

# Índice

|  |           |
|--|-----------|
| Abreviaturas.....  | I         |
| Definiciones .....   | V         |
| Índice.....  | VII       |
| Resumen .....  | IX        |
| Abstract .....   | XI        |
| <b>1. Proyecto CAREM.....</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1. Marco Histórico .....   | 1         |
| 1.2. Características .....   | 1         |
| 1.3. Sistema Primario.....   | 1         |
| 1.4. Núcleo de Equilibrio .....  | 3         |
| 1.5. Primer Núcleo .....   | 4         |
| 1.6. Elementos Combustibles .....  | 5         |
| 1.7. Criterios de Diseño.....  | 6         |
| <b>2. Motivación y Objetivos.....</b>                                    | <b>7</b>  |
| 2.1. Motivación.....   | 7         |
| 2.2. Objetivos.....  | 7         |
| <b>3. Metodología de Cálculo .....</b>                                   | <b>9</b>  |
| 3.1. Cálculo de Celda.....   | 9         |
| 3.1.1. Código HUÉMUL.....  | 9         |
| 3.2. Cálculo de Núcleo .....   | 9         |
| 3.2.1. Código PUMA .....   | 10        |
| 3.2.2. Código SUBCHANFLOW .....  | 10        |
| 3.2.3. Acople Neutrónico-Termohidráulico Estático .....                  | 11        |
| 3.3. Línea de Cálculo de la Maestría.....                                | 11        |
| 3.3.1. Línea de Cálculo Oficial.....                                     | 12        |
| <b>4. Cálculo de Celda.....</b>  | <b>13</b> |
| 4.1. Elementos Combustibles .....  | 13        |
| 4.1.1. Secciones eficaces con boro .....                                 | 16        |
| 4.2. Reflector de Acero .....  | 17        |
| 4.3. Reflectores de Agua .....   | 17        |
| 4.4. Secciones eficaces en frío .....                                    | 18        |
| 4.5. Comparación con Línea Oficial – Celda .....                         | 18        |
| 4.6. Secciones eficaces incrementales .....                              | 25        |
| 4.6.1. Secciones eficaces incrementales para las BBCC .....              | 26        |
| 4.6.2. Secciones eficaces incrementales para el boro.....                | 27        |
| 4.7. Conclusiones del Capítulo.....                                      | 27        |
| <b>5. Parámetros Cinéticos de Celda.....</b>                             | <b>29</b> |
| 5.1. Introducción.....   | 29        |
| 5.2. Fórmulas para el cálculo de los parámetros cinéticos de celda ..... | 29        |
| 5.3. Análisis de diversas formas de cálculo.....                         | 31        |

|  |            |
|--|------------|
| 5.3.1. $B_{eff}$ de celda.....   | 31         |
| 5.3.2. Variación del $B_{eff}$ con el flujo adjunto.....                   | 34         |
| 5.4. HUEMULKI .....  | 36         |
| 5.5. Resultados .....  | 37         |
| 5.6. Conclusiones del Capítulo.....  | 39         |
| <b>6. Cálculos Estáticos de Núcleo .....</b>                               | <b>41</b>  |
| 6.1. Modelo de Núcleo en PUMA .....  | 41         |
| 6.2. Modelo de Núcleo en SUBCHANFLOW.....                                  | 42         |
| 6.3. Comparación con Línea Oficial – Núcleo .....                          | 43         |
| 6.3.1. Resultados en condiciones de operación normal.....                  | 43         |
| 6.3.2. Resultados en condiciones de parada fría .....                      | 57         |
| 6.3.3. Efecto de los códigos de cálculo.....                               | 58         |
| 6.4. Verificación de secciones eficaces incrementales de las BBCC .....    | 60         |
| 6.4.1. Procedimiento de cálculo .....                                      | 61         |
| 6.4.2. Análisis con modelo sin acoplar .....                               | 61         |
| 6.4.3. Análisis con modelo acoplado .....                                  | 62         |
| 6.5. Conclusiones del Capítulo.....  | 62         |
| <b>7. Cálculos Cinéticos de Núcleo.....</b>                                | <b>63</b>  |
| 7.1. Cálculos cinéticos sin acople termohidráulico .....                   | 63         |
| 7.1.1. Comparación de cinética espacial de PUMA con cinética puntual ..... | 63         |
| 7.1.2. Análisis para cinética sin acople .....                             | 65         |
| 7.1.3. Comparación con CITVAP sin acople.....                              | 69         |
| 7.2. Cálculos cinéticos con acople termohidráulico .....                   | 70         |
| 7.2.1. Metodología de acople cinético .....                                | 70         |
| 7.2.2. Comparación con CITVAP-THERMIT.....                                 | 72         |
| 7.2.3. Estudios de implementación de transitorios con boro .....           | 76         |
| 7.2.4. Ejemplos de Transitorios .....                                      | 79         |
| 7.2.5. Análisis paramétrico .....  | 91         |
| 7.2.6. Transitorio de referencia.....                                      | 94         |
| 7.3. Conclusiones del Capítulo.....  | 101        |
| <b>8. Conclusiones de la Tesis de Maestría .....</b>                       | <b>103</b> |
| 8.1. Conclusiones .....  | 103        |
| 8.2. Trabajos futuros .....  | 104        |
| <b>Referencias .....</b>   | <b>105</b> |
| <b>Agradecimientos.....</b>  | <b>107</b> |