

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº	AÑO
2.	1982.

04.82.50

723

GESTION DEL COMBUSTIBLE EN LA CENTRAL NUCLEAR ATUCHA I

Hugo Roberto Alejandro Oscar Héctor

H. MARTIN - A. PARKER - O. SERRA
Comisión Nacional de Energía AtómicaINTRODUCCION

El 21 de abril de 1979 la Central Nuclear Atucha I (CNA I) asumió la responsabilidad de programar las operaciones de re cambio de los elementos combustibles (EC) en el núcleo del reactor hasta ese momento a cargo de la empresa KWU. Dos objetivos de fundamental importancia fueron establecidos en esa oportunidad. El primero aspiraba a mejorar el quemado de extracción para alcanzar el valor establecido en el Manual de Operaciones para la nueva potencia térmica de 1179 MW igual a 5.640 MWd/Tn.U. El segundo consideraba la reutilización sistemática de aquellos elementos combustibles que se encontraban en las piletas de decaimiento con un 80% o menos del quemado de extracción para núcleo en equilibrio, es decir EC con un quemado inferior a 4.500 MWd/Tn.U. Estos objetivos debían ser llevados a cabo respetando escrupulosamente los límites termodinámicos impuestos al combustible. Como objetivo secundario se esperaba obtener un ahorro neto al prescindir del servicio prestado por KWU facturado como parte del precio de los EC, y efectuar localmente los cálculos necesarios para utilizar los EC en el reactor. Se discuten a continuación los resultados obtenidos, intentándose cuantificar económicamente cada uno de ellos.

PROGRAMACION DEL EMPLEO DE LOS ELEMENTOS COMBUSTIBLES

El precio básico de los EC del Contrato E.C.-8 con la empresa KWU incluía un porcentaje del orden del 2% (D.M. 1230) por la realización de los cálculos necesarios para utilizar los EC en el reactor. Al asumir la CNA I la responsabilidad del recambio este porcentaje fue descontado del precio de los EC.

En el período 21.4.79 - 30.9.79 se introdujeron en el reactor 479 EC pertenecientes al Contrato E.C.-8 por lo que el descuento efectuado ascendió a D.M. 611.592, equivalentes a U\$S 339.800. Los costos de procesamiento local del programa de recambio hasta la fecha incluyendo aquellos incurridos durante la etapa de implementación del programa en CNEA (sep.'78 - abril '79), ascienden a U\$S 59.800. Los salarios del personal afectado a esta tarea en el período abril '79 - setiembre '80 fueron de U\$S 84.000, por lo cual el ahorro neto resultante de procesar en el país el programa de recambio resulta U\$S 196.000.

AUMENTO DEL QUEMADO DE EXTRACCION

Durante la etapa de implementación del programa de recambio en CNEA se efectuaron cálculos en paralelo con aquellos realizados por KWU, simulando la operación del reactor con mayor fidelidad, al efectuar los cálculos de las operaciones de recambio una vez efectuadas en el reactor. Esta simulación realista de la evolución del núcleo permitió observar que las operaciones de recambio indicadas desde Alemania no eran las óptimas tanto desde el punto de vista del quemado de extracción como de la reactividad aportada por las mismas. Los cálculos efectuados en Alemania, forzosamente por problemas de distancia, debían hacerse con un mes de anticipación a su realización práctica, por lo que era imposible tener en cuenta las anomalías que frecuentemente se presentan en el recambio de los EC. Esto conducía a distorsiones en los estados de quemado calculados que daban como resultado operaciones de recambio que no eran las mejores. Esto último pudo verificarse durante el año 1978, ya en estado de equilibrio para la nueva potencia, durante el cual se alcanzó un quemado promedio de extracción de 5.470 MWd/Tn.

La programación efectuada por el personal de la CNA I permitió corregir y/o evitar las distorsiones mencionadas procediendo al recálculo de los estados del núcleo. En 1979 se pudo alcanzar los 5.600 MWd/Tn.U de quemado de extracción mientras que en los primeros nueve meses de 1980 este valor asciende a 5.900 MWd/Tn.U. En la Tabla I se muestra los valores de quemado promedio de extracción, cantidad de EC nuevos utilizados y consumo de combustible para los cuatro años de operación con la potencia incrementada.

AÑO	QUEMADO PROMEDIO DE EXTRACCION	NUMERO DE EC NUEVOS UTILIZADOS	CONSUMO DE EC NUEVOS
	MWd/Tn.U		EC/dpp
1977	5.370	280	1,46
1978	5.470	462	1,38
1979	5.600	413	1,33
1980*	5.900	232	1,27

* Primeros nueve meses

TABLA I

Debe hacerse notar que el elevado quemado de extracción del año 1980 se debe a los prolongados períodos durante los cuales se operó con escasa reactividad de reserva (incluso a menor potencia) ya que 1% menos de reactividad en exceso controlada por las barras de control es equivalente a un aumento de 120 MWd/Tn.U en el quemado de extracción.

Debe mencionarse también que la maximización del quemado de extracción y la solución de situaciones anormales no puede efectuarse empleando solamente las reglas establecidas para la situación de estado de quemado en equilibrio. Para esto han debido efectuarse operaciones de recambio que aún observando los límites tecnológicos del combustible se apartaban de los caminos normales. En la Fig. 1 puede observarse la evolución del quemado promedio de extracción calculado por el código TRISIC, como así también el quemado medio del núcleo y de cada una de las zonas en las cuales se divide el reactor a los fines del recambio. En la misma figura se ha graficado la evolución de la reactividad calculada por el programa. Pueden acotarse algunas caídas pronunciadas en la reactividad que se deben fundamentalmente a la indisponibilidad del sistema de recambio de EC.

UTILIZACION DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES SEMIQUEMADOS

Desde el inicio de operación de la CNA I se habían ido acumulando en las piletas de decaimiento un considerable número de elementos combustibles con un quemado de extracción apreciablemente menor que el obtenible. Esta acumulación fue originada por diversos motivos entre los que podemos mencionar la existencia de canales cuyos cierres no podían aflojarse durante la operación, problemas con el sistema de transporte y carga de EC, y las primeras operaciones de recambio sobre un núcleo que no se encontraba en equilibrio. Estos EC "semiquemados" representaban una reserva de energía no desdeñable cuyo aprovechamiento fue considerado prioritario.

En el momento de asumirse la responsabilidad del recambio de los EC se encontraban en las piletas de decaimiento, disponibles para ser introducidos nuevamente en el reactor, 49 EC con un quemado inferior a 4.500 MWd/Tn.U, equivalentes a 21,6 EC nuevos, para un quemado de extracción de 5.640 MWd/Tn.U (ver Tabla 2). Hasta el 30.9.80 se habían introducido 38 de los 49 EC, equivalentes a 18,6 EC nuevos, restando reingresar 11 elementos de los cuales 10 tenían quemados superiores a 4000 MWd/Tn.U.

Se encontraban también en las piletas 136 EC con un quemado superior a 4500 MWd/Tn.U e inferior a 5000 MWd/Tn.U. Estos elementos, de más difícil utilización por el bajo aporte de reactividad que reporta su inserción, eran equivalentes a 18,3 EC nuevos. De estos, al 30.9.80 se habían utilizado 3, equivalentes a 0,4 EC nuevos, pero se incorporaron a la piqueta en el período mencionado 7 nuevos EC elevando la cifra a

141 EC equivalentes a 19,8 EC nuevos.

Resumiendo puede decirse que la utilización sistemática de los EC semiquemados ha permitido un ahorro neto de 17,2 EC nuevos por un valor de U\$S1.214.010. Además, si se hubiera mantenido el quemado del año 1978 (5.470 MWd/Tn.U), el consumo de EC nuevos hubiera ascendido a 567 EC en lugar de los 497 realmente empleados (479 EC pertenecientes al CEC-8 y 18 XB/XC), siendo en consecuencia el ahorro combinado del aumento de quemado y utilización de semiquemados igual a 70, EC, equivalentes a U\$S 4.937.940.

CONCLUSIONES

Luego de 18 meses de haber asumido la responsabilidad de ejecución del programa de recambio de EC se consideran alcanzados los objetivos propuestos estimándose necesaria la formulación de nuevos objetivos tendientes a aumentar el quemado medio de extracción y reducir los costos del ciclo del combustible en este tipo de reactores.

TABLA 2

RESUMEN DE EXISTENCIA DE EC SEMIQUEMADOS DISPONIBLES									
Fecha	QUEMADO < 4500			4500 < QUEMADO < 5000			TOTALES		
	CANTI- DAD DE EC	BU Total Mwd/tn	EC nue- vos Equiv.	CANTIDAD DE EC	BU Total Mwd/tn	EC nue- vos Equiv.	CANTIDAD DE EC	BU Total Mwd/tn	EC nue- vos Equiv.
21/4/79	49	154.314	21,6	136	664.014	18,3	185	818.328	39,9
30/9/80	11	45.249	3,0	141	683.793	19,8	152	729.042	22,7
DIFEREN- CIA	38	109:065	18,6	-5	-19.779	-1,5	33	89.286	17,2