

Contenidos

Acrónimos	xvii
Capítulo 1	
Introducción.....	1
1.1. Proyecto CAREM-25.	1
1.2. Motivación y objetivos del trabajo.	5
Capítulo 2	
Fundamentos físicos	7
2.1. Descripción del problema neutrónico	7
2.2. Métodos de cálculo neutrónico estocásticos y determinísticos.....	8
2.2.1. Método de Monte Carlo.....	9
2.2.2. Aproximaciones en métodos determinísticos.....	10
2.2.2.1. La ecuación de difusión neutrónica ^[4,8]	11
2.2.2.2. Etapas de cálculo neutrónico.....	12
2.2.3. El factor de multiplicación efectivo.....	13
2.3. Cambios en la composición del núcleo.....	14
2.4. Control de reactividad.	15
2.5. Cálculo y análisis de núcleo.	15
2.5.1. Módulos de cálculo.	16
2.5.2. Acoplamiento Neutrónico-Termohidráulico (<i>N-TH</i>)	16
Capítulo 3	
Modelos empleados y descripción de la línea de cálculo.....	19
3.1. Descripción del núcleo del CAREM-25.	19
3.2. Descripción general de la línea de cálculo.	22
3.3. Biblioteca de datos nucleares.....	23
3.4. Cálculo a nivel de celda	23
3.4.1. CONDOR.....	23
3.4.2. HXS (Handle Cross Section).....	24
3.5. Cálculo a nivel de núcleo.....	24
3.5.1. CITVAP.....	24
3.5.2. THERMIT.....	25
3.6. Acoplamiento neutrónico-termohidráulico.	25
3.6.1. Método de cálculo	26
3.6.1.1. Equivalencia en las nodalizaciones.....	26
3.6.1.2. Programas auxiliares.....	27
3.7. Ruta de cálculo para un ciclo de quemado.....	29

Capítulo 4

Validación de la línea de cálculo CONDOR-CITVAP	31
4.1. Introducción.....	31
4.2. Verificación de celdas y de núcleos regulares y perturbados de bajo enriquecimiento tipo VVER.....	31
4.2.1. Breve descripción del programa experimental TIC para reactores tipo VVER.....	32
4.2.1.1. Resumen del experimento.....	32
4.2.1.2. Descripción de la facilidad crítica ZR-6.....	33
4.2.2. Experimentos críticos analizados.....	33
4.2.2.1. Especificaciones del benchmark.....	33
4.2.2.2. Configuraciones críticas analizadas.....	38
4.2.2.3. Métodos y modelos del cálculo.....	38
4.2.3. Resultados.....	41
4.2.3.1. Factores de multiplicación efectivos de celdas uniformes y perturbadas.....	41
4.2.3.2. Factores de pico de las celdas perturbadas.....	45
4.2.3.3. Factores de multiplicación efectivos de diferentes configuraciones de núcleo.....	51
4.2.4. Conclusiones finales.....	53
4.3. Efecto en reactividad sobre un núcleo moderado con agua liviana debido al reflector de acero.....	54
4.3.1. Breve descripción del experimento y facilidad crítica TCA.....	54
4.3.2. Metodología de cálculo.....	55
4.3.3. Resultados obtenidos.....	59
4.3.3.1. Comparaciones generales.....	60
4.3.3.2. Comparaciones cuantitativas de los resultados con ambas bibliotecas.....	62
4.3.4. Conclusiones finales.....	64

Capítulo 5

Cálculo de núcleo y análisis de sensibilidad	65
5.1. Modelos de elementos combustibles para cálculo de celda.....	65
5.1.1. Influencia de la presencia de reflector en el modelado de EECC.....	67
5.2. Modelo de núcleo.....	68
5.3. Márgenes de diseño de núcleo.....	69
5.3.1. Criterios de diseño de operación.....	70
5.3.2. Criterios de diseño de ajuste y control.....	70
5.3.3. Criterio de diseño de sistema de extinción.....	70
5.4. Cálculo de núcleo y análisis de sensibilidad ante variaciones de secciones eficaces de los EECC adyacentes al reflector.....	71
5.4.1. Estados operativos.....	72
5.4.2. Secciones eficaces de los reflectores considerados en el modelo de núcleo.....	72
5.4.3. Generación de bibliotecas para el cálculo de núcleo.....	73
5.4.4. Ciclo de quemado.....	74

5.6.	Análisis y comparación de parámetros.....	74
5.6.1.	Cálculo en operación normal a plena potencia	74
5.6.1.1.	Posiciones de elementos de control para criticidad en operación a plena potencia.....	74
5.6.1.2.	Reactividad en exceso.....	76
5.6.1.3.	Reactividad introducida por el SAC.....	77
5.6.1.4.	Reactividad introducida por el SER.....	78
5.6.1.5.	Factor de pico de potencia.....	79
5.6.1.6.	DNBR.....	79
5.6.1.7.	Quemado de recambio y quemado de extracción.....	80
5.6.2.	Cálculo en condición de parada fría.....	82
5.6.2.1.	Reactividad en exceso.....	82
5.6.2.2.	Reactividad introducida por el SE.....	82
5.6.2.3.	Reactividad introducida por el SE en ante falla única.....	83
5.6.2.4.	Margen de error del SE en falla única.....	84
5.6.3.	Verificación de márgenes de diseño.....	85
5.6.4.	Conclusión del estudio de sensibilidad	87

Capítulo 6

Análisis de parámetros de núcleo para diferentes

composiciones de reflector.....	89	
6.1.	Introducción.....	89
6.2.	Comparación de parámetros	90
6.2.1.	Posiciones de elementos de control para criticidad en operación a plena potencia.....	90
6.2.2.	Reactividad en exceso en estado de operación a plena potencia.....	91
6.2.3.	Reactividad introducida por el SAC en estado de operación a plena potencia.....	93
6.2.4.	Reactividad introducida por el SER en estado de operación a plena potencia.....	94
6.2.5.	Factor de pico de potencia	95
6.2.6.	DNBR.....	96
6.2.7.	Quemado de traslado.....	97
6.2.8.	Quemado de extracción.....	97
6.2.9.	Reactividad en exceso en condición de parada fría.....	98
6.2.10.	Reactividad introducida por el SE en estado de parada fría.....	99
6.2.11.	Reactividad introducida por el SE ante falla única.....	100
6.2.12.	Margen de error del SE en falla única para el estado de parada fría	102
6.3.	Conclusiones finales	103

Capítulo 7

Comparación de los modelos de celda mediante métodos determinísticos y estocásticos.....	105
7.1. Introducción.....	105
7.2. Calculo de K infinito.	106
7.2.1. Cálculo considerando estado frío.	106
7.2.2. Cálculo de K_{inf} en función del quemado para el estado de operación a plena potencia.....	106
7.3. Cálculo del espectro de neutrones.	109
7.3.1. Espectro de neutrones a 69 grupos de energía obtenido a través de modelos de celda para los EECC.....	109
7.3.2. Espectro de neutrones a 69 grupos de energía obtenido a través de un modelo simplificado de núcleo.....	111
7.3.3. Espectro de neutrones a 5 grupos de energía	114
7.4. Cálculo de parámetros neutrónicos del núcleo y reflector de acero.....	116
7.4.1. Comparación de constantes	118
7.4.2. Coeficiente de difusión.....	119
7.4.3. Sección eficaz de absorción	121
7.5. Conclusiones finales.....	123

Capítulo 8

Calculo de núcleo empleando diferentes bibliotecas de datos nucleares.....	125
8.1. Introducción.....	125
8.2. Comparación de parámetros.	126
8.2.1. Posiciones de elementos de control para criticidad en operación a plena potencia.....	126
8.2.2. Reactividad en exceso en estado de plena potencia	127
8.2.3. Reactividad introducida por el SAC en estado de operación a plena potencia.....	129
8.2.4. Reactividad introducida por el SER en estado de operación a plena potencia.....	130
8.2.5. Factor de pico de potencia.....	131
8.2.6. DNBR	132
8.2.7. Quemado de traslado y quemado de extracción.	133
8.2.8. Reactividad en exceso en condición de parada fría.....	134
8.2.9. Reactividad introducida por el SE en parada fría.....	135
8.2.10. Reactividad introducida por el SE ante falla única.	136
8.2.11. Margen de error del SE en falla única para el estado de parada fría	137
8.3. Conclusiones finales.....	139

Capítulo 9

Conclusión	141
Apéndice A: Evaluación de proyecto	145
Apéndice B: Análisis de sensibilidad	145
B.1. Discretización geométrica de la macrocelda tipo X7.....	145
B.1.1. Discretización del moderador.....	145
B.1.2. Mallado de la barra central de absorbente.....	146
B.1.3. Mallado de las barras combustibles	147
B.2. Discretización geométrica del núcleo.....	147
B.3. Resultados del modelado considerando la zona seca del núcleo.....	148
Referencias	149
Agradecimientos	153