2,5% de niobio, que tiene propiedades mecánicas y anticorrosivas bastante elevadas. En cada canal tecnológico se coloca un par de conjuntos combustibles, cada uno de los cuales está integrado por 18 elementos con una longitud de la parte activa de 3,5 m. Los elementos combustibles son tubos de una aleación de circonio que contienen las tabletas de dióxido de uranio. El gasto de agua a través de los canales tecnológicos se regula con ayuda de las válvulas de regulación dispuestas en tubos de entrada, en dependencia de la variación de potencia térmica en los canales.

LA AVERIA DE LA CENTRAL DE CHERNOBIL

En la madrugada del 26 de abril, durante una parada planificada del reactor del cuarto bloque de la CEN al nivel de un 7% de su potencia, se produjo su avería. Tal como informara la representante de la Unión Soviética en la sesión especial de la Junta de Gobernadores del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) que se celebró en Viena el 21 de mayo, la potencia del reactor aumentó bruscamente, lo que condujo a una intensiva evaporación del agua de enfriamiento y la consecuente formación de vapor. Seguidamente, la reacción del vapor con el corio implicó la formación de

hidrógeno y su explosión, lo que tuvo como resultado un gran incendio. Por ello, el edificio del reactor con el equipamiento contenido en este, el propio reactor y su zona activa sufrieron grandes daños, y, como consecuencia, hubo una liberación de productos de la fisión radiactiva fuera de los límites de la CEN.

En la actualidad, una comisión gubernamental analiza exhaustivamente las causas que dieron origen al accidente por lo que aún resulta imposible formarse un juicio definitivo de ellas. Se examinan rigurosamente todos los aspectos relacionados con el diseño de la instalación, el proyecto técnico, los datos de explotación y mantenimiento de los equipos y sistemas de la CEN. Cuando se aclaren las causas de la avería se harán las conclusiones pertinentes y se tomarán medidas que impidan la repetición de lo ocurrido en Chernobil en otras CEN del mismo tipo ubicadas en la Unión Soviética.

IMPACTO RADIOLOGICO EXTERNO

Al analizar el impacto radiológico producido sobre el medio ambiente y la población que habita en la zona de influencia de la CEN de Chernobil, hemos de tener en cuenta las características y valores relativos de los efluentes vertidos, los niveles de radiación y contaminación alcanzados en el medio y las dosis equivalentes recibidas por la población.

Como dijera el Secretario General del Partido Comunista de la Unión Soviética, compañero Mijail Sergueevich Gorvachov, en su comparecencia del 14 de mayo ante las cámaras de la televisión de Moscú, por primera vez dicho país se enfrentó a un suceso excepcional de este género para el que se requiere dominar rápidamente la peligrosa fuerza del incontrolado átomo y restringir al máximo las dimensiones del accidente. Por la seriedad de la situación, la Unión Soviética consideró que era indispensable evaluarla urgente y competentemente, y, en cuanto se obtuvo la primera información segura, esta se comunicó al pueblo soviético y fue transmitida también por los canales diplomáticos a los gobiernos de otros países.

En la situación planteada se consideró como deber primordial de especial trascendencia garantizar la seguridad de la población y prestar ayuda eficaz a los damnificados. En contadas horas fueron evacuados los vecinos del poblado adjunto a la central y, cuando quedó claro que existía una amenaza potencial para la salud de las personas residentes en las zonas circundantes, también ellas fueron trasladadas a regiones fuera de peligro. Todo este complejo trabajo requería la máxima rapidez, organización y precisión.

A pesar de todo, las medidas adoptadas no pudieron salvar a muchas personas. En el momento de la avería perecieron dos trabajadores de la CEN, aunque no por daños debidos a la irradiación, y con posterioridad al accidente fueron hospitalizadas 299 personas con diagnóstico de radiopatía aunque con diferentes grados de gravedad. Para su atención se movilizaron las mejores fuerzas científicas y médicas de la Unión Soviética, así como las clínicas especializadas de Moscú y de otras ciudades que poseen los medios más avanzados de la medicina.

De acuerdo con las mediciones efectuadas se estima que aparte del iodo-131, los radionucleidos más contribuyentes a la dosis de radiación debida al accidente han sido el Te-134/I-132 y el Ba-140/La-140. El cesio-137 de larga vida se presentó en proporciones relativamente altas durante los primeros días y con actividad de 1% - 10% de las producidas por el iodo-31. Los niveles de radiación en el momento pico de la avería, en el límite de 30 km alrededor de la CEN, eran de 0,72-1,01 $\mu\text{A}/\text{kg}$ (10-15R/h), y nueve días después de ocurrido el accidente eran de 0,00014 $\mu\text{A}/\text{kg}$ a 0,00022 $\mu\text{A}/\text{kg}$ (0,002-0,003 R/h).

Tal como reportó la Organización Mundial de la Salud en su informe provisional del 6 de mayo, la situación radiológica más grave, por sus niveles de radiación y contaminación resultantes del accidente de Chernobil fuera de los límites de la Unión Soviética, se circunscribió a Escandinavia y Europa centroccidental. La radiactividad liberada en Chernobil después del 30 de abril se propagó hacia el este y el sur, y abarcó los Balcanes, Rumania, Bulgaria, Turquía y la región del Mar Negro.

Las dosis de radiación resultantes de los niveles de contaminación fuera de la Unión Soviética han sido tan bajas que no se han producido efectos biológicos agudos en la población a consecuencia de la radiación, por lo que de ello solo pudieran esperarse efectos biológicos tardíos.

Las situaciones que implicaron una rápida intervención para evitar o reducir el riesgo de los daños por irradiación aguda estuvieron referidas únicamente a las cercanías inmediatas al área del accidente. Por otra parte, aunque el Cs-137 ha sido encontrado en el aire y en materiales depositados sobre la tierra en proporciones inesperadamente elevadas, dicha contaminación fuera de las fronteras de la Unión Soviética no implica un problema serio desde el punto de vista radiológico.

Teniendo en cuenta lo anterior, no fue necesario mantener las acciones y medidas de protección de la población recomendadas por algunos países europeos en la fase inicial del accidente, ya que estas no se justificaban.

Por otro lado, a causa de las fuertes lluvias coincidentes con el paso de la nube radiactiva por algunas localidades, se produjo una elevada deposición de I-131, el cual se encontró en altas concentraciones en la fase inicial del accidente, por lo que las restricciones en el consumo inmediato de la leche para la población infantil y las mujeres embarazadas se justificaron por un período mayor, sobre todo si los niveles de concentración superaban los niveles de acción establecidos en algunos países ($2 \cdot 10^6$ Bq/m³). De igual forma, por un período superior a la fase inicial se justificaron medidas tales como el lavado de las verduras frescas y la prohibición de empleo del agua lluvia para beber con el fin de evitar una exposición adicional innecesaria.

REACCION INTERNACIONAL

En general, se acogió con comprensión la desgracia ocurrida en Chernobyl. Asimismo, puede catalogarse de hazaña la actuación del pueblo soviético en tan compleja situación, así como las soluciones que se fueron tomando para sofocar y mitigar sus consecuencias. Un ejemplo de ello lo representó el verter sobre el reactor deshermeti-

zado desde el aire, con el empleo de helicópteros, toneladas de arena, plomo, boro y otros materiales para disminuir los niveles de radiación. Esto último representa una experiencia importante utilizada por primera vez en la historia.

En estos momentos difíciles para la Unión Soviética, muchos países amigos testimoniaron su solidaridad con el pueblo soviético; personalidades políticas y sociales expresaron su sincera condolencia y apoyo. Científicos destacados, como los médicos norteamericanos R. Gale y P. Tarasaca, contribuyeron a la curación de los accidentados de Chernobyl.

De igual forma, pudo estimarse la actitud objetiva del OIEA ante lo ocurrido en la CEN de Chernobyl. Su director general, Hans Blix, calificó en conferencia de prensa de abiertas, amplias y fructíferas las conversaciones con la comisión gubernamental soviética creada para investigar las causas del accidente. Explicó, además, que pudo viajar a la CEN y sobrevolarla, e indicó que se logró un acuerdo con la Unión Soviética en virtud del cual esta informaría permanentemente sobre los niveles de radiactividad, el estado meteorológico y otros detalles no solo de Chernobyl sino de todas las CEN ubicadas a lo largo de la frontera occidental del país. El director general del OIEA valoró positivamente que la parte soviética aceptara participar el próximo verano en una reunión del organismo para discutir y compartir con otros países miembros todo lo ocurrido, como experiencia para ser tenida en cuenta con vista a fortalecer las medidas de seguridad. Blix puntualizó, asimismo, que en el futuro la Unión Soviética y el OIEA promoverían la firma de un convenio internacional sobre información permanente y previa relativa al estado de las CEN.

Sin embargo, en contraste con todo lo anterior no podemos pasar por alto y dejar de enjuiciar políticamente la forma en que algunos países manipularon lo acontecido en Chernobyl, en especial EE.UU. que, aprovechando el lamentable accidente, desencadenó una desenfundada campaña antisoviética.

Inmediatamente especularon acerca del número de víctimas, los niveles

de radiactividad en las zonas más cercanas a Chernobyl y el peligro que representaba la nube radiactiva para los países de Europa.

Como dijera el compañero M. S. Gorbachov el 14 de mayo, los auspiciadores de estas campañas no estaban interesados en obtener información fidedigna sobre la avería, ni acerca de la salud de las personas en Chernobyl ni en cualquier otro lugar o país. Ellos querían una causa para, aferrándose a ella, tratar de denigrar a la Unión Soviética y su política exterior, relajar la influencia de las propuestas soviéticas sobre el cese de las pruebas nucleares y la liquidación del arma nuclear y, al propio tiempo, suavizar la creciente crítica a la conducta de EE.UU. en la esfera internacional y su rumbo guerrerrista.

Dicho con toda crudeza, algunos políticos occidentales perseguían objetivos bien definidos: cortar las posibilidades de allanar las relaciones internacionales y sembrar nuevas simientes de desconfianza y de susceptibilidad hacia los países socialistas.

Se apreció claramente el interés marcado en cuestionar los avances de la nucleenergética soviética, utilizando este accidente para el chantaje político.

De modo muy diferente interpretó la Unión Soviética la tragedia. Desde el primer momento las autoridades soviéticas constituyeron una comisión gubernamental para evaluar y adoptar las medidas indispensables, las cuales evitaron consecuencias mayores, y al unísono procedieron a brindar las informaciones fidedignas necesarias a los países vecinos y al OIEA.

Con evidente mala intención, el Presidente norteamericano promovió con prioridad absoluta en la cumbre de Tokio, celebrada a principios de mayo, la discusión del accidente de Chernobyl, en una muestra de oportunismo político encaminado a desacreditar el prestigio de la Unión Soviética y a desviar la atención de la opinión pública. Así, Reagan y la Thatcher emitieron declaraciones a la prensa reprochando la supuesta poca información que la Unión Soviética había brindado sobre ese hecho, y en los documentos de la reunión lograron incluir una resolución sobre la seguridad en las CEN en la

cual los representantes de las siete naciones capitalistas más desarrolladas critican a la Unión Soviética por no someterse a sus exigencias.

Mayores y más dañinas consecuencias para la humanidad y el medio ambiente ha tenido la desenfrenada carrera armamentista desencadenada por EE.UU. Las explosiones atómicas que de manera sistemática han realizado las naciones imperialistas en las islas del Pacífico desde 1946 han provocado trastornos genéticos a poblaciones enteras, cuyas protestas son desoídas por estas potencias aun en nuestros días.

Han existido también accidentes tecnológicos lamentables, como el de las instalaciones de la transnacional norteamericana Union Carbide en Bhopal, India, donde murieron cerca de 3000 personas y más de 150 000 fueron afectadas, así como el de San Juan Ixhuatepec, México, en el cual perecieron alrededor de 500 personas y casi 5000 fueron lesionadas.

Pero nunca antes informaciones de este tipo fueron manejadas con tanta insidia y con un carácter tan tendencioso, ni estas tragedias han sido motivo de debate en una cumbre.

Por otro lado, el imperialismo norteamericano pretendió aprovechar el accidente de Chernobil para desatar una campaña contra el programa nuclear cubano que se emprende en colaboración con la Unión Soviética y otros países socialistas.

Específicamente se difundieron mentiras e información tergiversada acerca de la primera CEN cubana que se construye en Cienfuegos, y a través de agencias de prensa, periódicos y emisoras anticubanas trataron de sembrar temores y confusión en EE.UU., América Latina y el Caribe argumentando que a causa de su construcción con ayuda soviética esta CEN representaba un riesgo para el área. En el marco de dicha campaña, legisladores estadounidenses emitieron declaraciones exigiendo públicamente que el gobierno norteamericano ejerciera presiones para que la edificación de la CEN de Juraguá fuera detenida, como si tuvieran derecho a inmiscuirse en los asuntos internos de un Estado soberano y sin tomar en consideración los grandes esfuerzos que el pueblo cubano realiza en esta gigantesca obra.

En realidad, detrás de las preocupaciones de estos señores no está la CEN de Juraguá, sino el desarrollo impetuoso alcanzado por la revolución en una rama de vanguardia como es el uso pacífico de la energía nuclear, y su frustración por no poder imponer desde fuera los dictados del imperio. Cuba es un país libre y soberano, y su pueblo decide su porvenir, resuelve sus problemas según su propia experiencia. La energética atómica no es una excepción.

LA CENTRAL ELECTRONUCLEAR CUBANA

La CEN de Juraguá, que se construye con la asistencia técnica de la Unión Soviética en la provincia de Cienfuegos, contará en su primera etapa con dos reactores del tipo VVER-440. El proyecto de la CEN es de ejecución antisísmica y sus reactores generarán en las condiciones específicas cubanas alrededor de 417 MW eléctricos cada uno. En la segunda etapa se edificarán dos reactores más, por lo que la CEN tendrá una capacidad eléctrica total de unos 1600 MW cuando esté terminada. A diferencia de los reactores del tipo RBMK, como el accidentado en la CEN de Chernobil donde el moderador es el grafito y el combustible se encuentra insertado en canales tecnológicos que son refrigerados por agua en ebullición, en los reactores del tipo VVER la zona activa se encuentra ubicada en una vasija de acero, por lo que aún son más compactos, empleándose como agente moderador de los neutrones el agua ligera que a elevadas presiones sirve también para el enfriamiento de los elementos combustibles contenidos en el núcleo del reactor.

La zona activa de los reactores VVER está compuesta de los conjuntos con elementos combustibles y de canales para los órganos de regulación y control de la fisión. El combustible nuclear se encuentra en forma de tabletas de dióxido de uranio encerradas en vainas herméticas cilíndricas de una aleación de circonio.

Para la transferencia de calor desde la zona activa se emplea un esquema de dos circuitos en los reactores VVER. El agua que circula por el pri-

mer circuito del reactor VVER-440, como los que serán instalados en Juraguá, se encuentra a una presión de aproximadamente 12,3 MPa, lo cual impide su ebullición. Con ayuda de las bombas principales de circulación, el agua circula a través de la zona activa, se calienta como resultado de la liberación de calor en los elementos combustibles y se dirige a los generadores de vapor, donde calienta el agua del segundo circuito hasta la ebullición. Seguidamente, las bombas principales de circulación le retornan al reactor.

El vapor que se forma en el generador de vapor se dirige al turbogenerador, donde después de realizar su trabajo se condensa y mediante las bombas del segundo circuito se devuelve al generador de vapor.

En la CEN de Juraguá ha sido considerada como "avería máxima de proyecto" la fractura transversal instantánea de la tubería del circuito primario con un diámetro de 500 mm, acompañada de la fuga del agua para el enfriamiento del reactor. Esta situación presentaría la avería de mayor peligro en la instalación con posibilidad de escape incontrolado de productos radiactivos de fisión de la zona activa del reactor acompañado de la liberación espontánea de una gran cantidad de energía térmica y la consecuente elevación brusca de la presión en el local de la instalación del reactor.

Por lo anterior, el proyecto de la CEN cubana concibe un sistema de protección del reactor, así como un sistema para la localización de los productos radiactivos.

En calidad de sistema de protección, la CEN cuenta con un sistema de extracción de energía de la zona activa del reactor. Dicho sistema está concebido para evitar, en cualquier situación accidental con pérdida de refrigerante, la fusión del núcleo del reactor, así como para extraer el calor remanente de la zona activa después de ocurrida una avería en este.

Por su parte, el sistema para la localización de los productos radiactivos está dirigido a limitar el escape de radiactividad en el medio ambiente, de producirse en la instalación averías con pérdidas de refrigerantes.

El principio básico sobre el cual se fundamenta la seguridad de la CEN en

Cuba es la garantía de la protección adecuada del personal ocupacionalmente expuesto, de la población y del medio ambiente. La contaminación radiactiva se mantendrá en niveles inferiores a los máximos permisibles, según las normas, durante el funcionamiento normal de la CEN, así como durante averías en la instalación, aun en el caso de que estas últimas coincidan con fenómenos extremadamente peligrosos de carácter natural o de otra índole.

Por todo lo anterior, la seguridad nuclear y la protección radiológica en las instalaciones con reactores VVER-440 de la CEN de Juraguá están garantizadas mediante medidas muy estrictas que abarcan los proyec-

tos, la construcción civil, el montaje de los equipos y las futuras puestas en marcha y explotación de dichos bloques energéticos nucleares, así como el correspondiente control de la calidad de los diferentes equipos e instalaciones de manera que el enfriamiento de la zona activa y su hermeticidad queden asegurados en cualquier circunstancia, incluidos riesgos tan improbables como el impacto ocasional de una aeronave contra las edificaciones de la planta, un terremoto o un maremoto.

Una característica importante para la seguridad nuclear de la CEN cubana es el sistema de múltiples barreras o sistema de contención —como se le conoce comúnmente— con que ella contará, y cuyo objetivo consiste en li-

mitar el escape de productos radiactivos a la atmósfera a causa del quemado del combustible nuclear. La primera barrera comprende al propio combustible nuclear y las vainas herméticas que lo contienen; como segunda barrera se entiende el propio circuito primario para la circulación del refrigerante del reactor, que actúa evitando el escape de radiactividad a los locales de trabajo de la CEN. Por último, esta poseerá para cada reactor un recinto de contención que incluirá todos los componentes y sistemas del primer circuito, y su objetivo fundamental consistirá en limitar el escape de sustancias radiactivas al medio ambiente, aun en el caso remoto de que ocurra el mayor accidente previsible en dicha instalación.

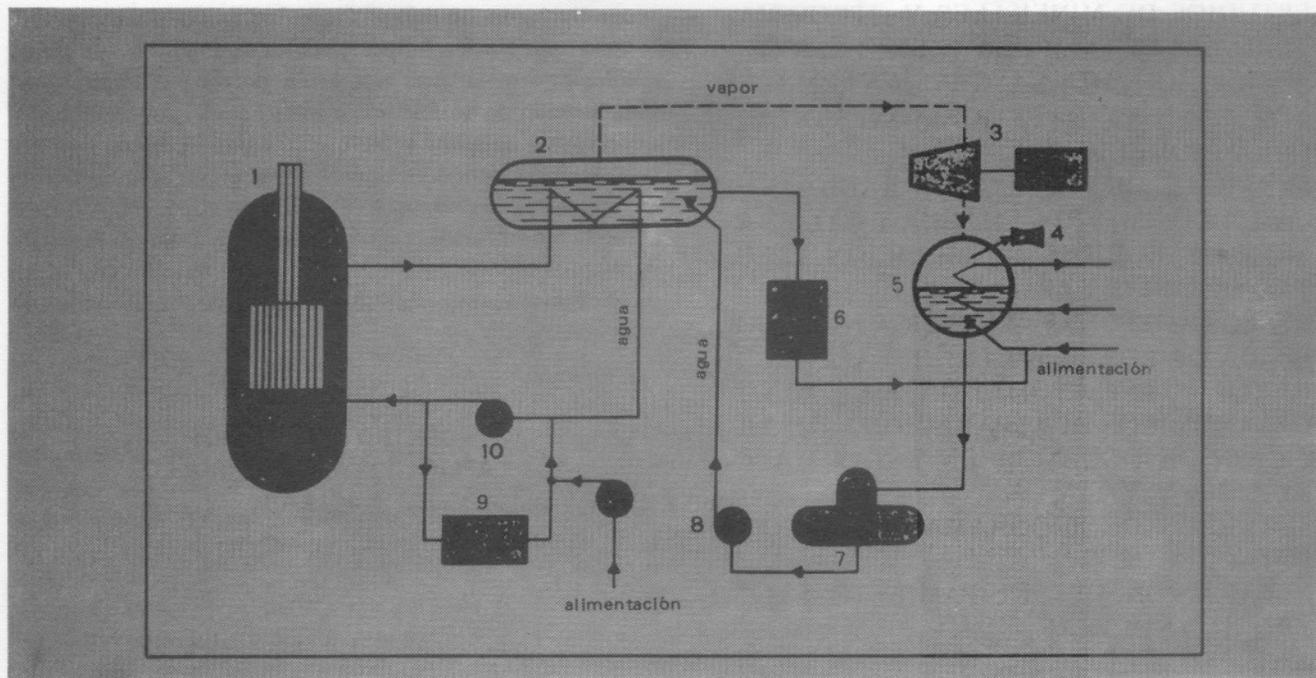


Fig. 2. Esquema de los principales circuitos tecnológicos de la CEN con reactor VVER. 1. reactor; 2. generador de vapor; 3. turbogenerador; 4. eyector; 5. condensador; 6. purificador especial del segundo circuito; 7. deaerador; 8. bomba de alimentación; 9. purificador by-pass; 10. bomba principal de circulación.

A MODO DE CONCLUSION

Como en toda nueva tecnología, los últimos conocimientos y experiencias se incorporan a la energía nuclear en forma de nuevas exigencias a las actuales instalaciones en cuanto a proyectos, construcción y funcionamiento.

En ninguna otra esfera de la técnica la garantía de la seguridad se in-

vestiga de forma tan detallada, con tal grado de profundidad y criterios tan conservadores. No obstante, la operación de reactores también presupone, como en la utilización de otras modernas tecnologías, la aceptación de un determinado riesgo para el hombre y para el medio ambiente, el cual, hablando en sentido general, debe ser menor o comparado al ya aceptado por la humanidad. El progreso y desa-

rrollo proporcionan beneficios a la civilización, pero también introducen determinados niveles de riesgo.

El accidente de la CEN de Chernobil ha sido uno de los más graves reportados en la historia de la energética nuclear. Sus consecuencias, aunque lamentables y aún por precisar en mayor detalle, no pueden poner en tela de juicio los enormes beneficios que aporta la energética nuclear, como preten-

den sus detractores con la visión apocalíptica que han dado sobre el incidente.

El aval de la industria nuclear sigue siendo envidiable si se compara con otras tecnologías, y lo ocurrido en Chernobil debe ser una gran experien-

cia a favor del perfeccionamiento de las CEN.

Cabe asegurar que, pese a las imputaciones de los adversarios del uso pacífico del átomo, la energética nuclear desempeña hoy un papel indiscutible en la solución de los problemas

energéticos de la humanidad, con un historial jamás logrado por ninguna otra industria desde el punto de vista de la seguridad, condiciones laborales, confiabilidad y protección del medio. La energética nuclear seguirá desarrollándose en beneficio del progreso y de la humanidad.

CENTRO DE ESTUDIOS APLICADOS AL DESARROLLO NUCLEAR

ALGUNOS DE SUS SERVICIOS

- ★ ANALISIS QUIMICO ELEMENTAL.
- ★ ESTUDIOS DE MINERALES Y OTROS MATERIALES METALICOS Y NO METALICOS.
- ★ APLICACION DE LA TECNICA RMN EN APOYO A LAS INVESTIGACIONES QUIMICAS Y BIOMEDICAS.
- ★ SERVICIOS DE PROTECCION RADIOLOGICA EN DOSIMETRIA FILMICA Y CALIBRACION DE EQUIPOS DE MEDICION ELECTRONICA NUCLEAR.
- ★ ASESORIA TECNICA EN FISICA NUCLEAR, FISICA DE LOS METALES, DIFRACCION DE RAYOS X, ESPECTOMETRIA RMN, METODOS QUIMICOS DE SEPARACION E IMPARTICION DE DOCENCIA EN ESTAS MATERIAS.
- ★ SERVICIOS DE PROGRAMACION Y COMPUTACION.
- ★ REPARACION DE EQUIPAMIENTO ELECTRONICO NUCLEAR.

Anteriormente conocido como Instituto de Investigaciones Nucleares (ININ), el Centro de Estudios Aplicados al Desarrollo Nuclear ofrece servicios de análisis y estudio de diferentes materiales, reparación de equipos electrónicos, calibración de dosímetros, mediciones en apoyo a las investigaciones químicas y biológicas. También brinda servicios de asesoría técnica en diferentes temas, de acuerdo con solicitudes de organismos y entidades en relación con materiales de especialidades nucleares y de otras ramas de la economía.

Se dispone de información detallada sobre los servicios que se prestan.

CENTRO DE ESTUDIOS APLICADOS AL DESARROLLO NUCLEAR

Apartado 6122 – Habana 6
Cuba

