



Avances del Grupo de Trabajo 1 Neutrónica

Instituto Politécnico nacional
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares

Centro Nuclear Nabor Carrillo, Ocoyoacac, EDOMEX, 16 de agosto de 2016





Avances de AZTRAN

- Rebalance en malla gruesa para el problema directo
- Anisotropía en la dispersión
- Solución del problema adjunto
- Rebalance para el problema adjunto
- Implementación de la cinética con el método implícito
- Rebalance para el problema directo dependiente del tiempo
- Problemas de prueba: 0D, 1D, 2D y 3D
- Implementación de la cinética con el método semi-implícito



Avances de AZKIND

- Implementación de Paralution para usar CPUs y GPUs
- Estudio comparativo
- Esfuerzos para implementar lectura y cálculo de XS en formato NEMTAB
- Uso eficiente de la memoria para almacenar matrices de gran tamaño



Avances de Gemma

- Modelar sistemas arbitrarios
- Resolver el flujo neutrónico
- Desarrollo del módulo analizador de sintaxis del input
- Desarrollo del módulo generador de características
- Desarrollo del módulo plotter
- Desarrollo del módulo segmentador



Avances pre y pos-procesamiento

Avances AZNHEX

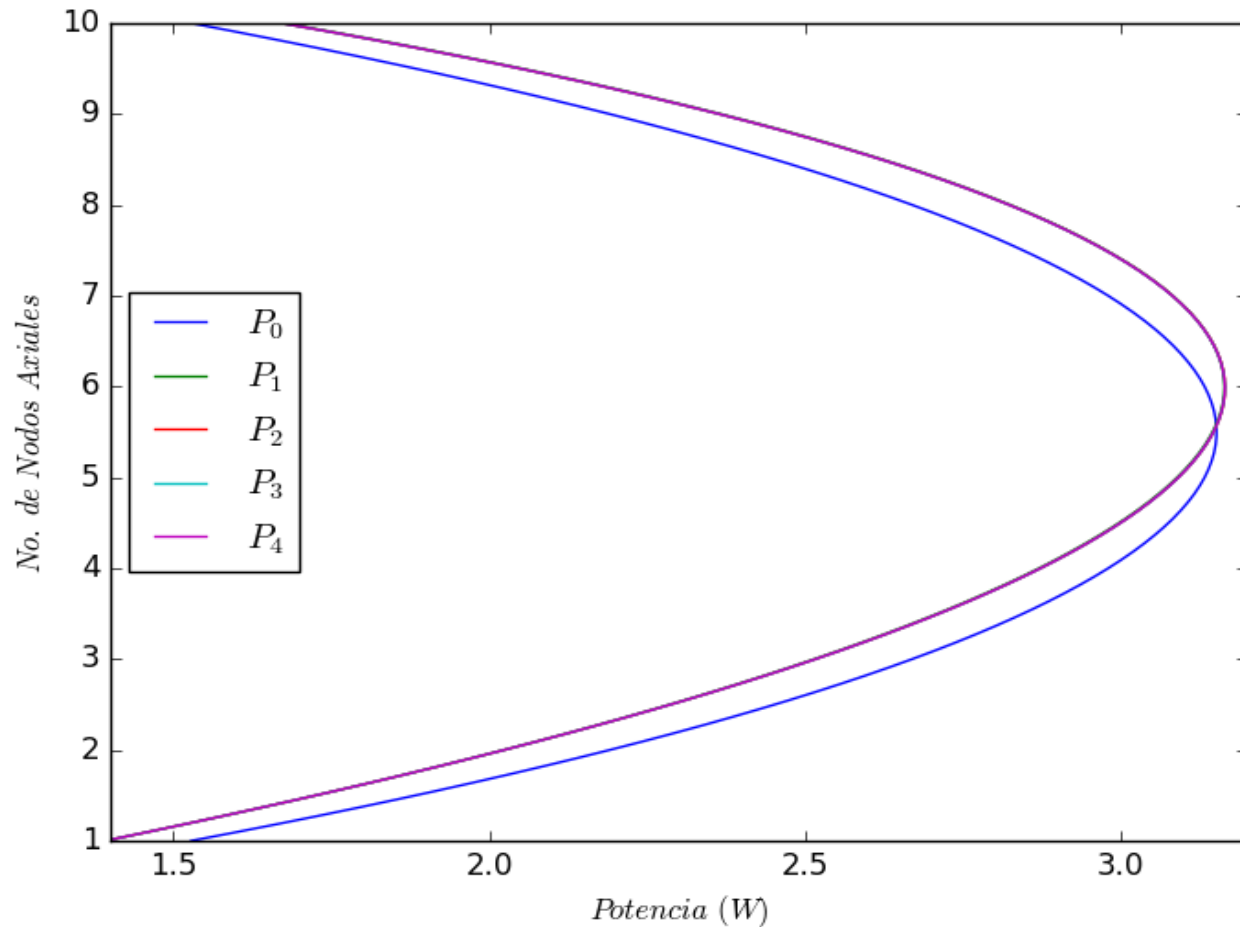


Figura 1. Efecto de la anisotropía en la potencia axial, comparativa con aproximación P_0 (Isotrópica), respecto a la anisotropía con aproximaciones $P_1 P_2 P_3 P_4$.



Tabla II. Resultados para la potencia radial y la k_{eff}

Aprox.	Potencia		Localización (i , j)		k_{eff}
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	
P_0	1.541	0.416	(5,5)	(1,1)	1.45440117E-01
P_1	1.560	0.37	(6,6)	(1,1)	1.44042458E-01
P_2	1.559	0.377	(6,6)	(1,1)	1.44106762E-01
P_3	1.559	0.377	(6,6)	(1,1)	1.44107258E-01
P_4	1.559	0.377	(6,6)	(1,1)	1.44107272E-01

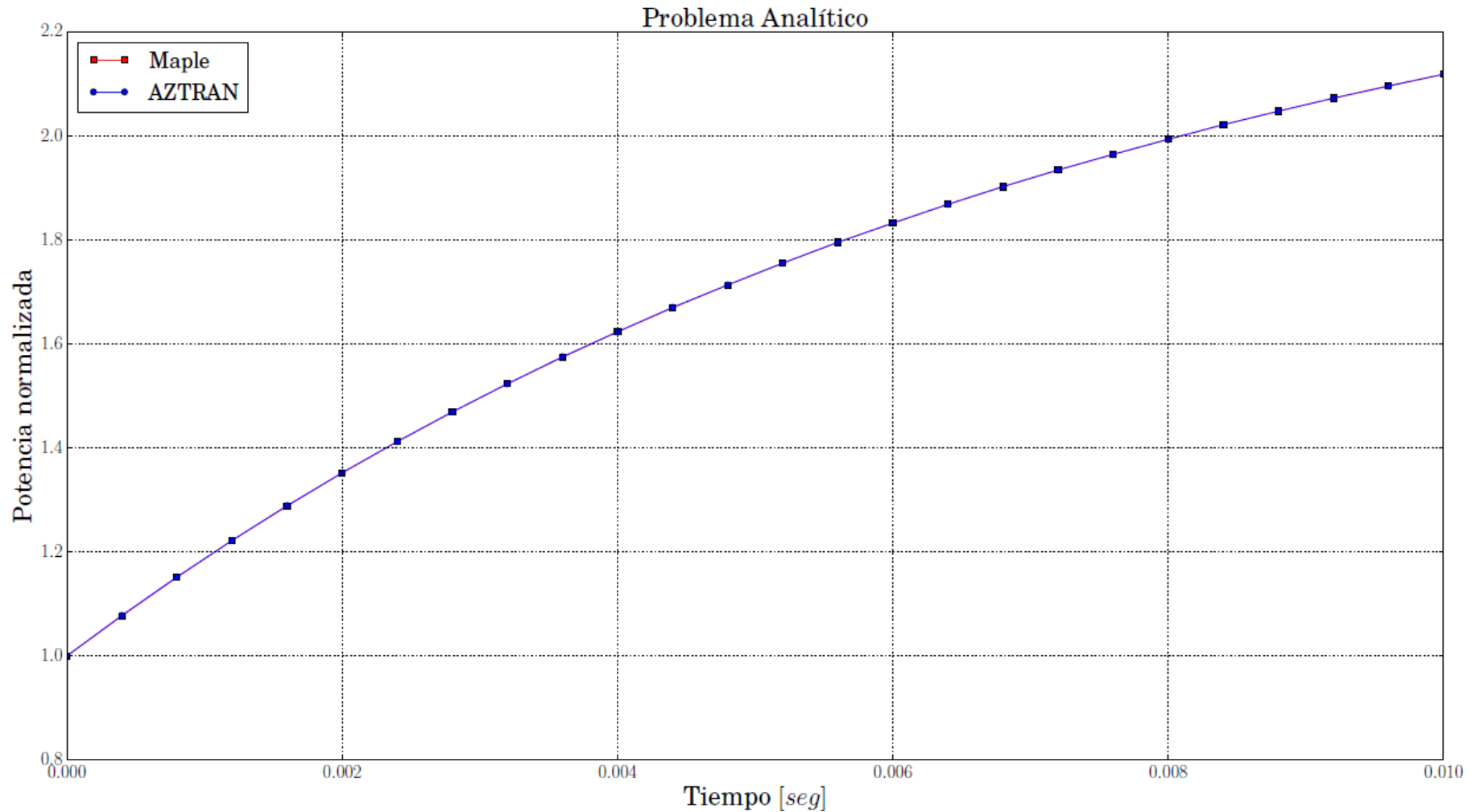


Problema 0 dimensional

Reactor homogéneo con características conocidas y condiciones de frontera de no fuga, se considera un transitorio en el que las secciones eficaces aumentan 1%, se emplearon los siguientes parámetros.

Parámetro	Σ_t (cm ⁻¹)	Σ_s (cm ⁻¹)	$\nu\Sigma_f$ (cm ⁻¹)	ν (cm/s)	β	λ (s ⁻¹)
Valor	0.1	0.05	0.05	1×10^6	0.0066	0.11

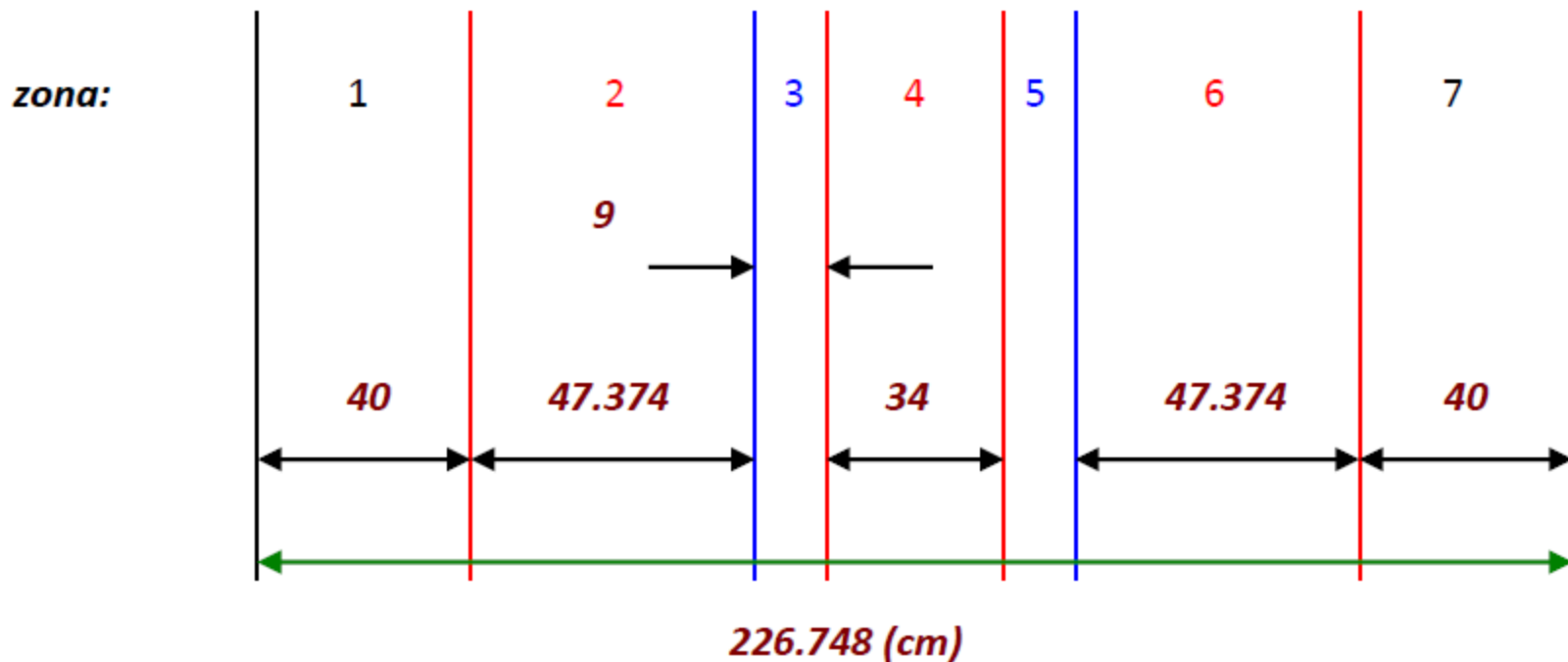
Resultados-AZTRAN





Problema 1 dimensional

Reactor de cría rápido, 2 grupos de energía, 6
precursores y 7 materiales.



Resultados-AZTRAN



zona	Grupo g	Σ_t^g	$\Sigma_s^{g \rightarrow g}$	$\Sigma_s^{g \rightarrow g'}$	$\nu \Sigma_f^g$
1, 7	1	2.411×10^{-1}	2.33644×10^{-1}	3.598×10^{-3}	8.3441×10^{-4}
	2	4.172×10^{-1}	4.07004×10^{-1}	0.0	3.2776×10^{-4}
2, 4, 6	1	1.849×10^{-1}	1.77711×10^{-1}	2.085×10^{-3}	7.4518×10^{-3}
	2	3.668×10^{-1}	3.53721×10^{-1}	0.0	1.1061×10^{-2}
3, 5	1	9.432×10^{-2}	8.5710×10^{-2}	1.7168×10^{-3}	0.0
	2	1.876×10^{-1}	1.7131×10^{-1}	0.0	0.0

i	β_i	$\lambda_i (seg^{-1})$
1	0.81×10^{-4}	0.0129
2	6.87×10^{-4}	0.0311
3	6.12×10^{-4}	0.134
4	11.3×10^{-4}	0.331
5	5.12×10^{-4}	1.260
6	1.70×10^{-4}	3.210

16-A1

La densidad del material en la zona 2 se incrementa 5% y en la zona 6 se decrementa un 5%

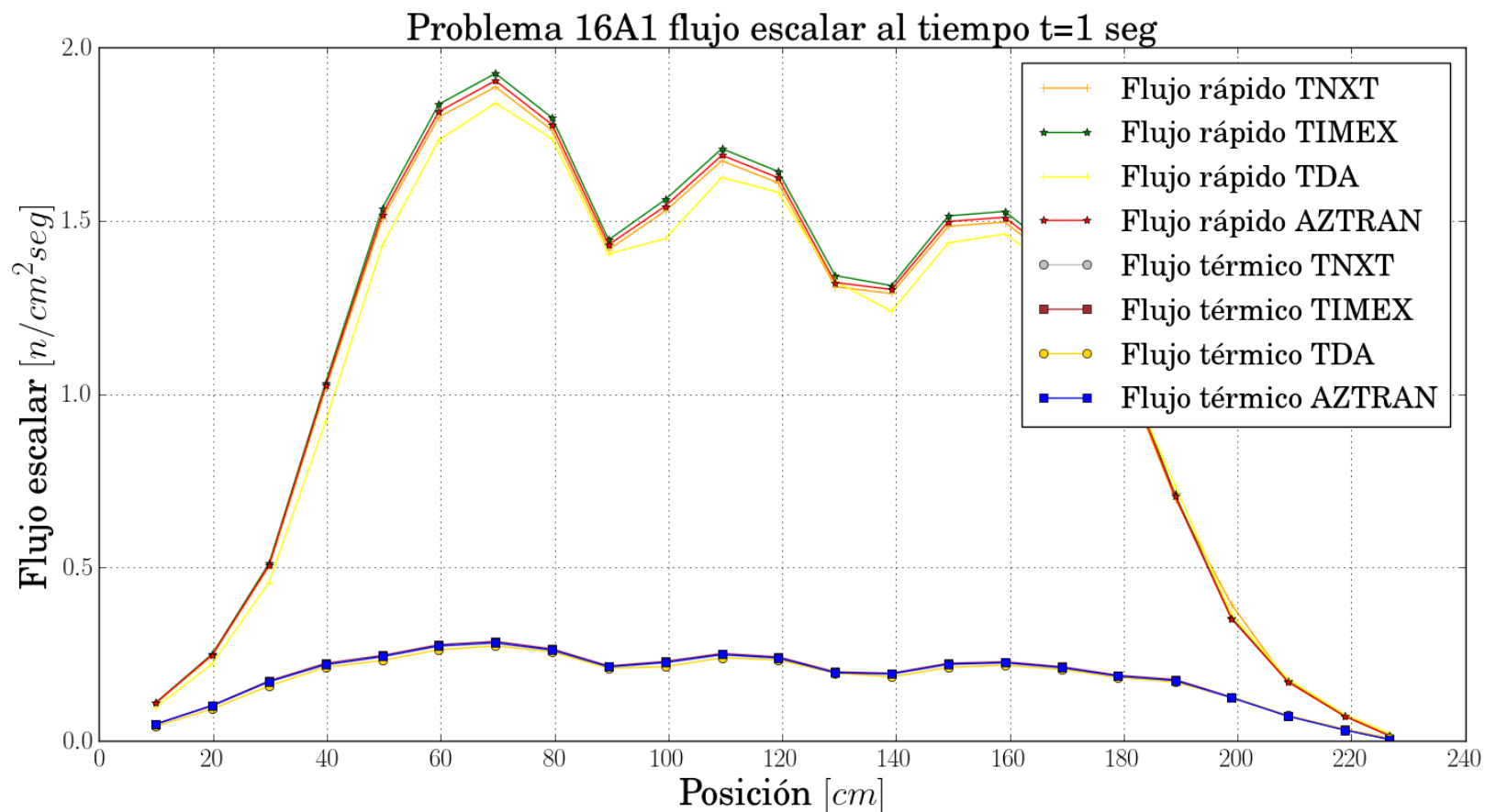
16-A2

La densidad del material en la zona 2 se incrementa 10% y en la zona 6 se decrementa un 10%

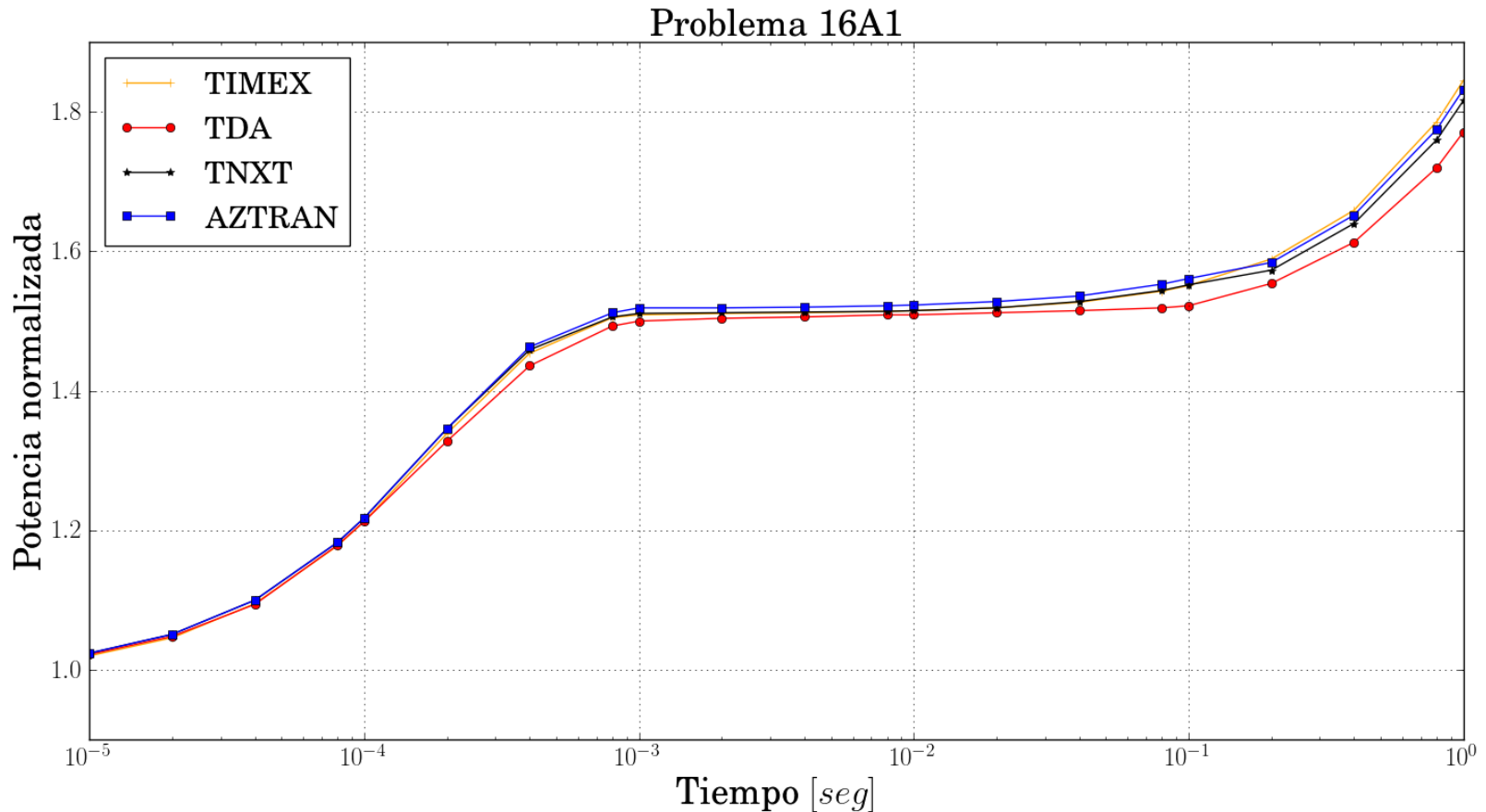
16-A3

El material de la zona 5 es cambiado por material a 100% de sodio, equivale a una extracción de barra, entonces al tiempo $t=0.0001s$ el material de la zona 3 es cambiado por 100% material de control, esto equivale a una inserción de barra.

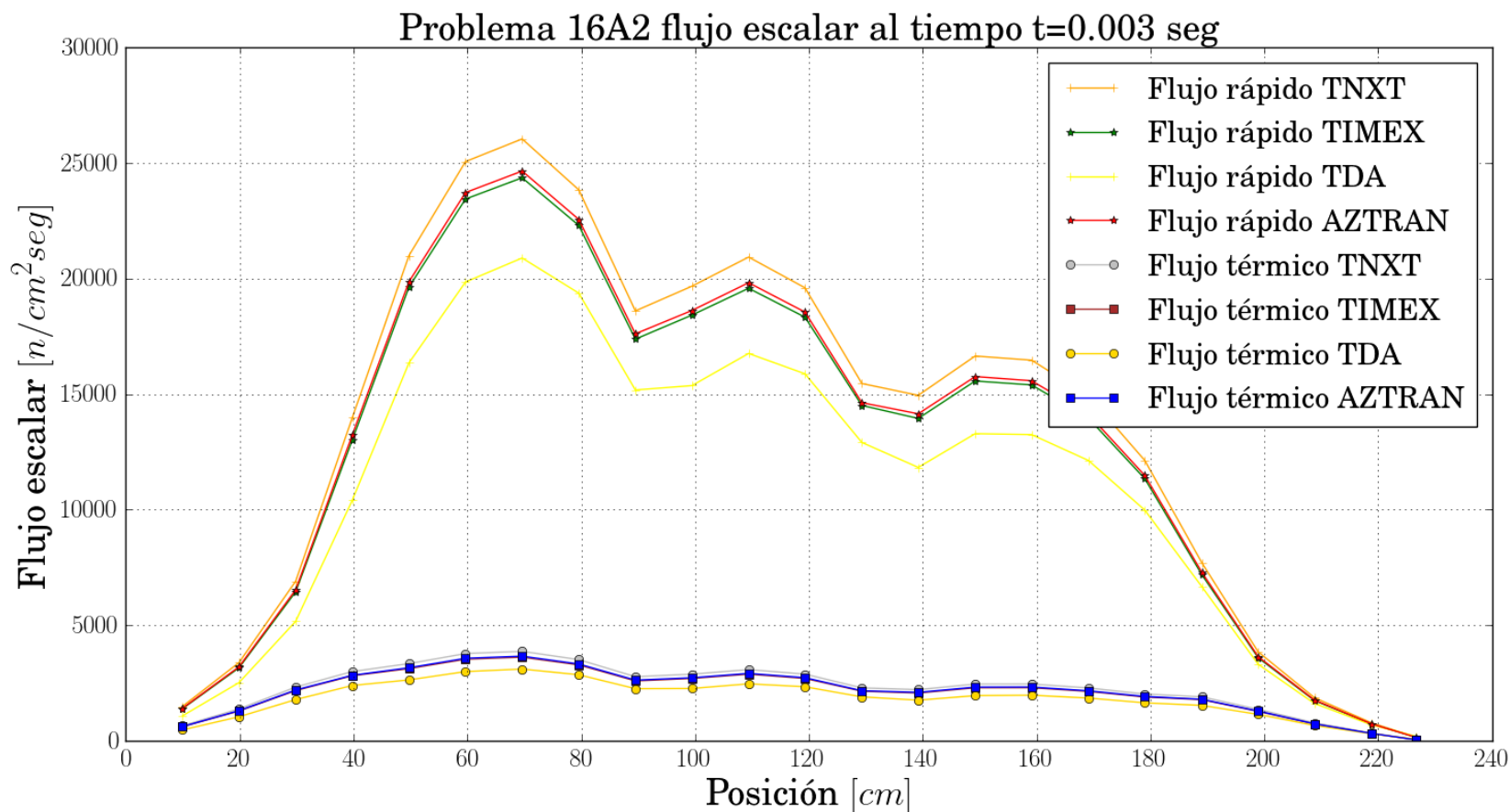
Resultados-AZTRAN



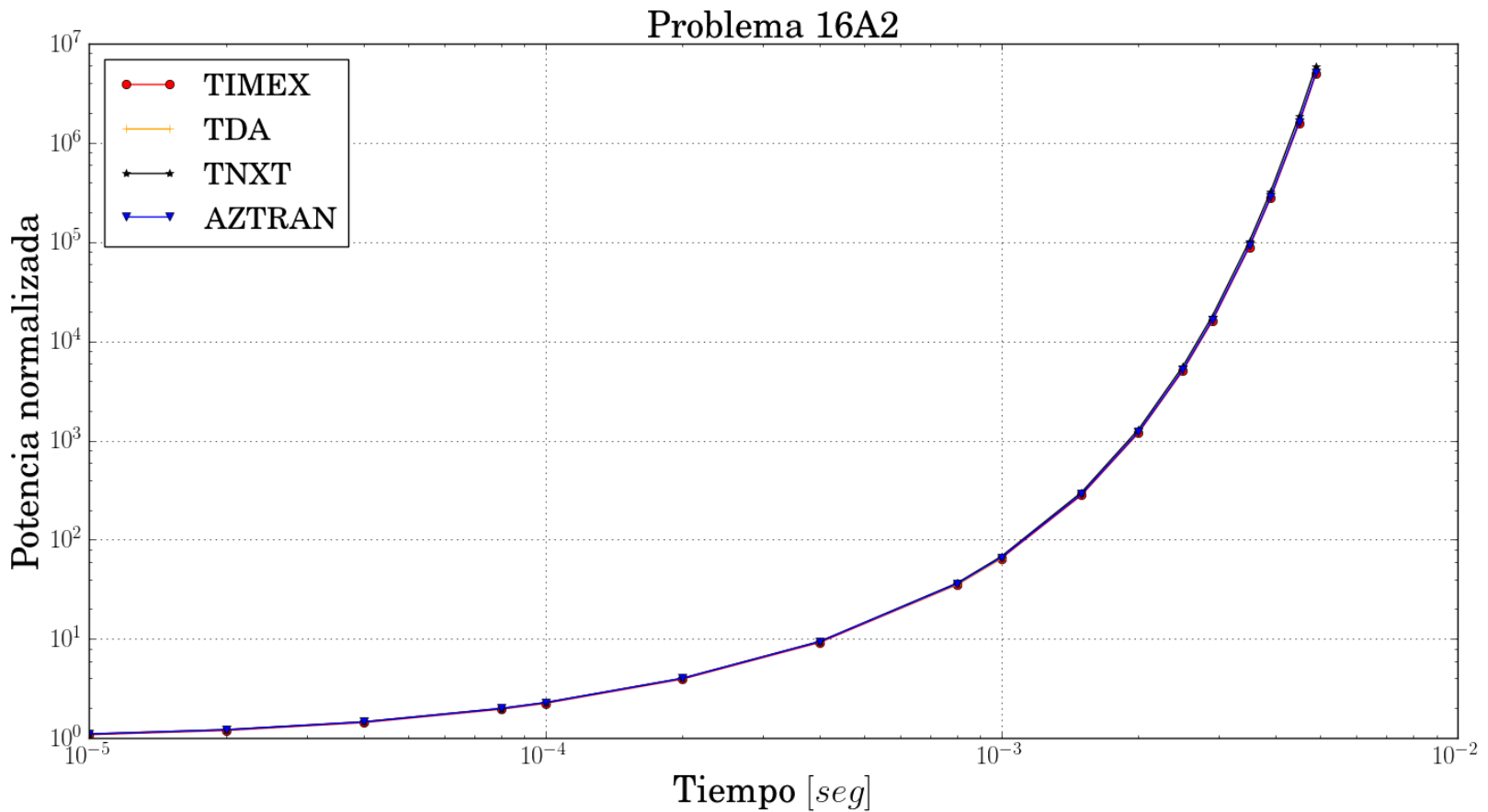
Resultados-AZTRAN



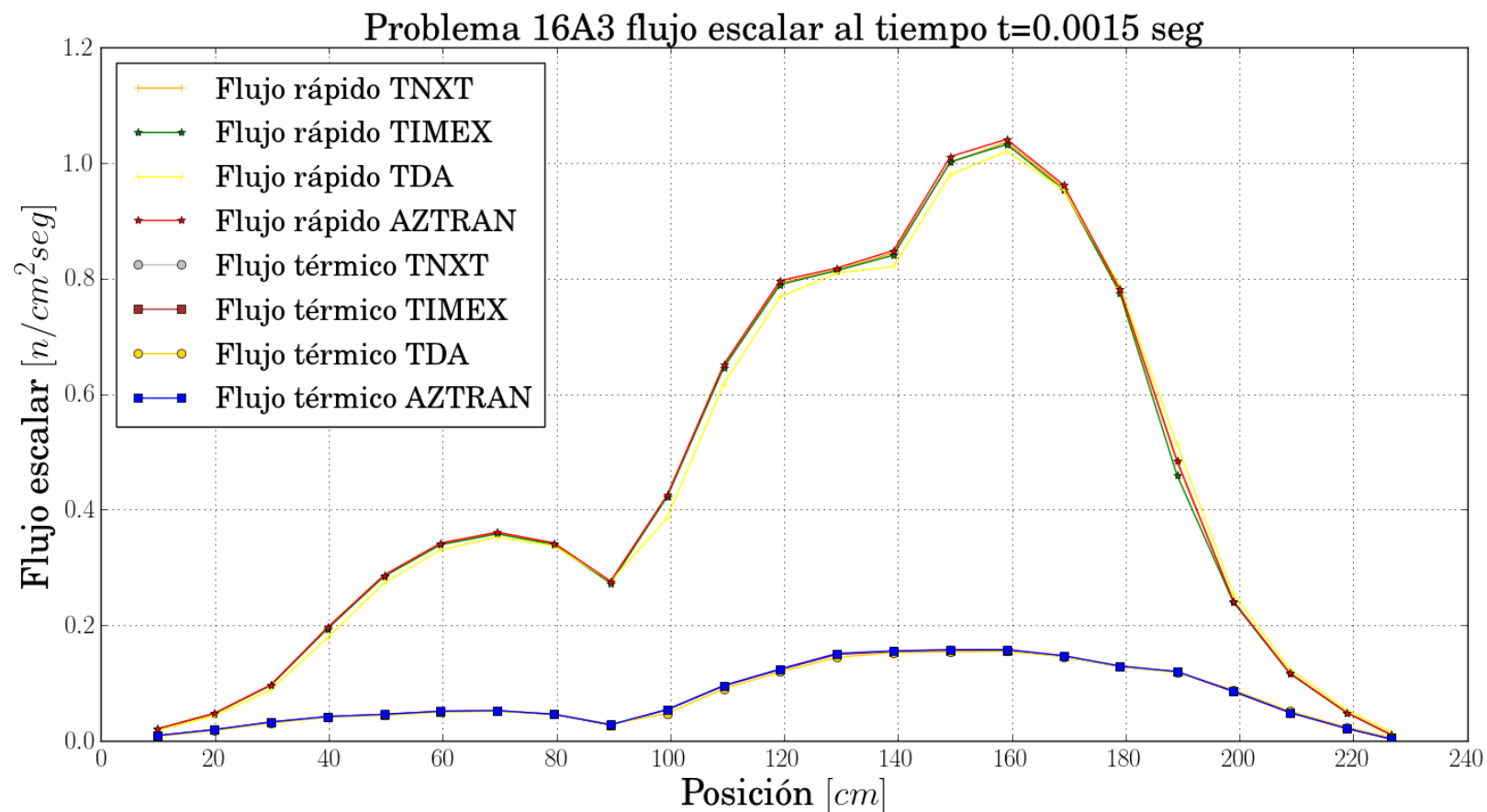
Resultados-AZTRAN



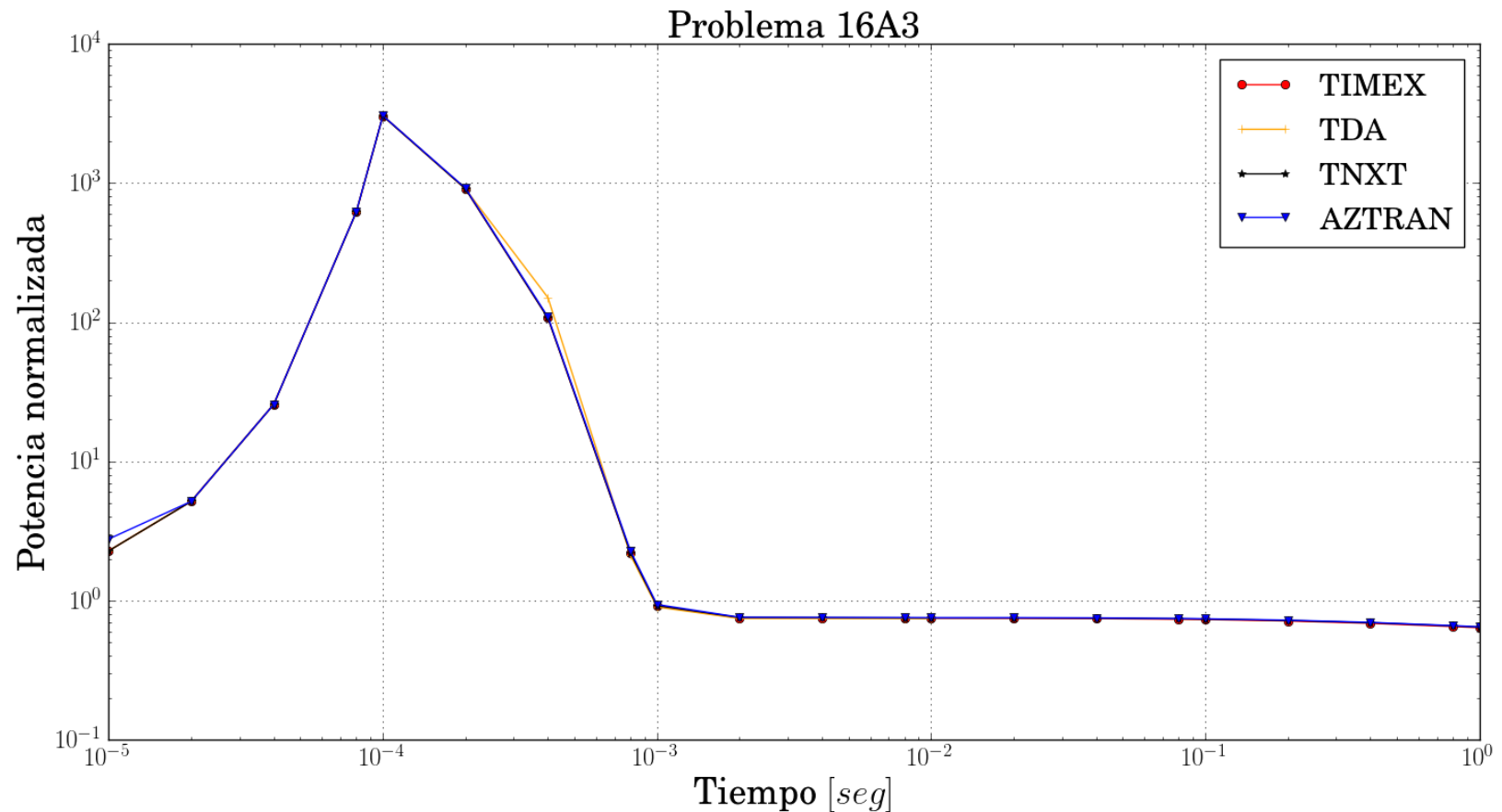
Resultados-AZTRAN



Resultados-AZTRAN



Resultados-AZTRAN

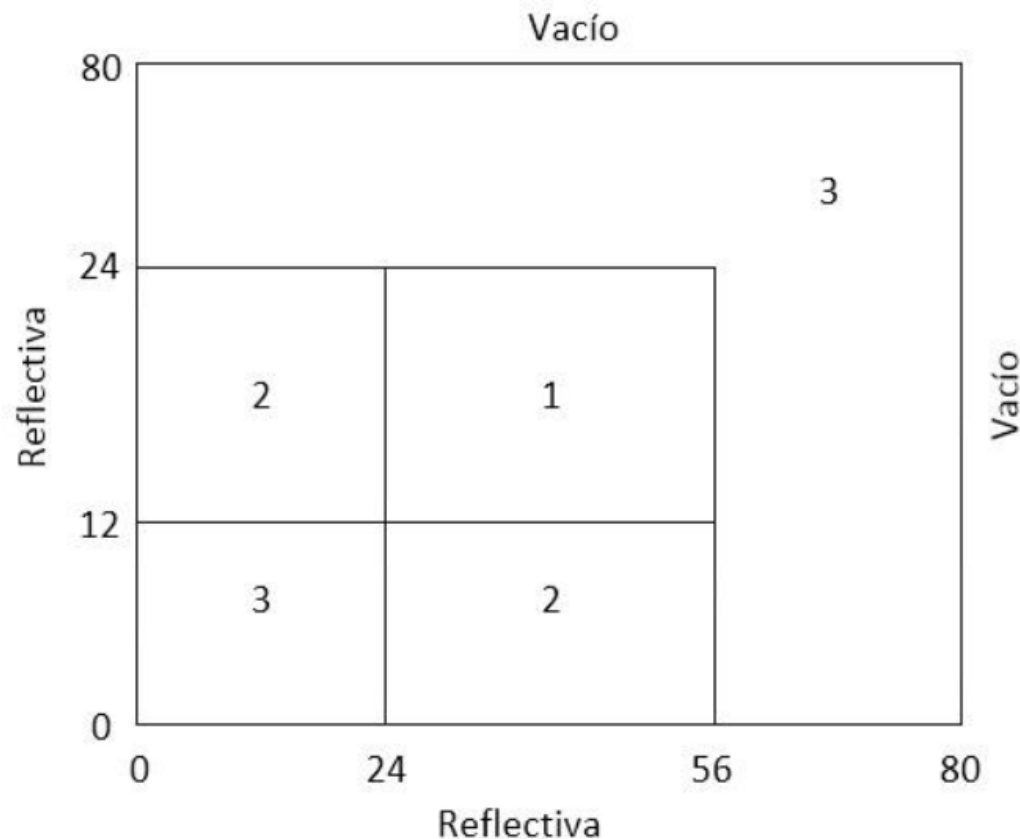


Resultados-AZTRAN



Problema 2 dimensional

TWIGL problema Benchmark transitorio en 2 dimensiones basado en la teoría de difusión, reactor térmico, 2 grupos de energía, 1 precursor y 3 materiales



Nota: Todas las dimensiones están en cm

Resultados-AZTRAN



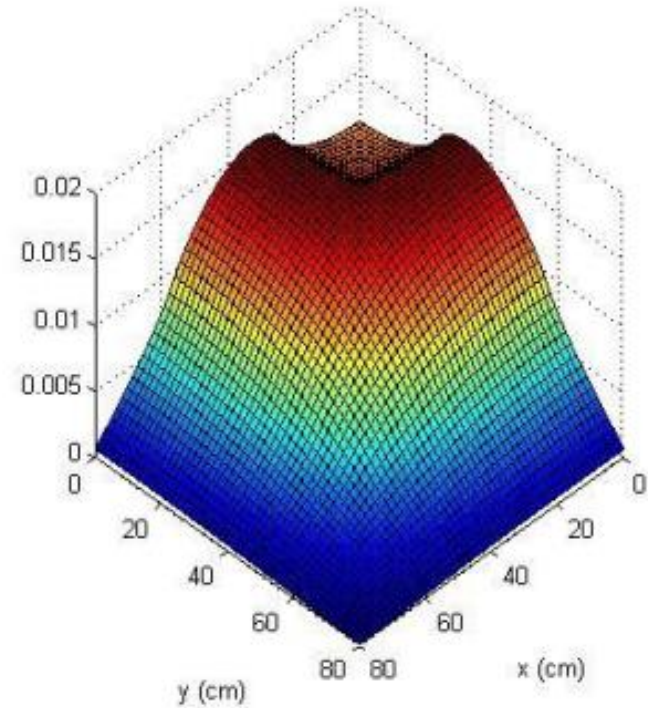
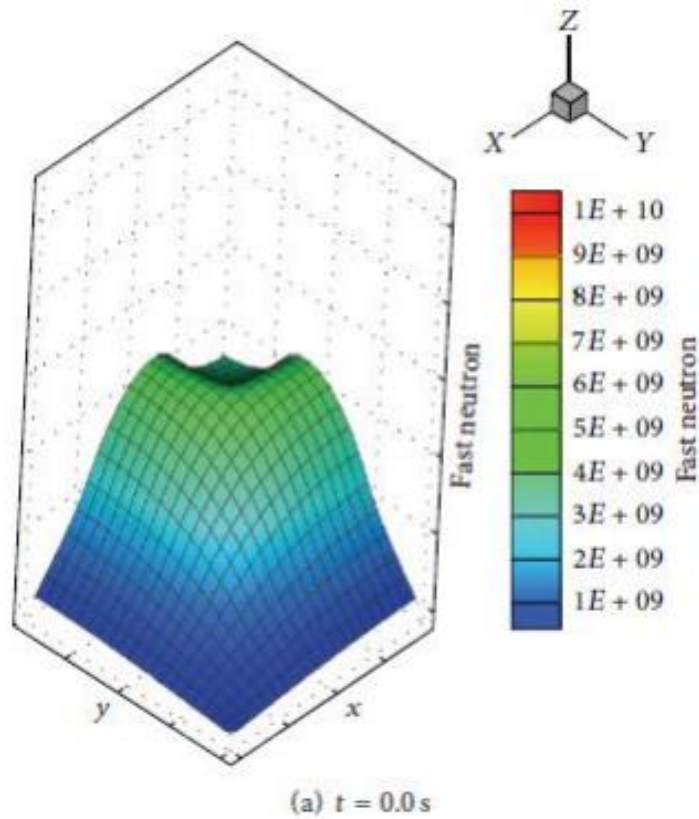
zona	Grupo g	Σ_t^g	$\Sigma_s^{g \rightarrow g}$	$\Sigma_s^{g \rightarrow g'}$	$\nu \Sigma_f^g$
1	1	0.2481	0.2281	0.01	0.007
	2	0.9833	0.8333	0.0	0.2
2	1	0.2481	0.2281	0.01	0.007
	2	0.9833	0.8333	0.0	0.2
3,	1	0.2644	0.2464	0.1	0.003
	2	0.7167	0.6667	0.0	0.006

Parámetro	β_1	$\lambda_1 (s^{-1})$	$v_1 (cm/s)$	$v_2 (cm/s)$
Valor	0.0075	0.08	1×10^7	2×10^5

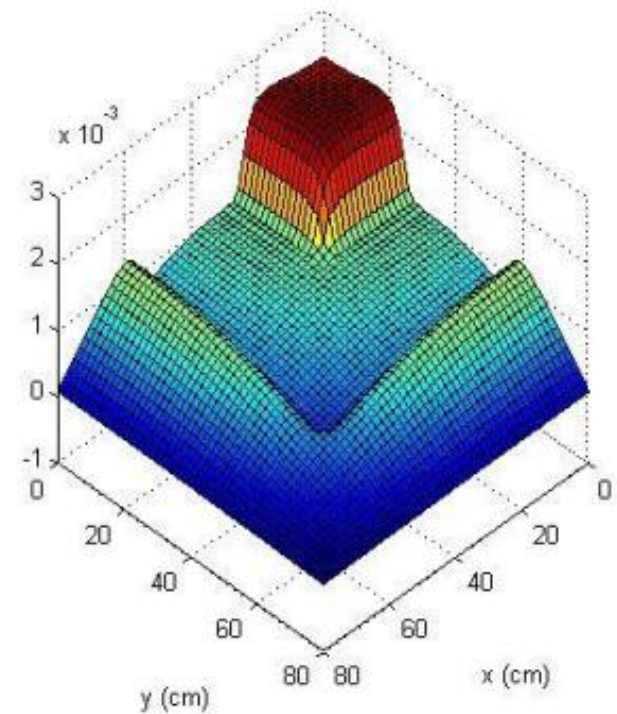
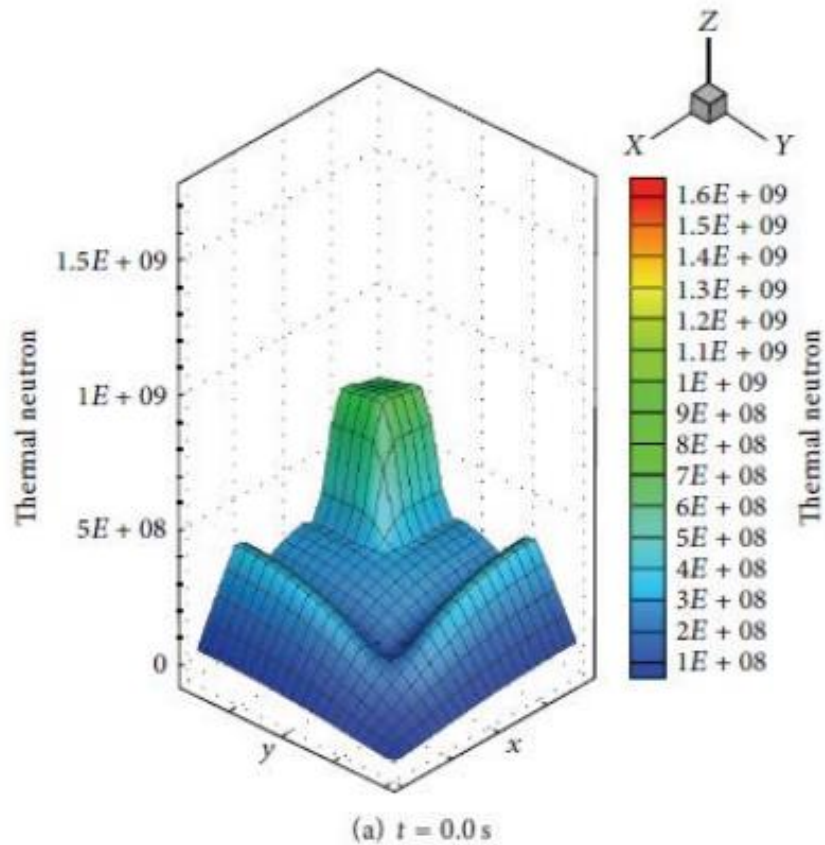
Dos tipos de perturbación son modelados, perturbación tipo escalón y rampa comparados con 2 referencias.

Referencia. L. A. Hageman and J. B. Yasinsky, "Comparison of alternating direction time-differencing methods with other implicit methods for the solution of the neutron group-diffusion equations," *Nuclear Science and Engineering*, vol. 38, no. 1, pp. 8–32, 1969

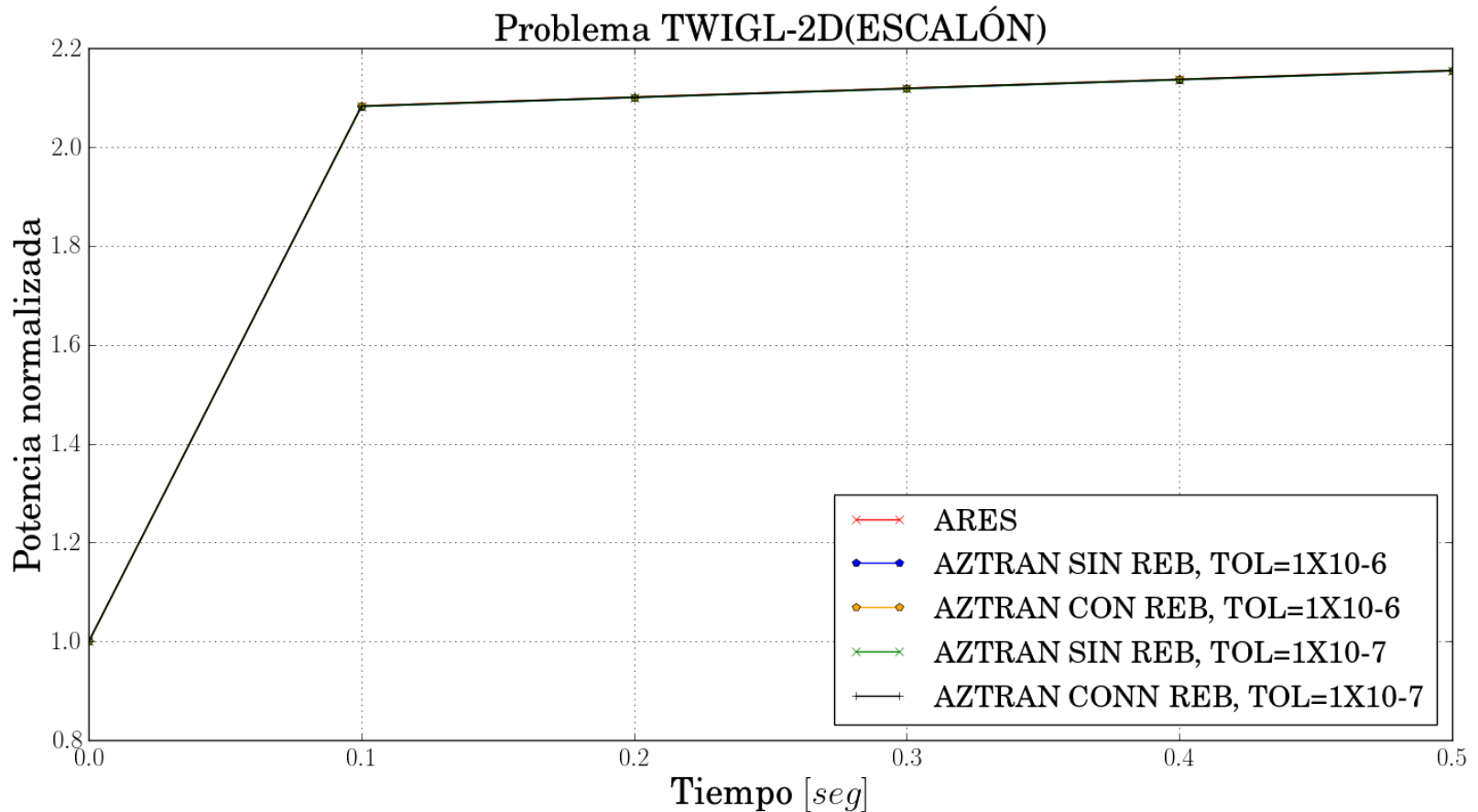
Resultados-AZTRAN



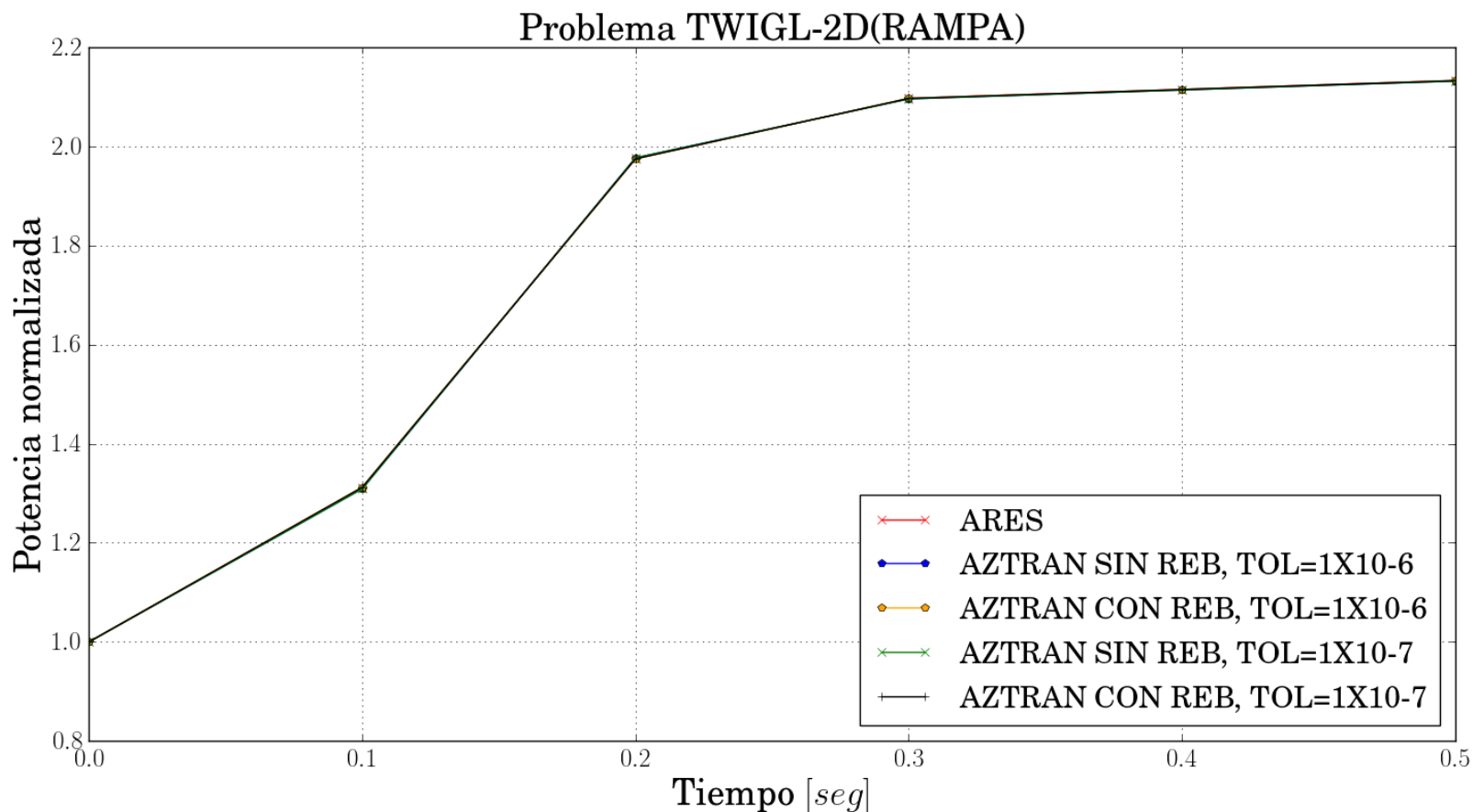
Resultados-AZTRAN



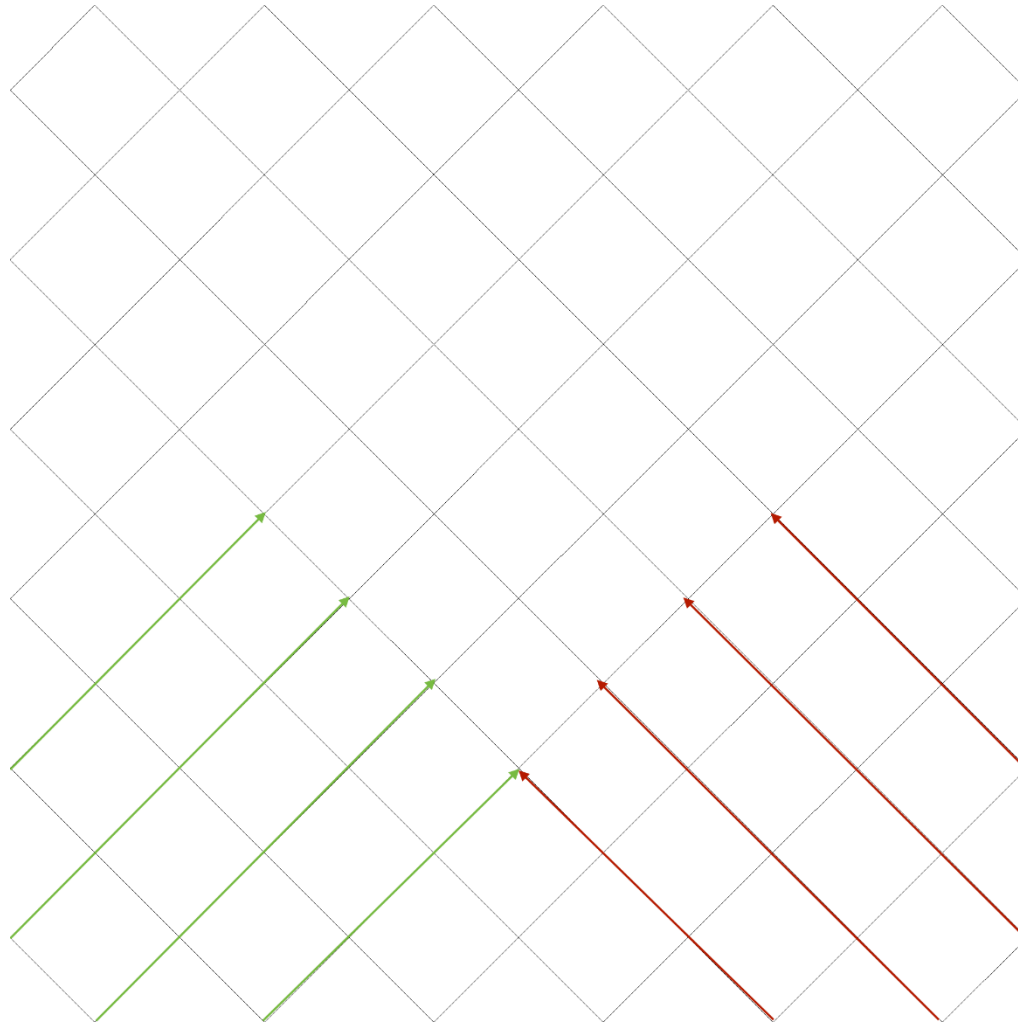
Resultados-AZTRAN



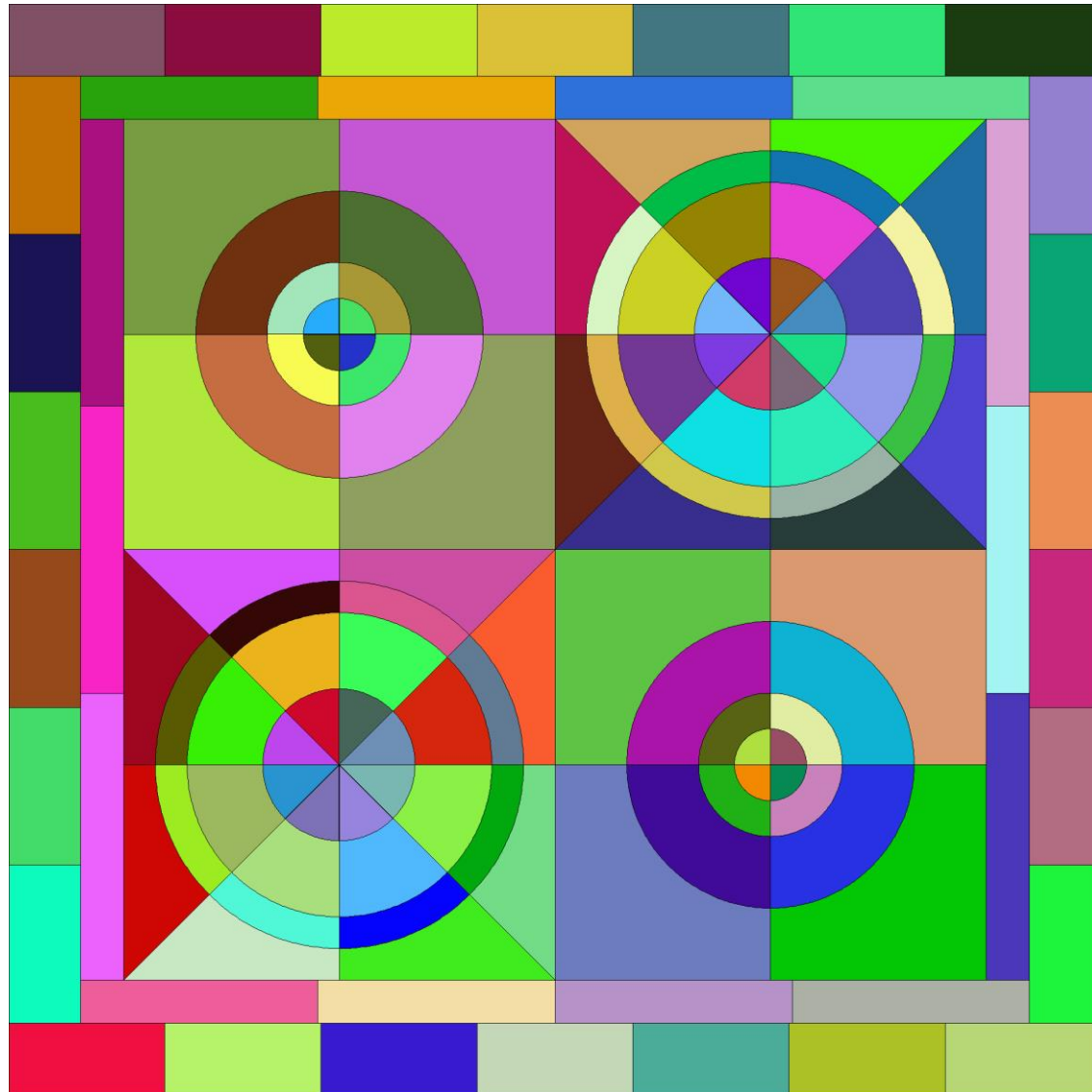
Resultados-AZTRAN



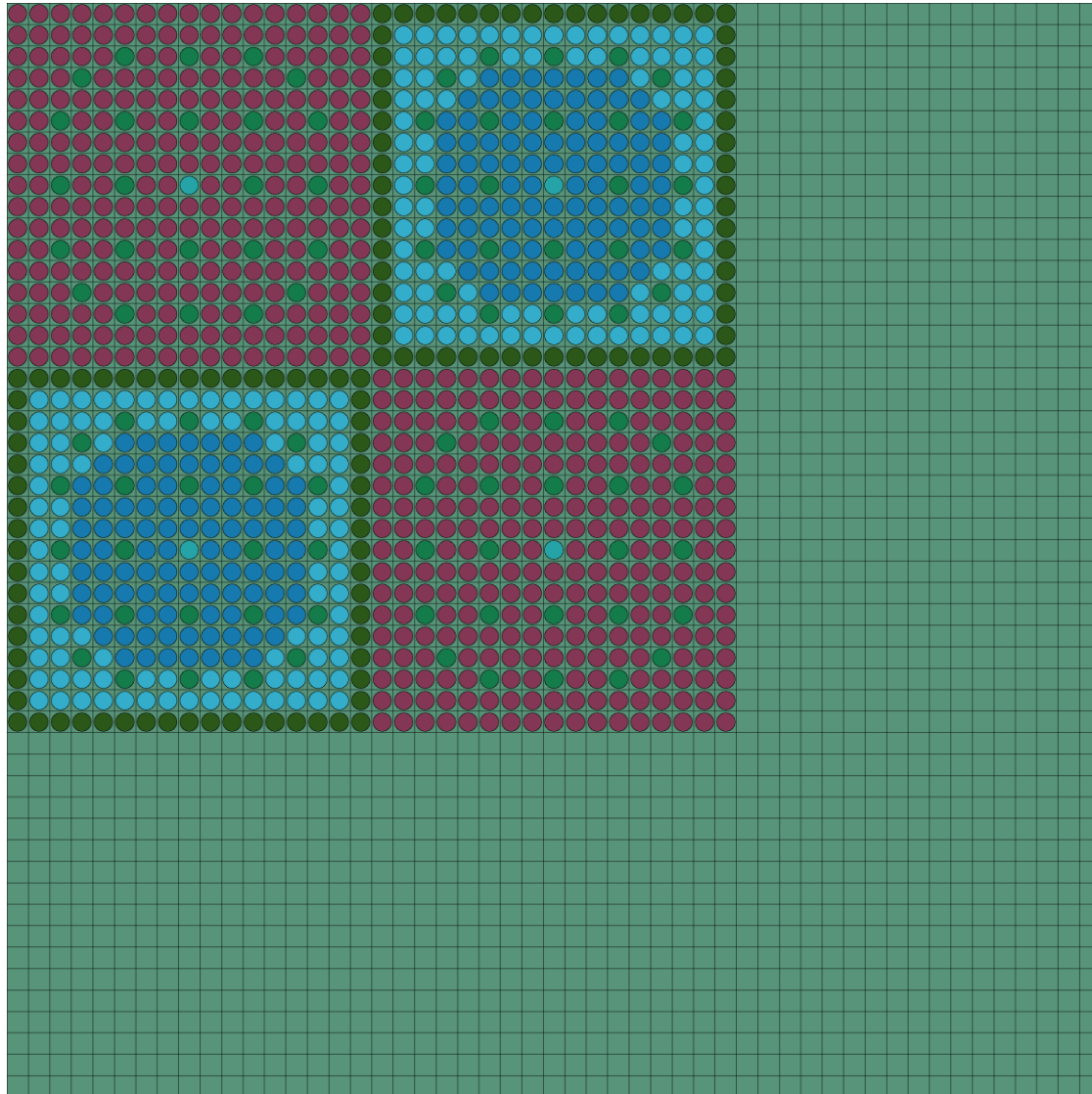
Resultados-GEMMA



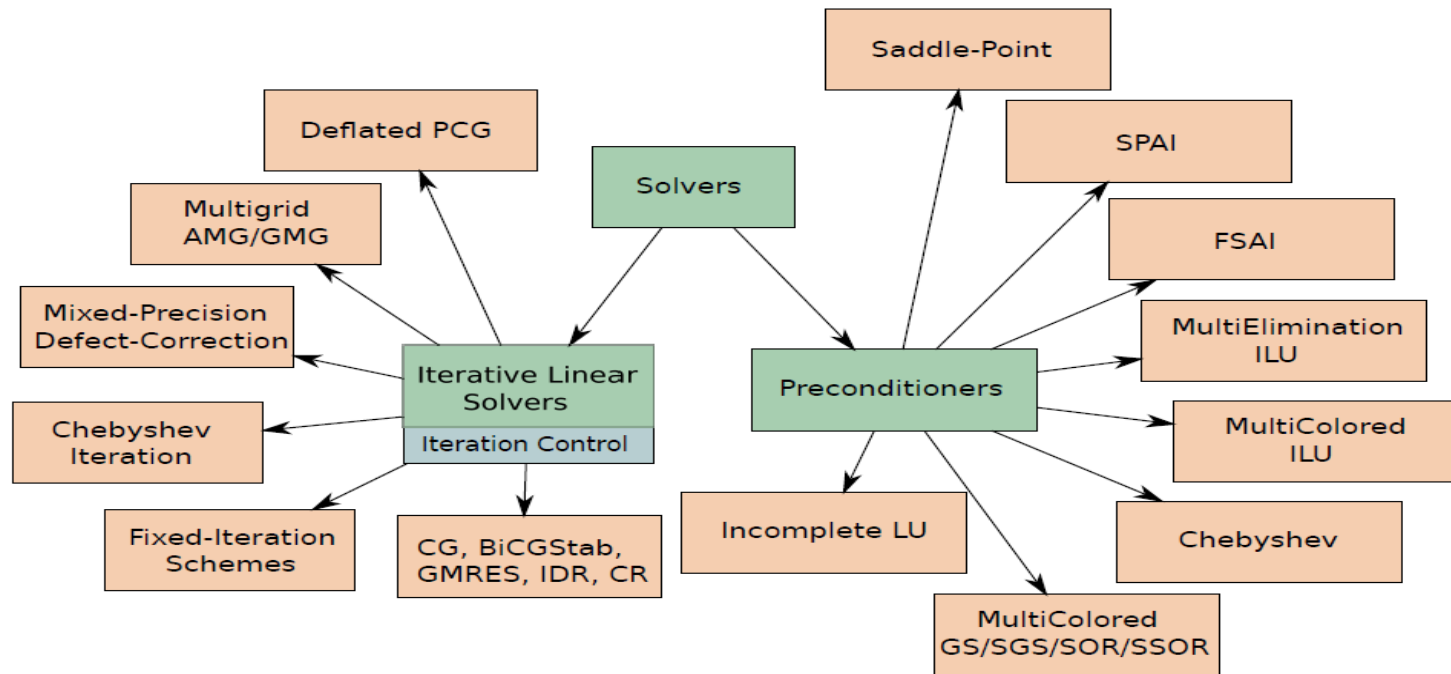
Resultados-GEMMA



Resultados-GEMMA



Resultados-AZKIND

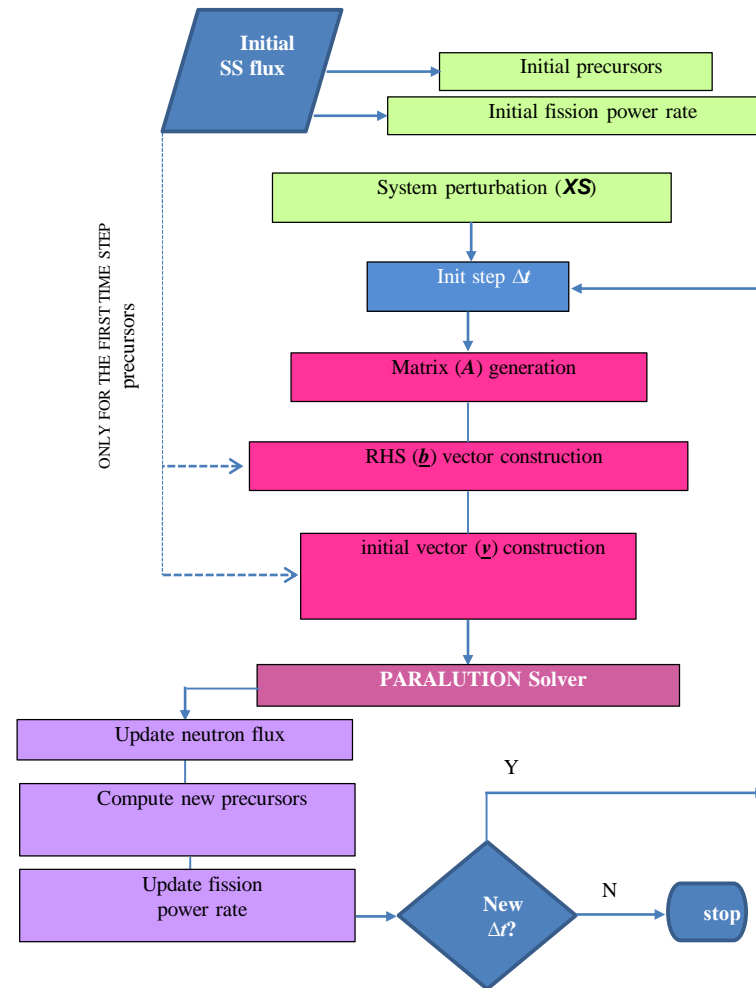


Resultados-AZKIND



PROGRAM AZKIND

```
...  
MODULE INTERFACE  
Fortran Plug-in Paralution Solver  
...  
      INPUT DATA  
Geometry  
Nuclear parameters  
Kinetics data  
...  
ARRAYS ALLOCATION  
RTN-0 Matrices  
System matrix  
Solution vector  
RHS vector  
...  
OPTION CALCULATION  
SS only  
Dynamic only  
SS+Dynamic  
...  
ITERATION ON TIME STEPS  
Call Paralution Solver  
Calculation results  
...  
END AZKIND
```



Resultados-AZKIND



Nodes	A	B	C	Lattice size (in)
1	1	1	1	6
1	1	5	2	6
2	1	6	3	12
6	1	7	4	36
12	1	6	3	72
2	1	5	2	12
1	1	1	1	6

Assembly cross section

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
0									



Table 2: Comparison of k_{∞} .

Assembly	SERPENT	AZKIND	Error (pcm)
A	0.83541	0.83899	430
B	1.11991	1.11546	390
C	1.09758	1.09392	330

Table 3: Parallel processing time (seconds) in different architectures.

Assemblies	1×1	2×2	4×4	6×6	10×10
Matrix dimension	126,200	492,800	1,947,200	4,363,200	12,080,000
Non-zero elements	1,332,400	5,305,600	21,174,400	47,606,400	132,160,000



Table 4: Serial vs Parallel for the infinite array test showing a power transient.

Time	1×1 serial	1×1 parallel	10×10 serial	10×10 parallel
0.1	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
0.2	1.066839	1.066839	1.066839	1.066839
0.3	1.148600	1.148600	1.148600	1.148600
0.4	1.244889	1.244889	1.244889	1.244889
0.5	1.359462	1.359462	1.359462	1.359462
0.6	1.497863	1.497863	1.497863	1.497863
0.7	1.515753	1.515753	1.515753	1.515753
0.8	1.522855	1.522855	1.522855	1.522855
0.9	1.529011	1.529011	1.529011	1.529011
1.0	1.535103	1.535104	1.535104	1.535104

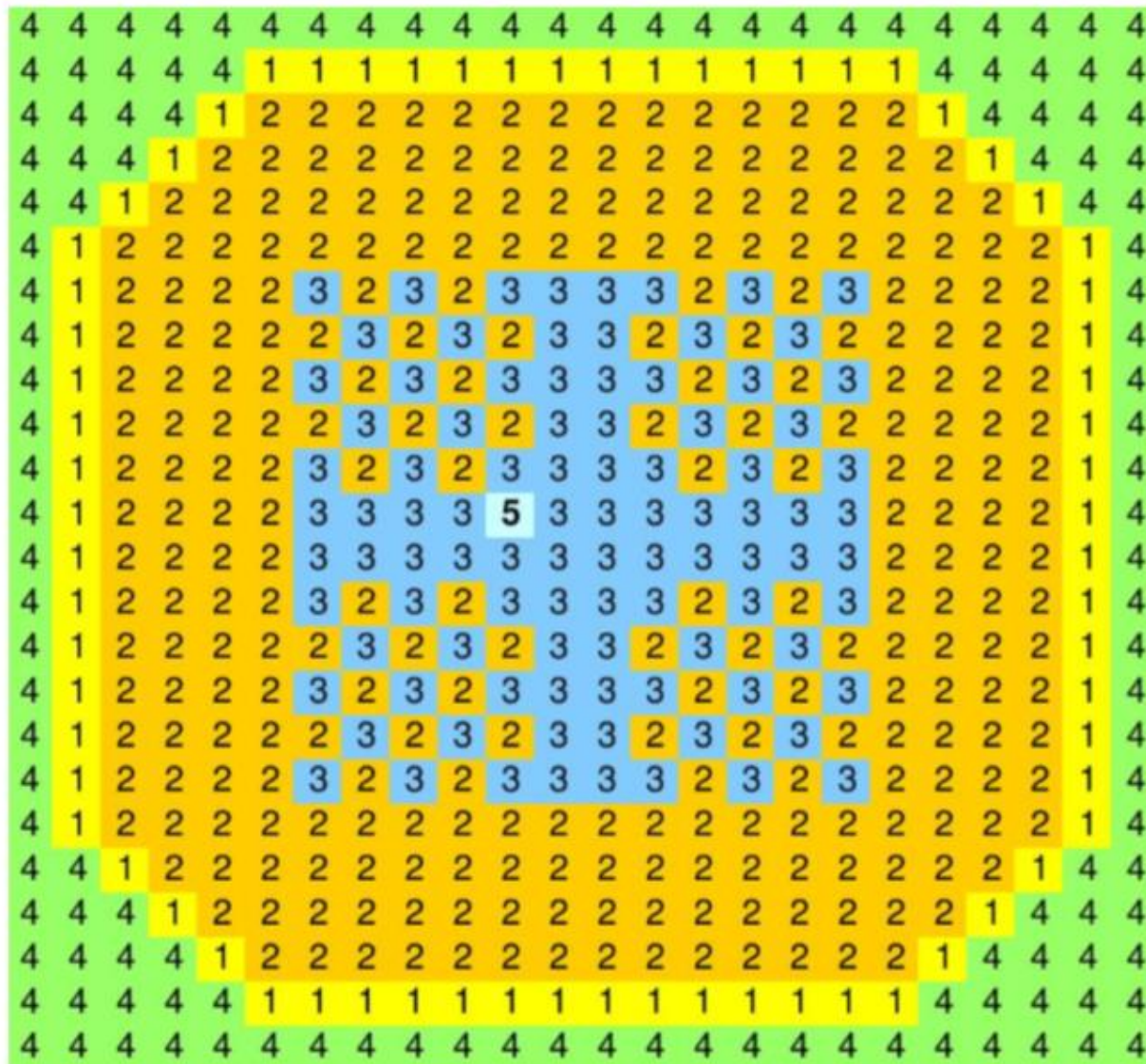


Table 5: Parallel processing time (seconds of processor) in different architectures.

Assemblies	1×1	2×2	4×4	6×6	10×10
Matrix dimension	126, 200	492, 800	1, 947, 200	4, 363, 200	12, 080, 000
Non-zero elements	1, 332, 400	5, 305, 600	21, 174, 400	47, 606, 400	132, 160, 000
Serial	24	124	372	994	2471
GTX 860M	2.1	7.9	31.3	<i>No memory</i>	<i>No memory</i>
Tesla K20c	1.3	4.0	16.6	40.1	<i>No memory</i>
GTX TITAN X	1.0	2.6	10.4	26.7	95.4

Table 6: Speedup comparison (S).

Assemblies	1×1	2×2	4×4	6×6	10×10
GTX 860M	11	16	12	—	—
Tesla K20c	18	31	22	24	—
GTX TITAN X	24	48	36	37	26



Resultados-pre y pos-procesamiento



```
Ensamble_g14
13,2,14,17,17,5,1,1,1,1,0,0,4,52.61,1
4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4
0.0
0.66294
0.91694
1.143
2.4384
3.7338
5.0292
6.3246
7.62
8.9154
10.2108
11.5062
12.8016
14.097
14.32306
14.57706
15.24
4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4
0.0
0.66294
0.91694
1.143
2.4384
3.7338
5.0292
6.3246
7.62
8.9154
10.2108
11.5062
12.8016
14.097
```

- Sólo se ven valores y se tiene que seguir un orden específico
- Se tiene que conocer a detalle el manual de usuario
- Dificultad para identificar los valores de entrada

Resultados-pre y pos-procesamiento



```
TITULO Ensamble_ge14
NNX 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
NNY 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
NNZ 4 4 4 4
POSX 0 0.66294 0.91694 1.143 2.4384 3.7338 5.0292 6.3246
POSY 0 0.66294 0.91694 1.143 2.4384 3.7338 5.0292 6.3246
POSZ 0 15.24 30.48 45.72 60.96
NUM_BAR 14
BC 1 1 1 1 0 1
SN 2
POT 52.61
REB 1
3 3 3
1 3 65
1 3 5
1 3 15
ANISO 0
NUM_MAT 13
G_ENER 2
NX 17
NY 17
NZ 5

MAP 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14
    14 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 14
    14 13 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 13 14
    14 13 1 2 3 4 5 6 6 5 5 3 2 1 13 14
    14 13 1 3 5 6 7 6 6 7 6 6 3 1 13 14

14 13 1 3 5 6 7 6 6 7 6 6 3 1 13 14
14 13 1 4 6 8 7 7 9 7 9 6 5 1 13 14
14 13 1 5 7 7 8 10 12 12 7 7 6 1 13 14
14 13 1 6 6 7 10 7 12 12 7 11 8 1 13 14
14 13 1 6 6 9 12 12 7 7 11 7 8 1 13 14
14 13 1 5 7 7 12 12 7 9 7 7 8 1 13 14
14 13 1 5 6 9 7 7 11 7 7 9 6 1 13 14
14 13 1 3 6 6 7 11 7 7 9 8 5 1 13 14
14 13 1 2 3 5 6 8 8 8 8 6 5 3 1 13 14
14 13 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 13 14
14 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 14
14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14

BAR9 1 10 10 1
BAR10 1 10 10 1
BAR11 1 10 10 1
BAR12 1 11 11 1
BAR13 1 12 12 1
BAR14 1 13 13 1
Asignacion axial de los materiales
BAR1 1 1 1 1
BAR2 1 3 3 1
BAR3 1 4 3 1
BAR4 1 4 5 1
BAR5 1 6 5 1
BAR6 1 8 7 1
BAR7 1 8 9 1
BAR8 1 9 8 1
```

- Ya no se tiene que seguir un orden específico al ingresar los datos
- Se tienen bien identificados cada uno de los datos.
- Facilidad de uso para el usuario

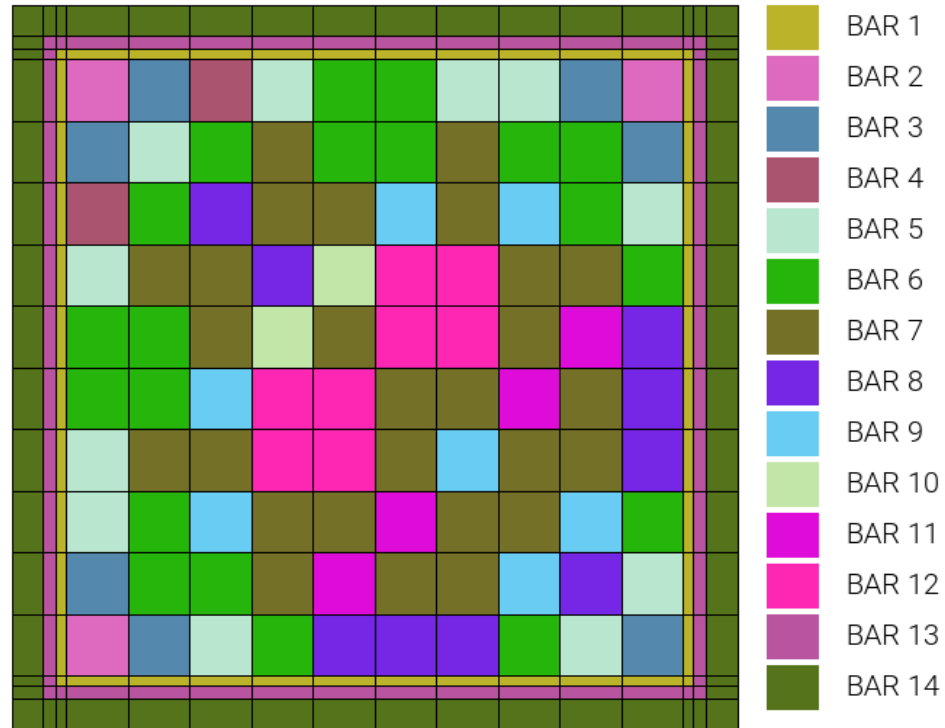


Cada script consta de cinco instrucciones principales:

- Generación del archivo de entrada libre sin comentarios.
- Lectura del archivo de “ formato libre” y almacenamiento de los datos.
- Verificación de los datos de entrada del archivo.
- Escritura de los datos verificados al formato rígido como requiere el código.
- Generación de imágenes tanto de la distribución radial como de la distribución axial de las barras y los materiales en el ensamble.

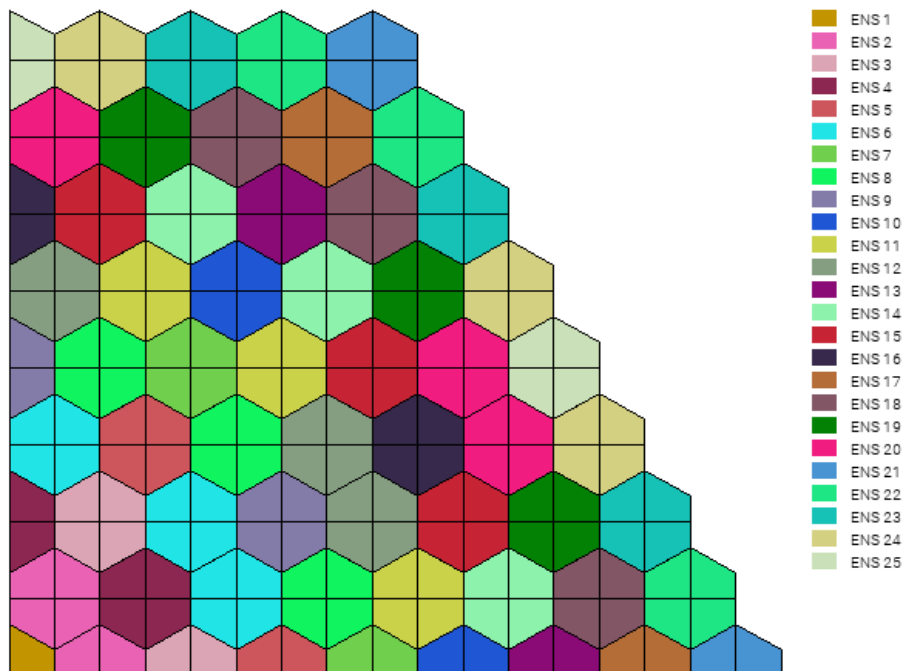


Ensamble_ge14





prueba vver1000-48 xyz





- Generación de inputs para cuatro Benchmarks (24 grupos de energía)
- Dificultades para manejar más de siete grupos de energía
- Identificación de rutinas que requieren cambios
- Limitación en cuanto a memoria
- Requiere de una revisión más profunda con modificaciones que le permitan cubrir problemas de mayor complejidad