

PROYECTO CAREM

CENTRAL NUCLEAR DE AVANZADA

La Comisión Nacional de Energía Atómica está desarrollando el proyecto CAREM, consistente en una central nuclear de pequeña potencia que permitirá suministrar energía eléctrica a localidades no conectadas a un sistema de distribución, servirá como reactor de investigación para aquellos países que quieran ingresar a la tecnología nuclear y además podrá ser utilizado para desalinización del agua de mar por ósmosis inversa.

La Comisión Nacional de Energía Atómica se encuentra actualmente desarrollando el proyecto CAREM, consistente en una central nuclear de pequeña potencia (100 megawatt térmicos, 25 megawatt eléctricos) dentro del concepto internacional de los reactores innovativos de nueva generación.

La central CAREM está orientada a diversos mercados:

a. Suministro de energía eléctrica a localidades aisladas (no conectadas a un sistema de distribución) compitiendo favorablemente con otros tipos de generación.

b. El reactor CAREM es una alternativa al clásico centro nuclear con un reactor de investigación, para aquellos países que quieren ingresar a la tecnología nuclear. A un costo similar o menor,

tiene la ventaja de permitir abordar la problemática de la generación eléctrica.

c. Puede ser utilizado también para desalinización por ósmosis inversa. En 1992 el CAREM fue seleccionado en la reunión sobre "Nuclear Desalination of Sea Water" de la OIEA para ser presentado como el único de los reactores pequeños apto para proveer energía eléctrica a plantas de desalinización de agua de mar por el método de ósmosis inversa.

El proyecto CAREM, en su etapa actual, comprende el desarrollo de la ingeniería de la central y del elemento combustible, y la construcción de dos facilidades experimentales para la verificación de los cálculos de diseño realizados: el reactor de potencia cero RA-8 y el laboratorio de ensayos termohidráulicos LET.

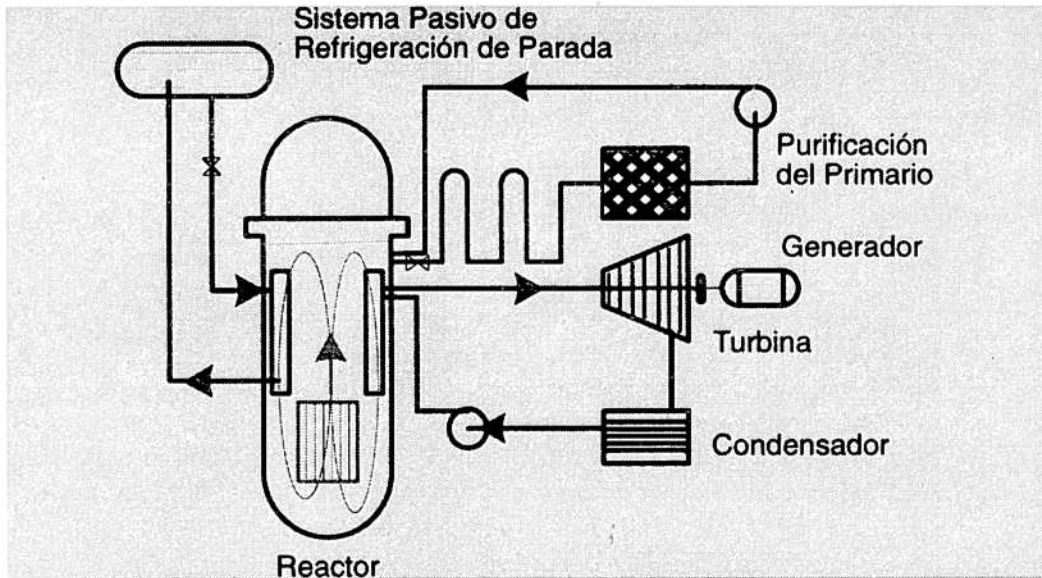


figura 1

La ingeniería y las facilidades experimentales asociadas han sido contratadas por la CNEA con INVAP S.E., siendo CNEA responsable directa del desarrollo del combustible nuclear, de la provisión del combustible para la facilidad crítica y de la fabricación del núcleo del reactor. CNEA efectúa también prestaciones de servicios y desarrollo en áreas específicas.

El CAREM es un reactor de agua liviana y uranio enriquecido al 3.4%, con características distintivas que lo diferencian de los clásicos PWR (Pressurized Water Reactors) en operación en el mundo desde hace casi 4 décadas. La Figura 1 muestra un diagrama de flujo esquemático de la central. Las innovaciones más relevantes son:

- El sistema nuclear de generación de vapor es integrado, lo que implica que la totalidad del

sistema primario de alta energía, se halla dentro del recipiente de presión.

- El agua, que es refrigerante y moderador, circula por convección natural. Se eliminan así las bombas del primario, con la consiguiente reducción del costo y ventajas en la seguridad, mantenimiento y disponibilidad.

- El reactor se autopresuriza. La parte superior del recipiente de presión es un domo de vapor en equilibrio con el agua del primario. De esta forma se elimina el presurizador existente en los reactores convencionales.

- Ante un cambio en la demanda eléctrica, el sistema de control ajusta la potencia del reactor manteniéndose la temperatura del refrigerante y la presión y variando el caudal de refrigeración. Es decir que a diferencia de un PWR convencional donde se mantiene el caudal y varían la presión y temperatura, en el CAREM varía

el caudal y se mantiene la presión y temperatura. De manera similar el secundario mantiene la presión y temperatura, variando su caudal.

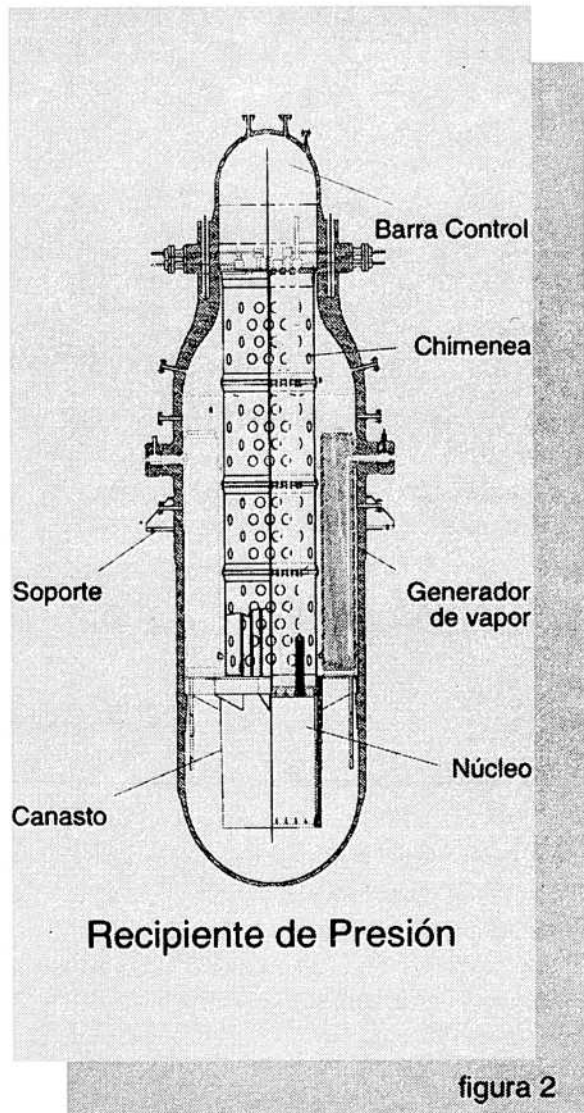
- Los generadores de vapor están ubicados dentro del recipiente de presión, tal como puede verse en el corte del mismo mostrado en la figura 2. Por esta razón no hay cañerías de gran diámetro que penetren a dicho recipiente (el diámetro máximo de penetraciones es de 38,1 mm, descartándose así los accidentes grandes de pérdida de refrigerante. Esta característica incrementa la seguridad y reduce los costos.

- Todos los sistemas de seguridad son pasivos, funcionando por fuerzas naturales (gravedad, convección natural), eliminándose las partes móviles y la provisión de energía para su accionamiento, así:

a. El sistema de inyección de emergencia consiste en tanques conteniendo agua borada que descargan por presión de un gas al recipiente de presión. El sistema se activa cuando un accidente de pérdida de refrigerante produce la despresurización del recipiente de presión, y su accionamiento permite mantener cubierto el núcleo del reactor impidiendo su fusión.

b. El sistema pasivo de refrigeración de parada permite, por descarga gravitatoria, extraer el calor de decaimiento del reactor y llegar a parada segura en situaciones de interrupción del suministro eléctrico.

c. El segundo sistema de parada actúa también por gravedad, inyectando agua borada al recipiente



de presión por acción de señales de presión y flujo neutrónico.

d. El reactor y sus cañerías principales se encuentran vinculados al confinamiento que contiene agua, la cual actúa como sistema de supresión de presión en caso de accidentes de pérdida de refrigerante o de apertura de las válvulas de seguridad. El nivel de agua provee asimismo blindaje al personal

durante las operaciones de recambio del núcleo.

Estos modernos conceptos de diseño aumentan significativamente la seguridad del reactor y reducen los costos, al disminuir la cantidad de válvulas, bombas y cañerías, no requiriéndose generadores diesel de emergencia.

- La intervención en la operación no es necesaria durante los primeros 30 minutos, como mínimo, posteriores a un evento que requiera el disparo de un sistema de seguridad. Por su parte, los sistemas de seguridad funcionan autónomamente durante no menos de 36 horas después de ocurrido su disparo en el caso de falla de una redundancia, y 72 horas en condiciones normales del sistema. Estos criterios incrementan la seguridad.

- La instrumentación y control sigue los conceptos más modernos. El control de planta se basa en un sistema distribuido, con 6 niveles jerárquicos, conectado por una red de alta velocidad. Dichos niveles son: supervisión, información, control, campo, adquisición y actuación.

- El sistema de protección del reactor está basado en unidades de campo inteligentes con una lógica de protección dura. La redundancia es de 4 canales física y eléctricamente independientes, con una lógica de votación dos de cuatro multiplexada.

- La central CAREM es de concepción modular. La mayoría de los componentes serán fabricados y armados en taller; su transporte se simplifica dadas las dimensiones reducidas de la central y, consecuentemente, de su equipamiento.

Esta concepción conduce a una reducción de costos, al minimizar el trabajo en el sitio y disminuir el tiempo de construcción.

El proyecto CAREM registra un avance significativo. La ingeniería de la central se encuentra definida y en un estado avanzado de ejecución. En Pilcaniyeu, INVAP está finalizando la construcción para CNEA de las dos facilidades experimentales. El Laboratorio de Ensayos Termohidráulicos será inaugurado en junio del corriente año, y la facilidad crítica RA-8 entrará en operación a fines del año próximo.

Durante 1993 y 1994 se completará la ingeniería básica y se avanzará en la ingeniería de detalle en curso, quedarán finalizados los ensayos termohidráulicos, se finalizará la facilidad crítica y se tendrán disponibles las barras combustibles y de control para la misma.

En 1995 se estaría en condiciones de comenzar la construcción.

El proyecto CAREM es coordinado por la Gerencia de Area Investigación y Desarrollo, y participan distintos sectores de CNEA. La documentación de ingeniería producida por INVAP es evaluada por las Gerencias de Area Centrales Nucleares e Investigación y Desarrollo. La Gerencia de Tecnología del Combustible Nuclear está desarrollando el combustible, y para el año próximo proveerá el núcleo de la facilidad crítica RA-8. La Gerencia de Area Ciclo de Combustible es responsable de suministrar el polvo de UO₂ para dicho núcleo, y oportunamente proveerá el núcleo del reactor CAREM.