



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA MAESTRÍA EN DISEÑO MECÁNICO

Almacenamiento térmico con materiales de cambio de fase para su uso en un sistema de aislamiento térmico automotriz

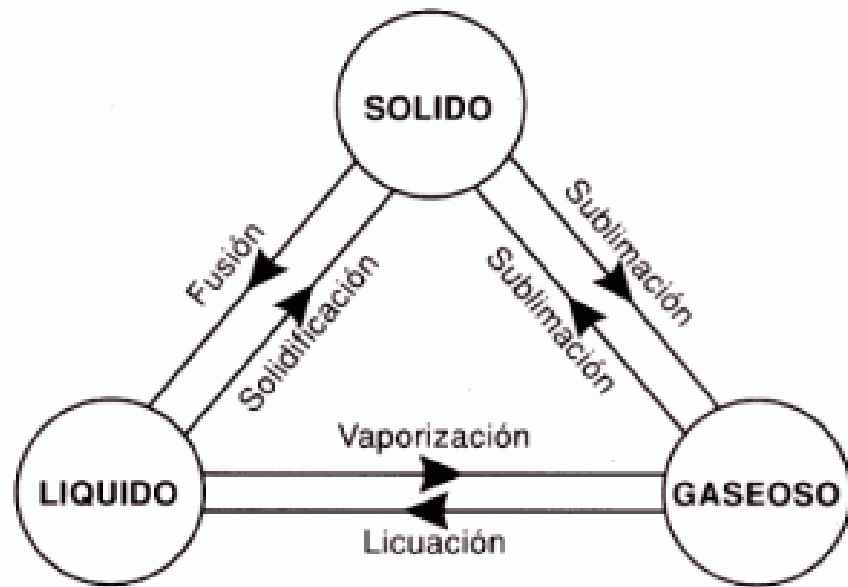
Autor:
Ing. Andrés Méndez



Objetivo general:

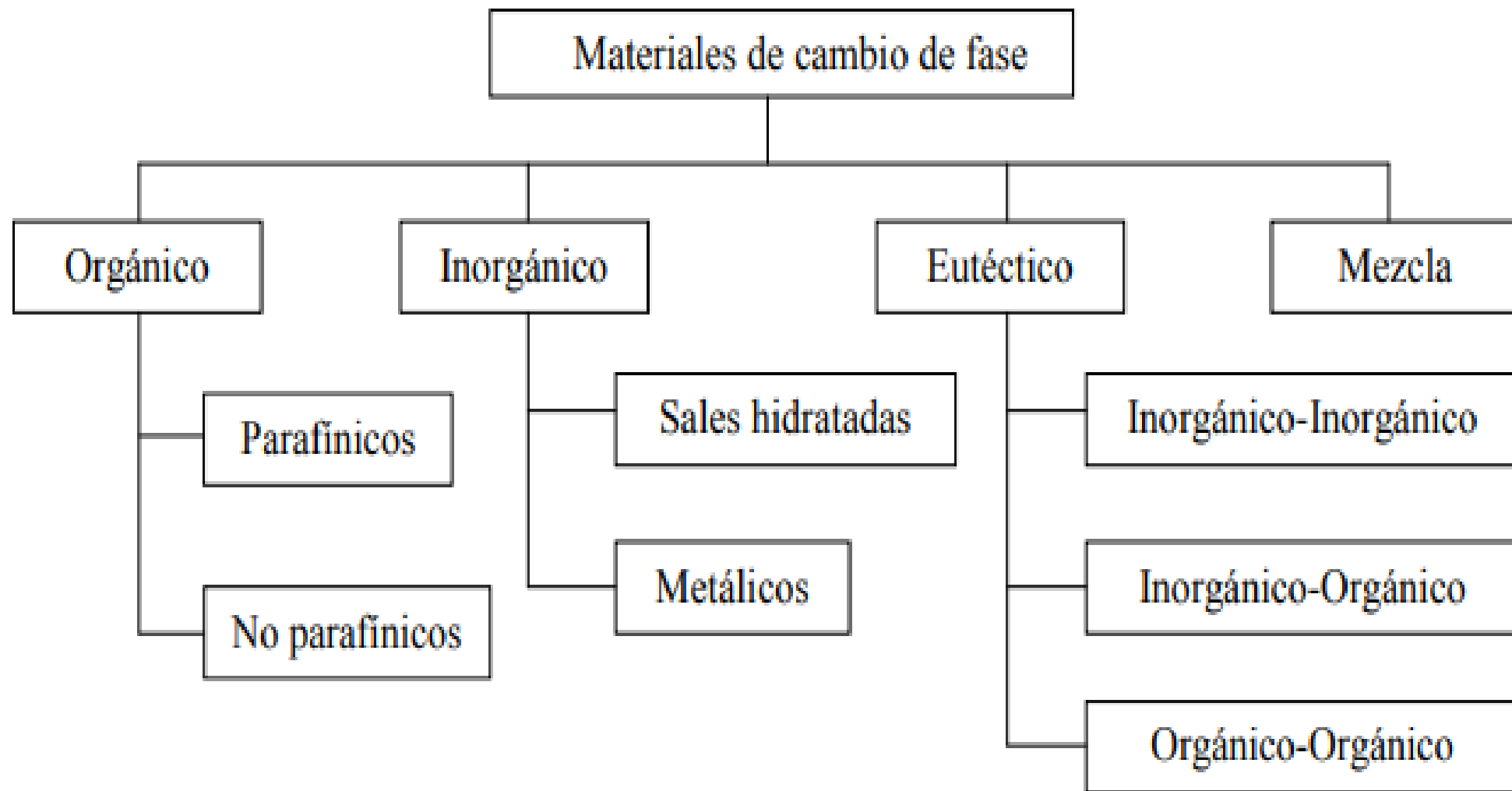
Seleccionar un material de cambio de fase mediante la utilización de las técnicas multicriterio para ser usado como aislante térmico en un automóvil y en aplicaciones de almacenamiento de energía térmica en la industria automotriz.

Introducción:



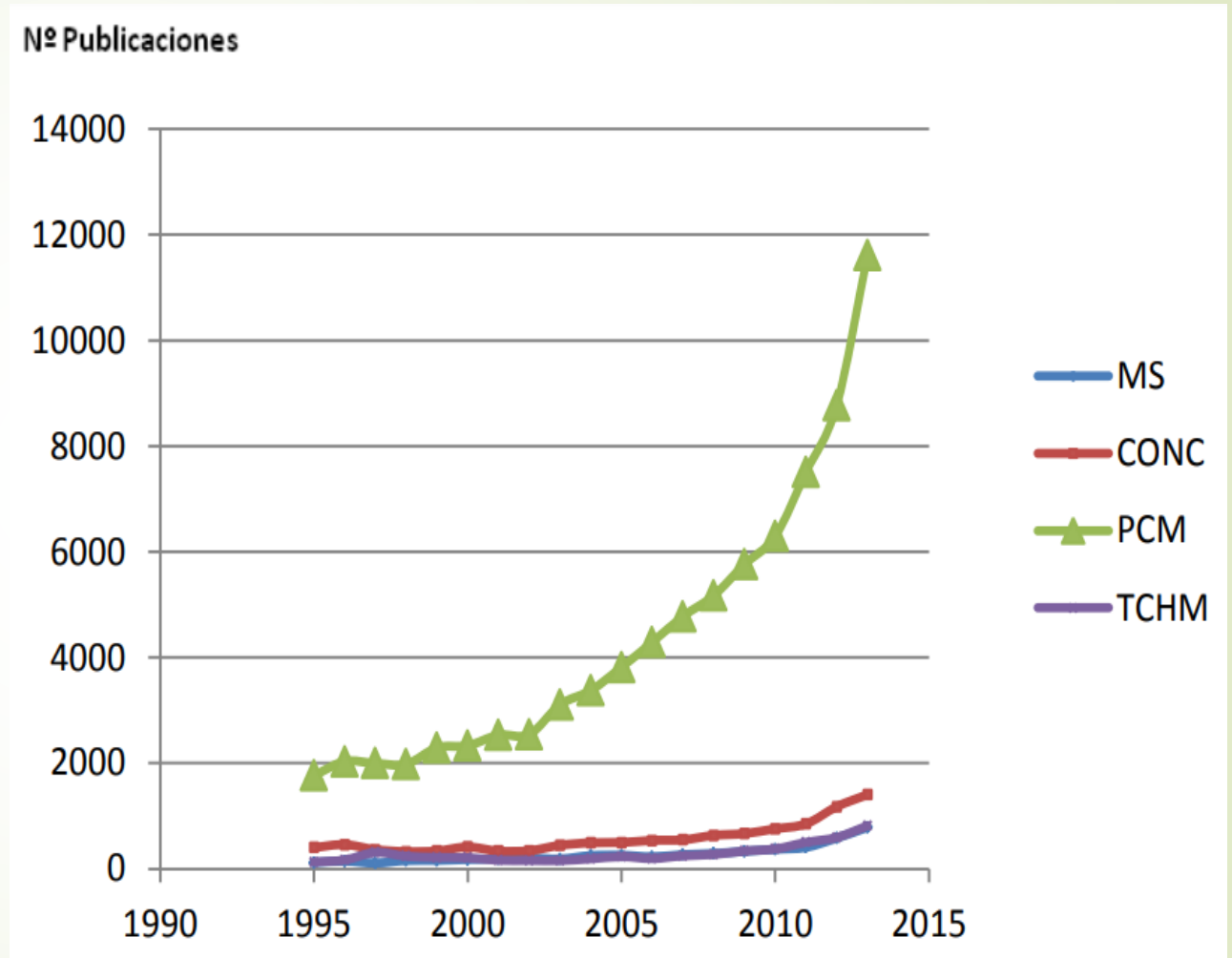
CAMBIOS DE ESTADO





Criterios:

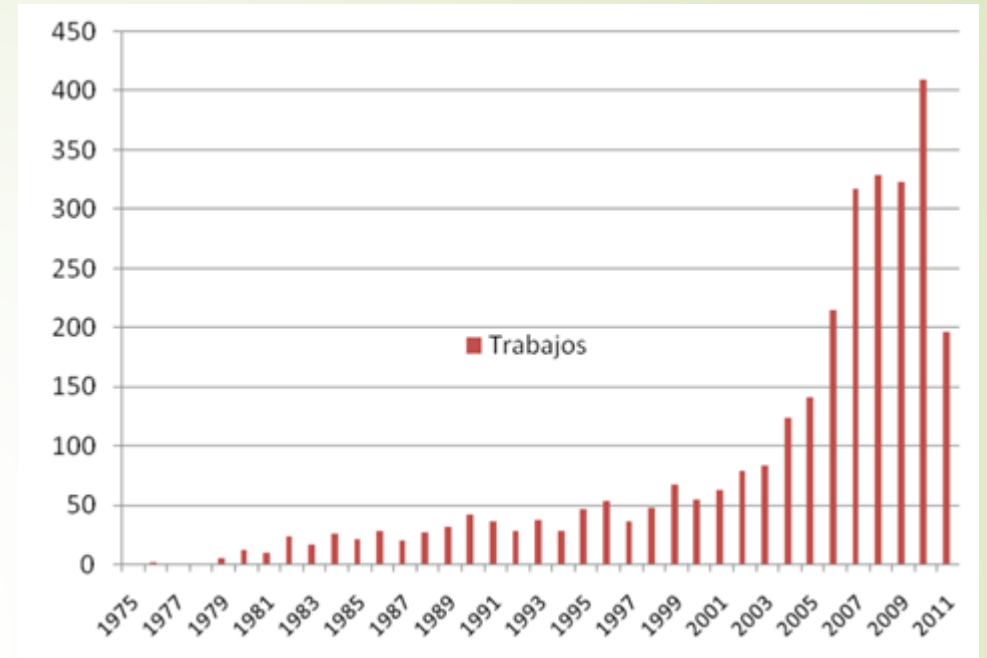
- Termodinámicos
- Cinéticos
- Químicos
- Económicos

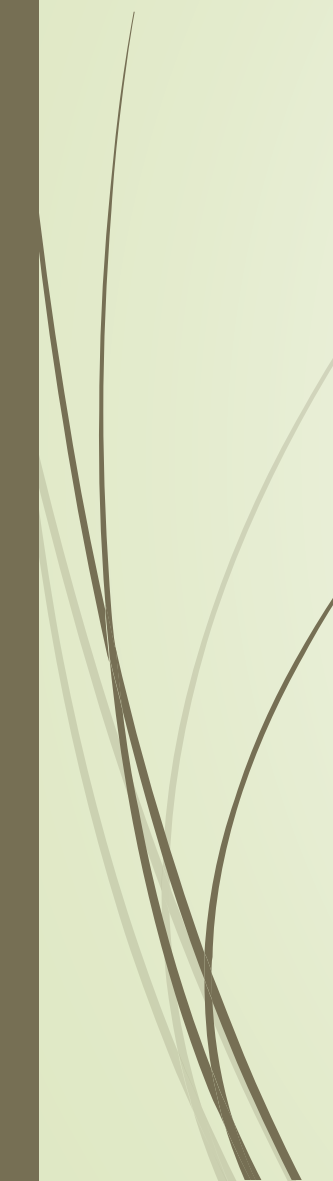


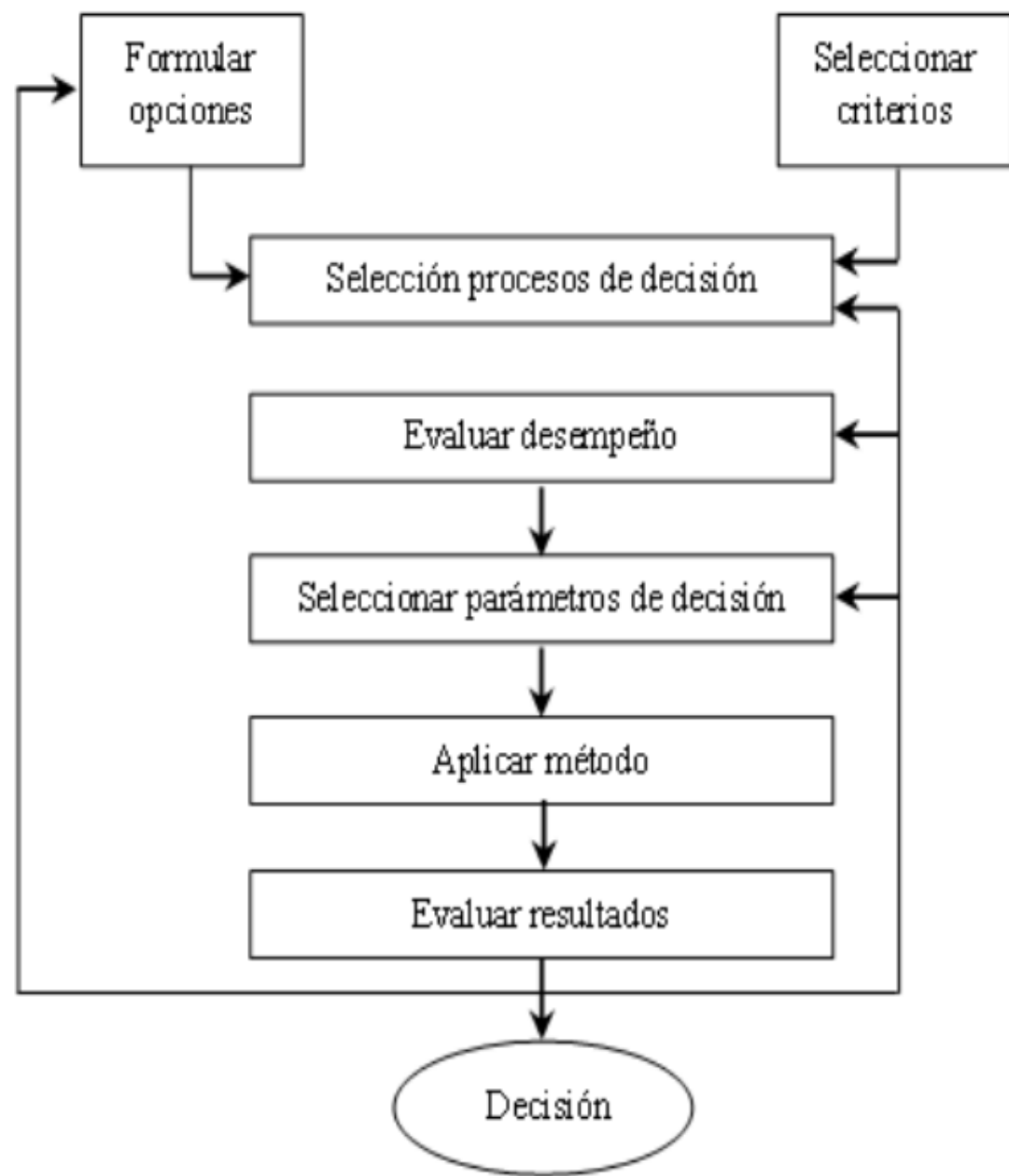
PCM	Conductividad térmica (W/(mK))	Calor latente (KJ/kg)	Punto de derritiendo (DO)	Calor especifico (KJ/(kg.K))	Densidad (kg/m ³)
Compuesto de grafito	0.29	0.185	44	1.98	789
EGM y grafito	3.95	132.6	21.6	2.39	842
Parafina	30	70	30	2.5	900
Parafina con AL-espuma	0.22	120	57	-	805
Parafina/espuma	0.2	180	37	-	400
Parafina/espuma de cobre	7.65	-	142	42	-
Parafina cera	16.6	127	58.9	1.98	789

Fuente: (J. Jaguemont, 2017)

Estudios relacionados:



- 
- 
- Método de selección multicriterio para determinar el material optimo
 - Coeficiente de correlación de Spearman
 - Simulación térmica y convergencia de resultados
 - Aplicaciones automotrices



Propiedades de las parafinas

Formula química	C_nH_{2n+2} (con $n > 16$)
Calor específico	2.1 kJ/kg*K
Temperatura de fusión	entre 20°C y 80°C
Viscosidad	Baja en fase líquida
Punto de ignición	Sobre los 250°C
Calor de fusión	entre 70 y 250 kJ/kg
Densidad de energía acumulada	entre 54 y 71 kW*h/m ³

Fuente: (Mayayo, 2012)

Materiales y criterios para la selección

Matriz de materiales y criterios a ponderar

Materiales (M)	Conductividad térmica W/mK (C1)	Punto de fusión °C (C2)	Calor latente KJ/kg (C3)	Calor específico KJ/kg.k (C4)	Densidad kg/m³ (C5)
Parafina (M1)	30	37	70	2.5	900
Parafina cera (M2)	16.6	37	127	1.98	789
Na2SO4 (M3)	0.5	32.4	254	0.80	2660
CaHPO4 (M4)	0.5	25	127	0.78	2930
MgSO4 (M5)	0.5	30	136	0.95	2660
Compuesto de grafito (M6)	0.29	0.185	44	1.98	789
Parafina/espuma de cobre (M7)	0.2	180	37	42	400



Comparación de los valores de ponderación obtenidos

Método	W1	W2	W3	W4	W5
Entropía	0.345	0.157	0.056	0.375	0.067
Desviación estándar	10.949	54.830	68.854	14.187	10.187

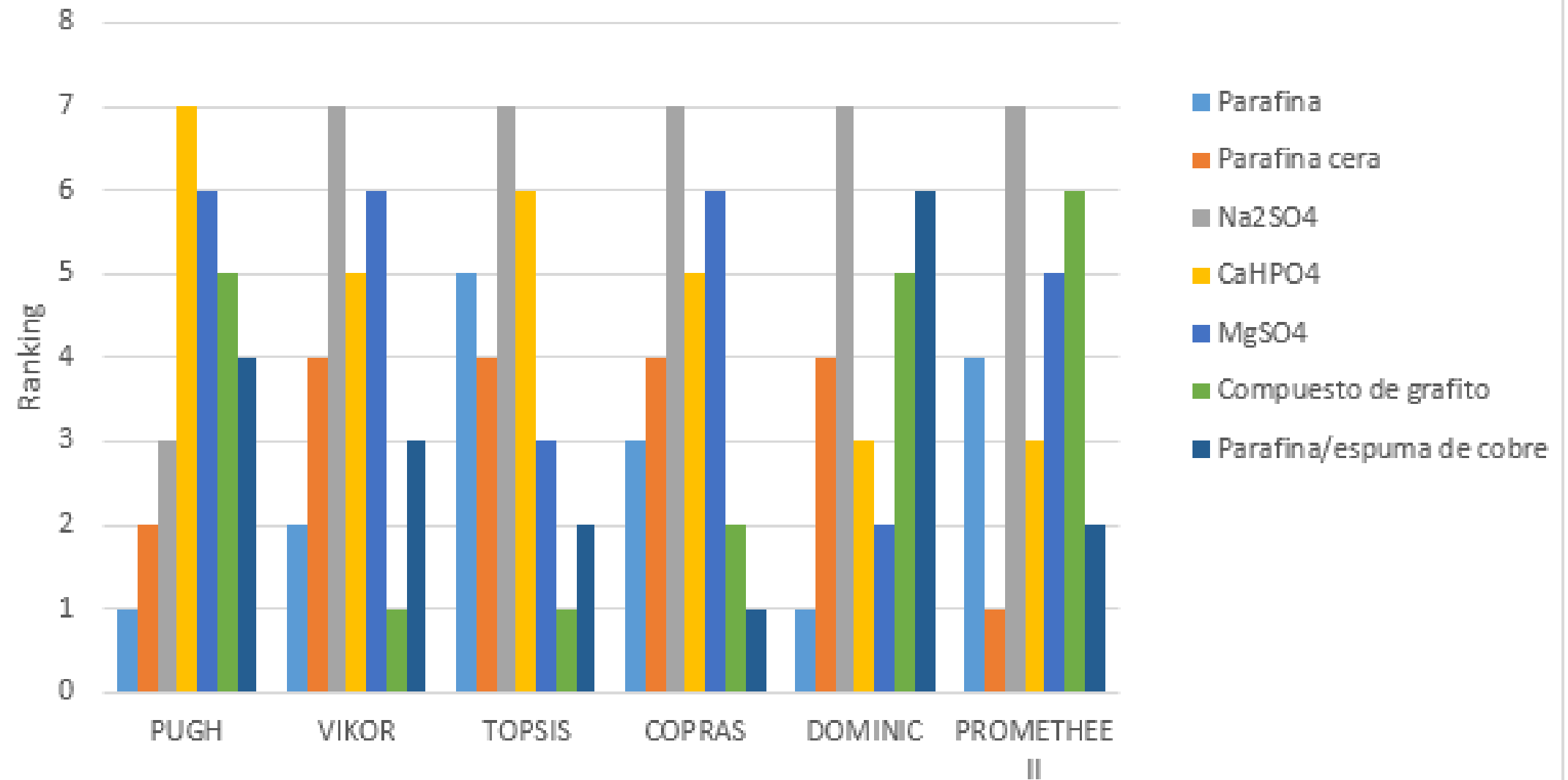
La ponderación toma el criterio mas importante

Métodos multicriterio:

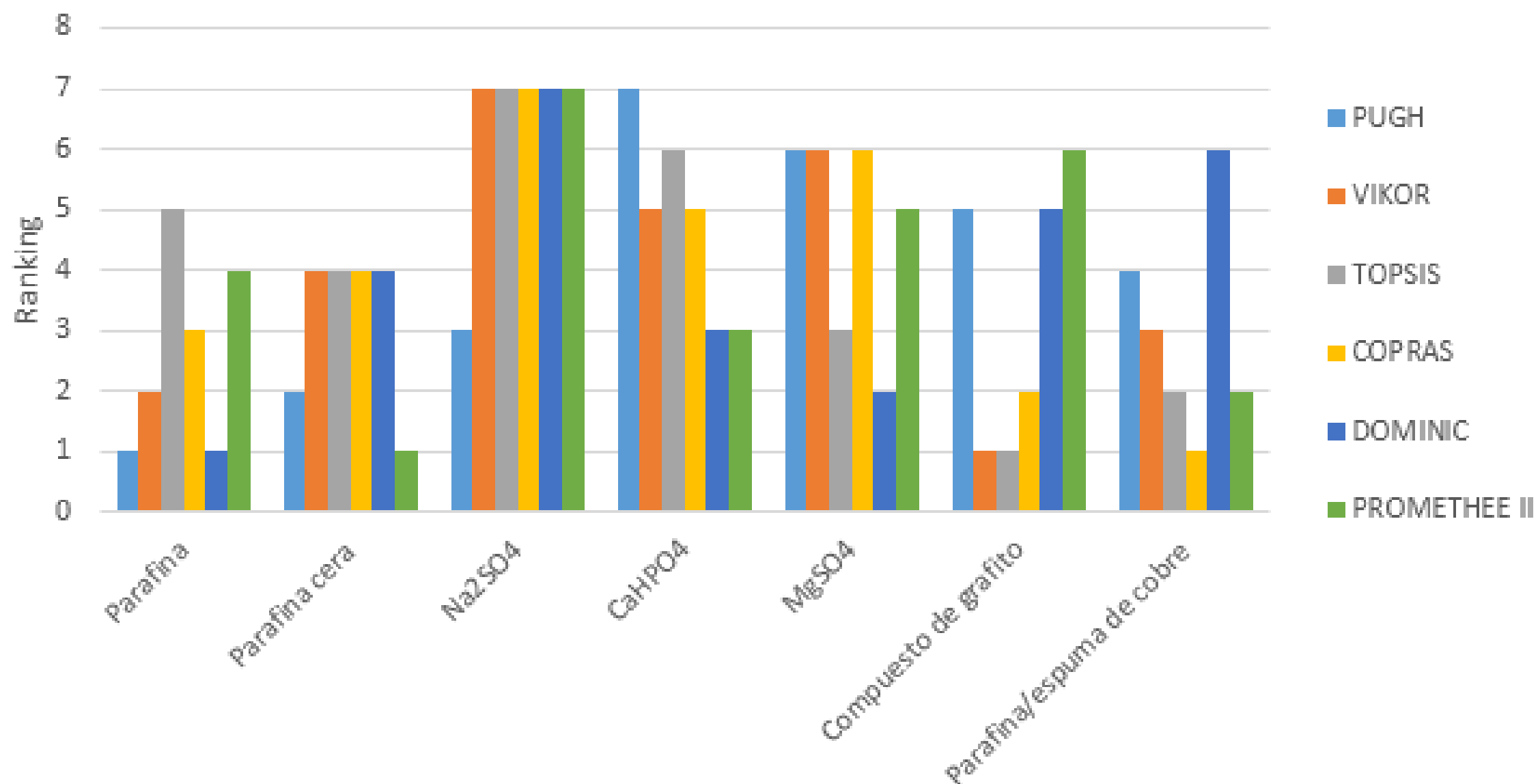
- PUGH
- VIKOR
- TOPSIS
- COPRAS
- DOMINIC
- PROMETHEE II



Comparación de resultados multicriterio

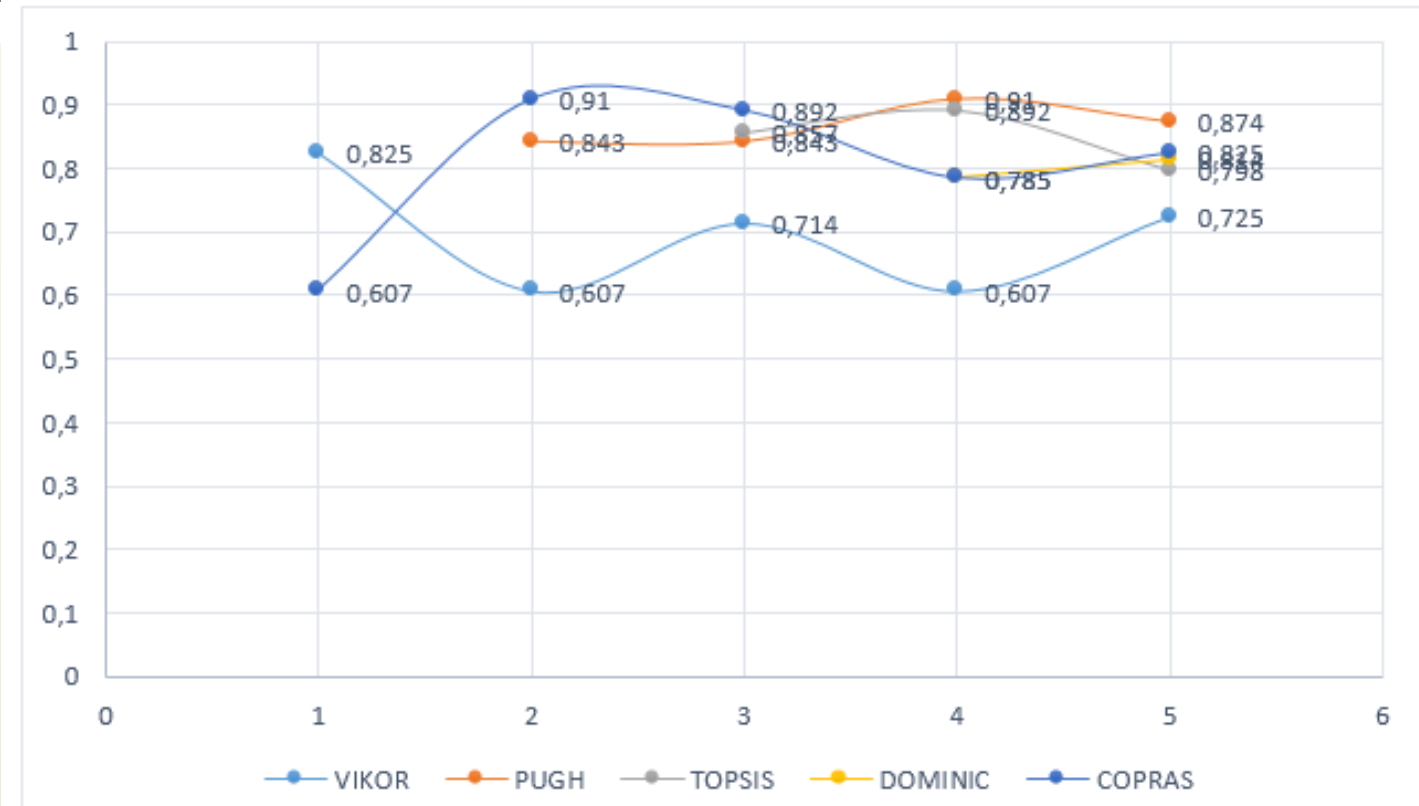


Comparación de resultados multicriterio

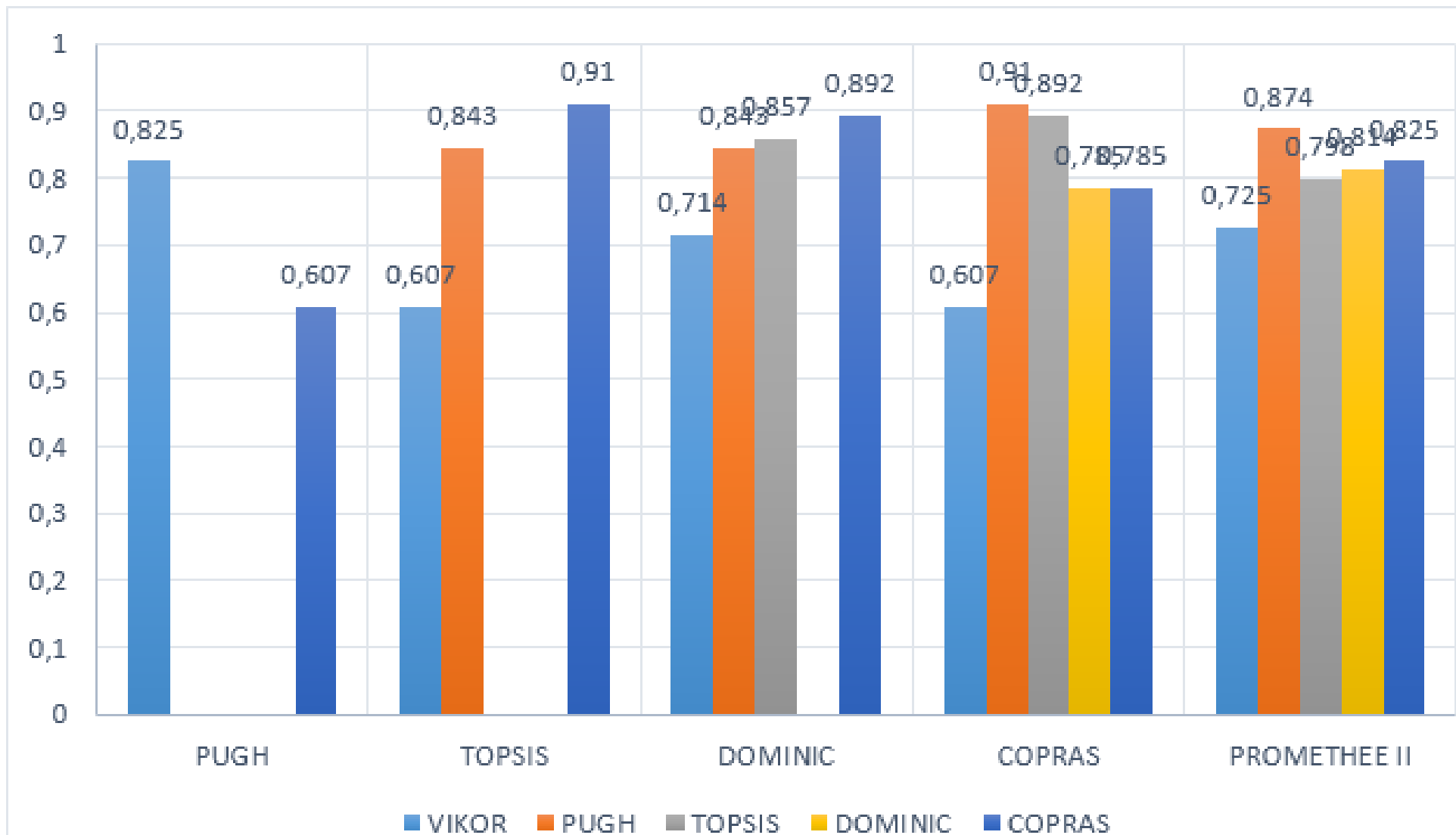


Validación, correlación de Spearman

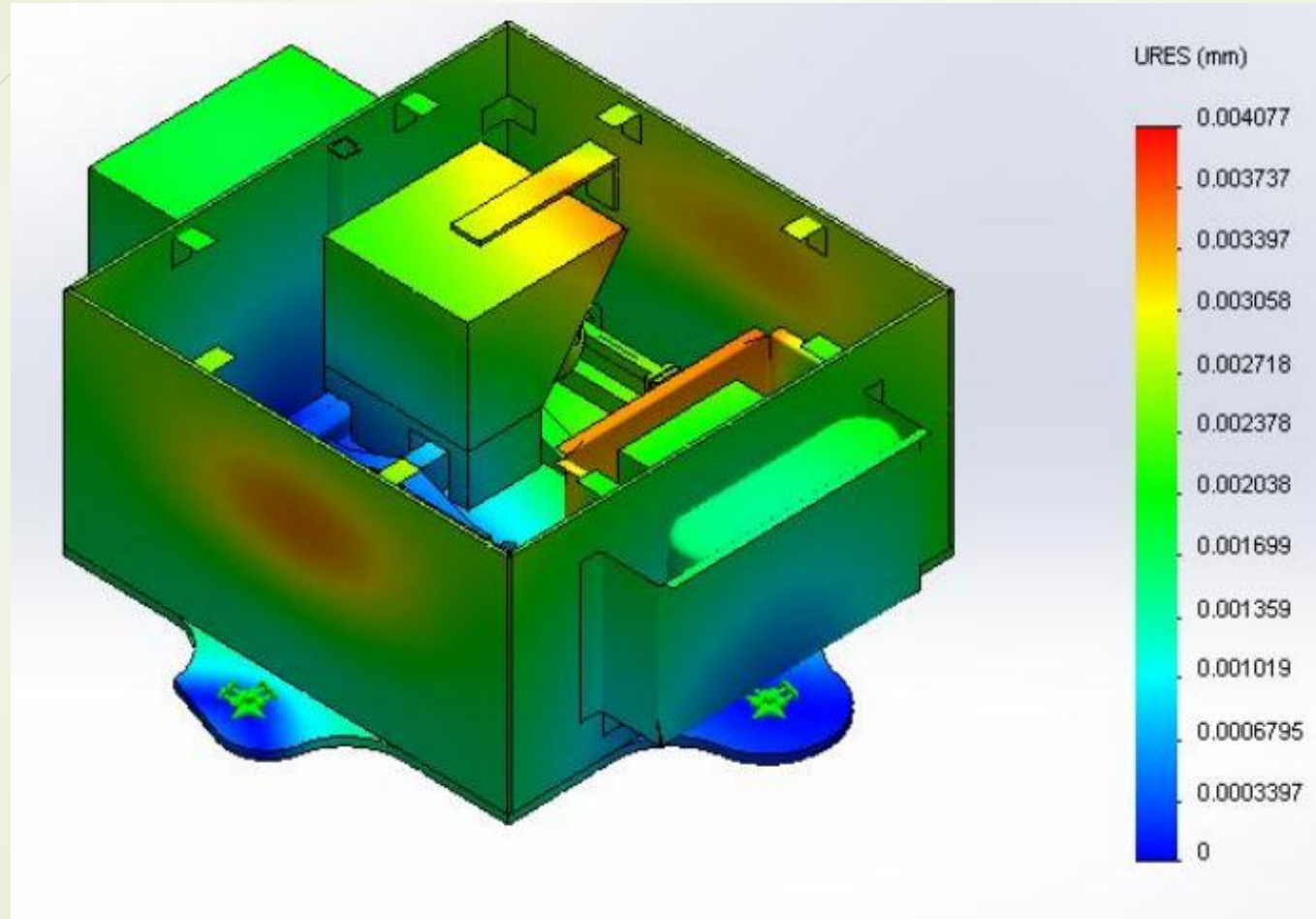
	VIKOR	PUGH	TOPSIS	DOMINIC	COPRAS
PUGH	0.825	-	-	-	0.607
TOPSIS	0.607	0.843	-	-	0.910
DOMINIC	0.714	0.843	0.857	-	0.892
COPRAS	0.607	0.910	0.892	0.785	0.785
PROMETHEE II	0.725	0.874	0.798	0.814	0.825



Validación de la selección:



Simulación:



(Hernandez, 2014) Caja de Control Automático



Simulación:

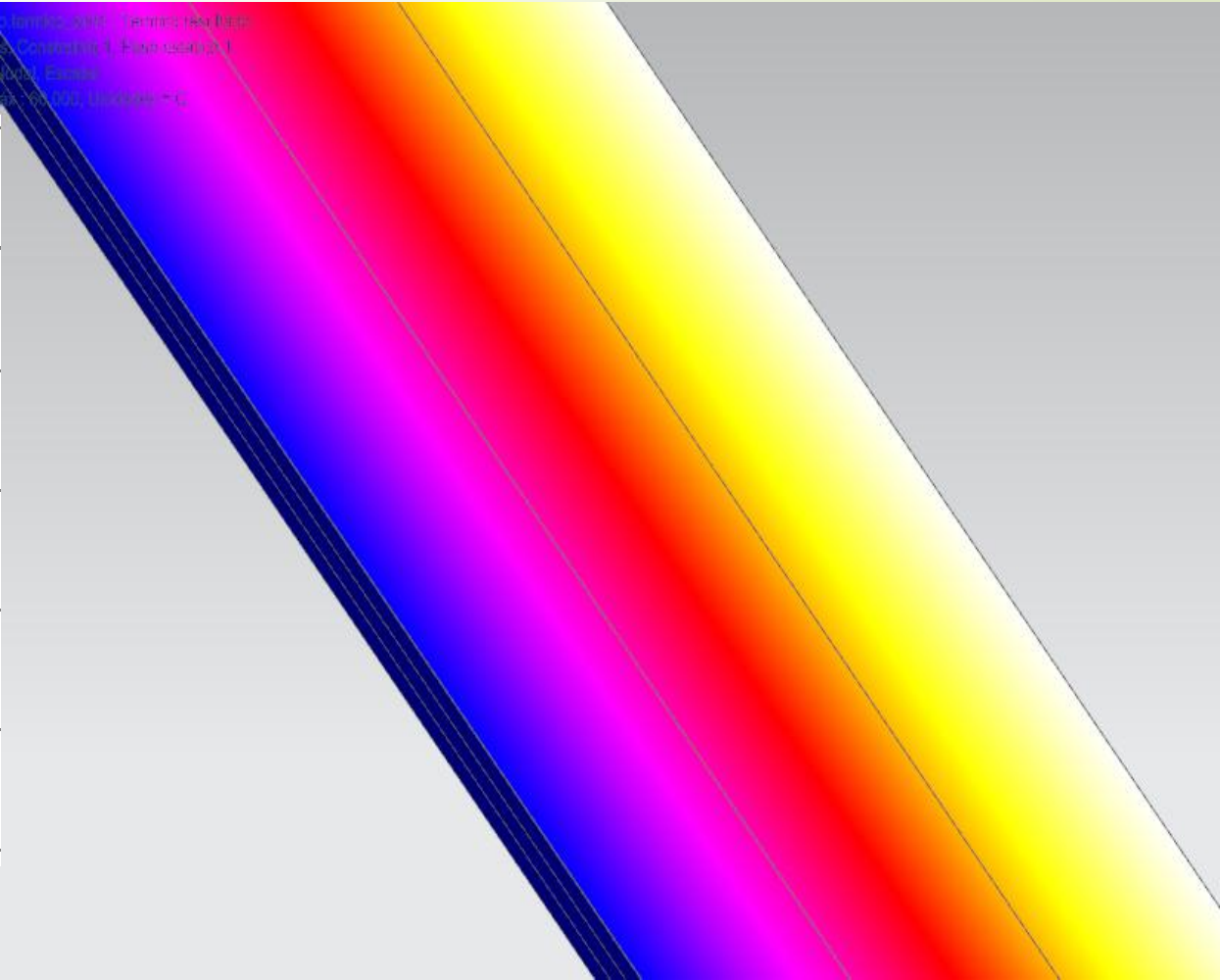
- Software: NX10, Siemens
- Material: Parafina (2)
- Dos condiciones: pura y aplicada
- Parámetros: Temperaturas promedio de la ciudad de Quito y medidas de un vehículo

Condiciones temperatura

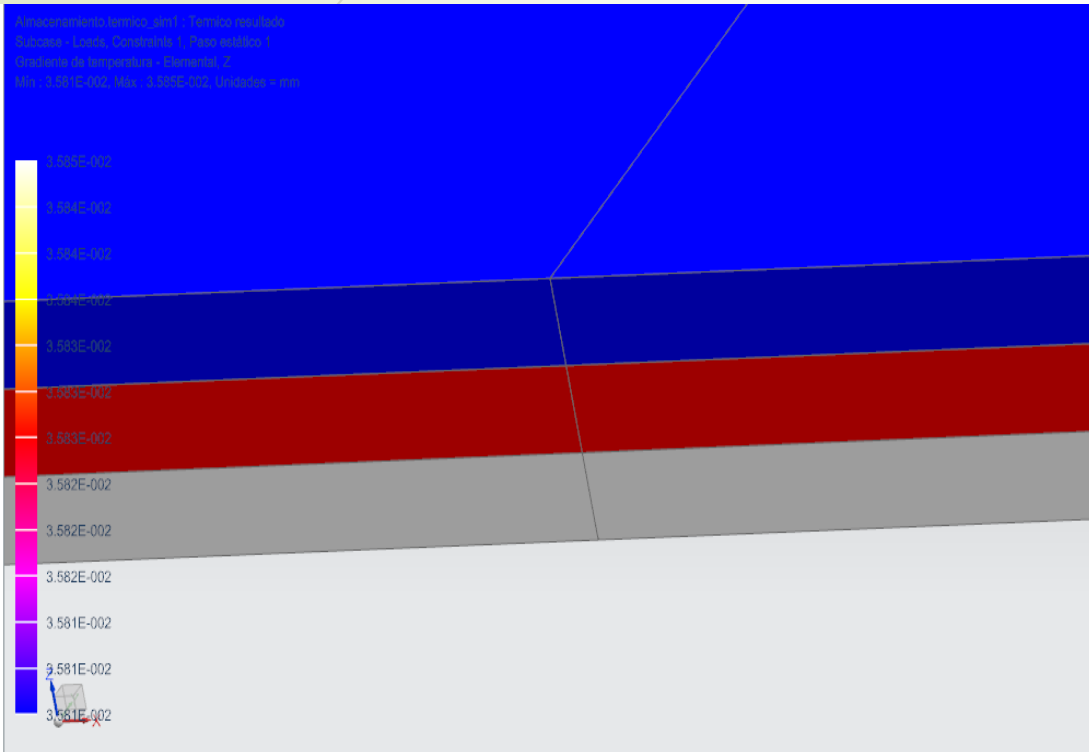
Temperatura ambiente	Tiempo	Temperatura	Temperatura
		exterior	interior
25°C	42 min	72.8°C	40°C
35°C	60 min	80°C	55°C
	10 min	Riesgo	
40°C	60 min		80°C
40°C	60 min		63°C

Condiciones simulación

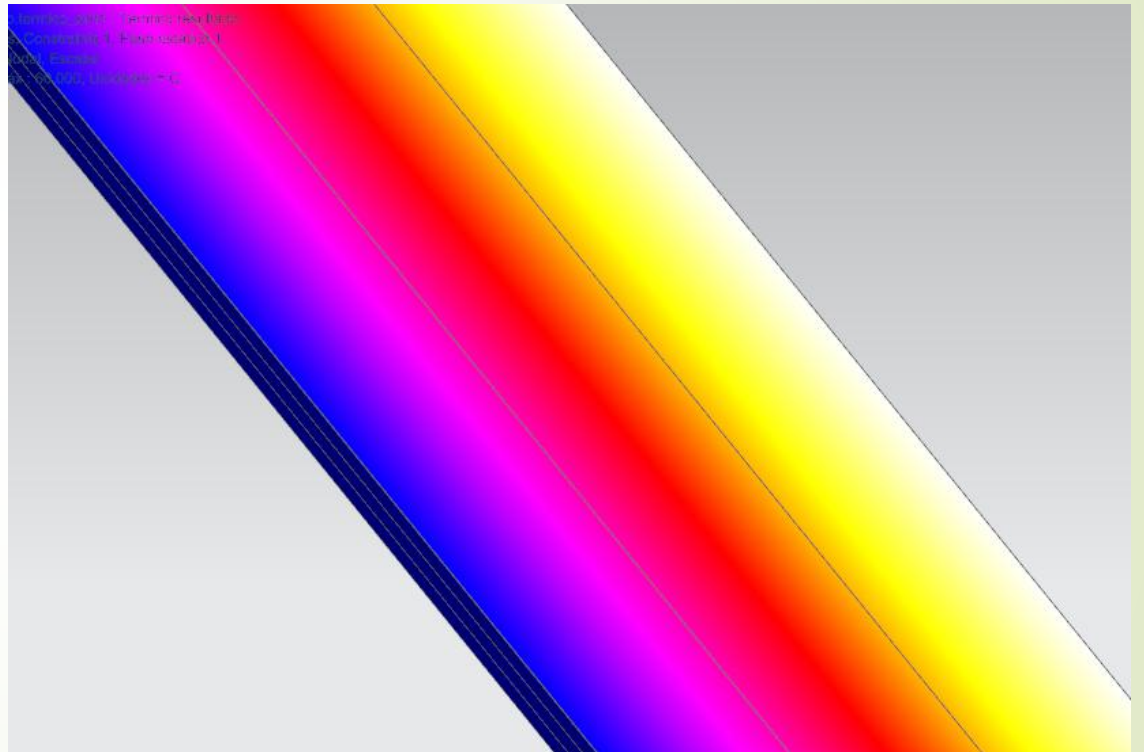
Temperatura ambiente	25°C
Temperatura superficie del vehículo	50°C
Temperatura ambiente inicial	25°C
Tiempo	10 min
Temperatura final	18°C



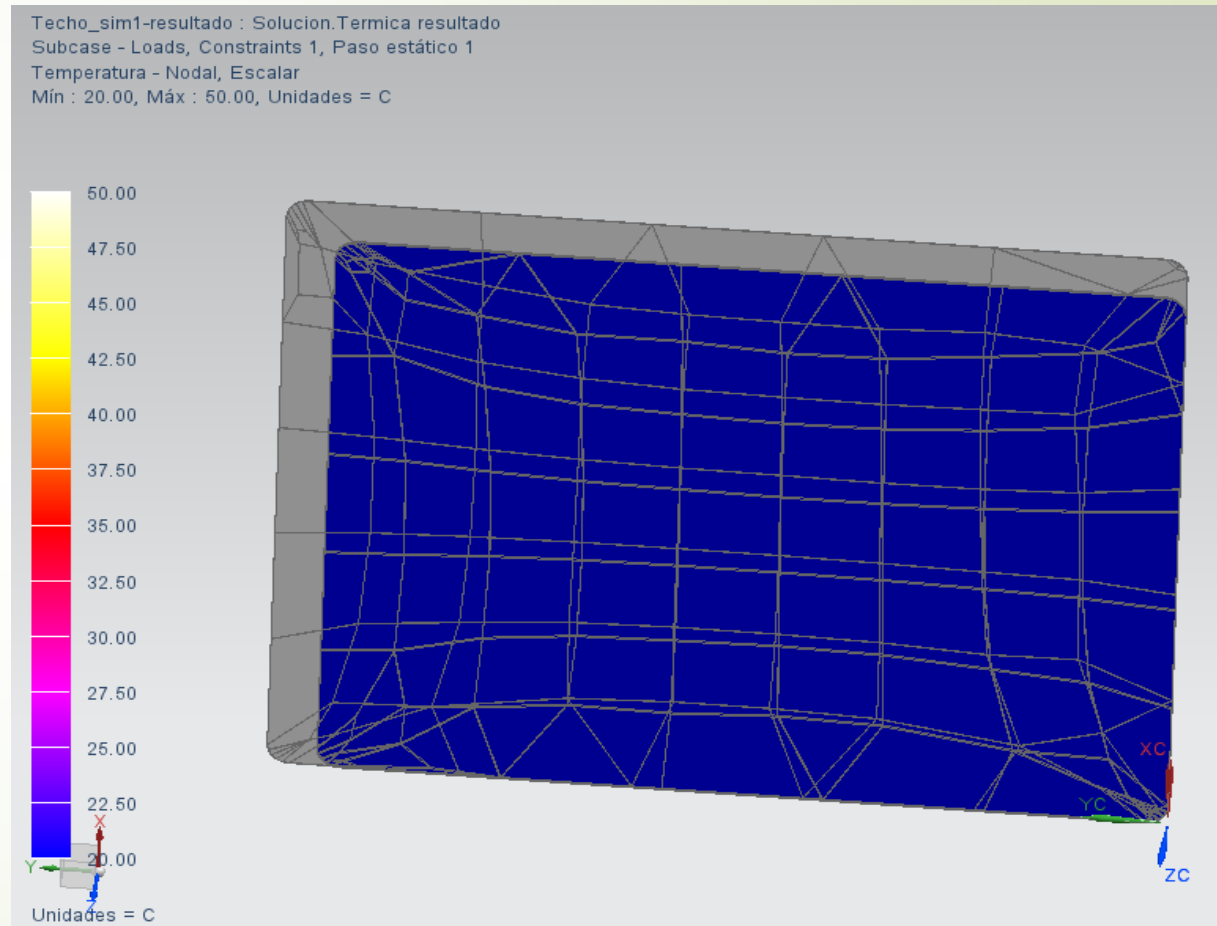
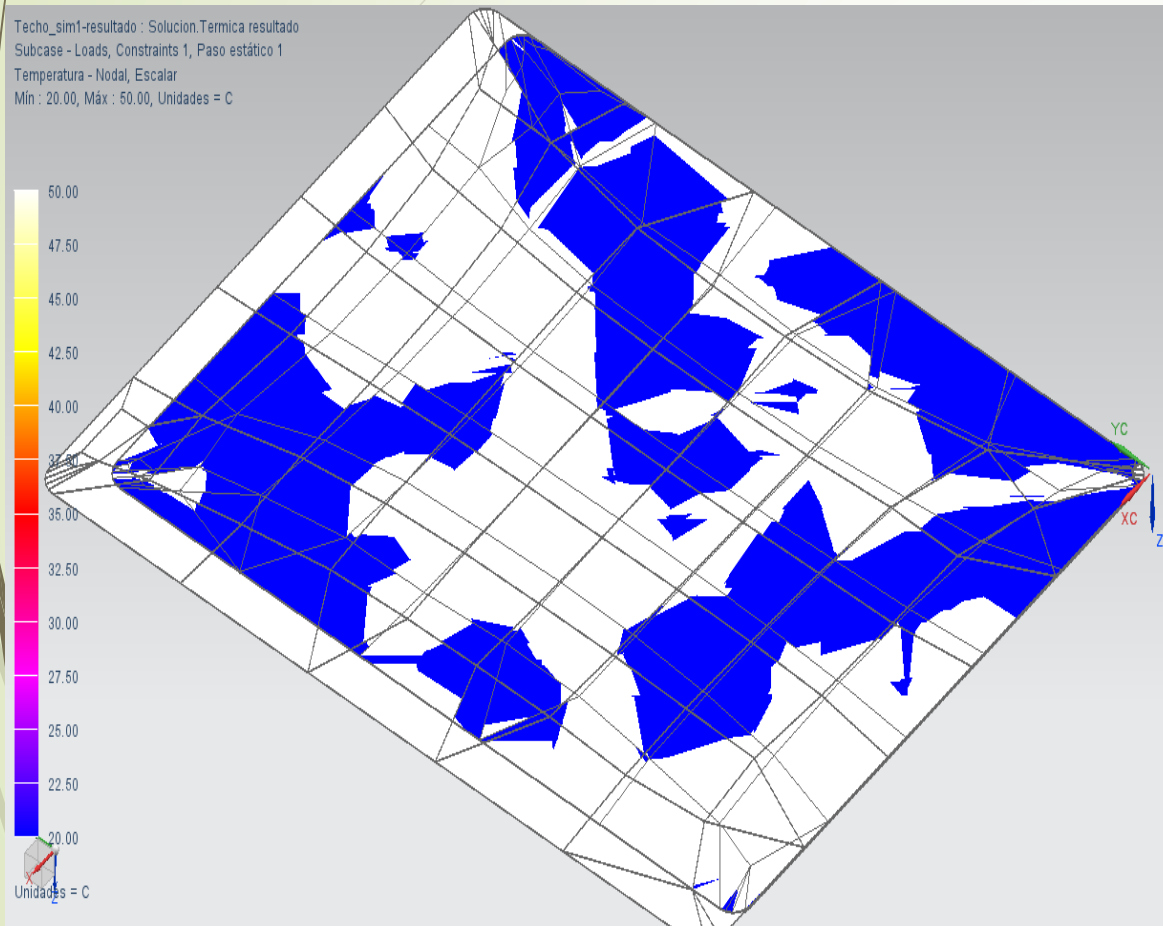
Acumulación de energía térmica



Transferencia de calor

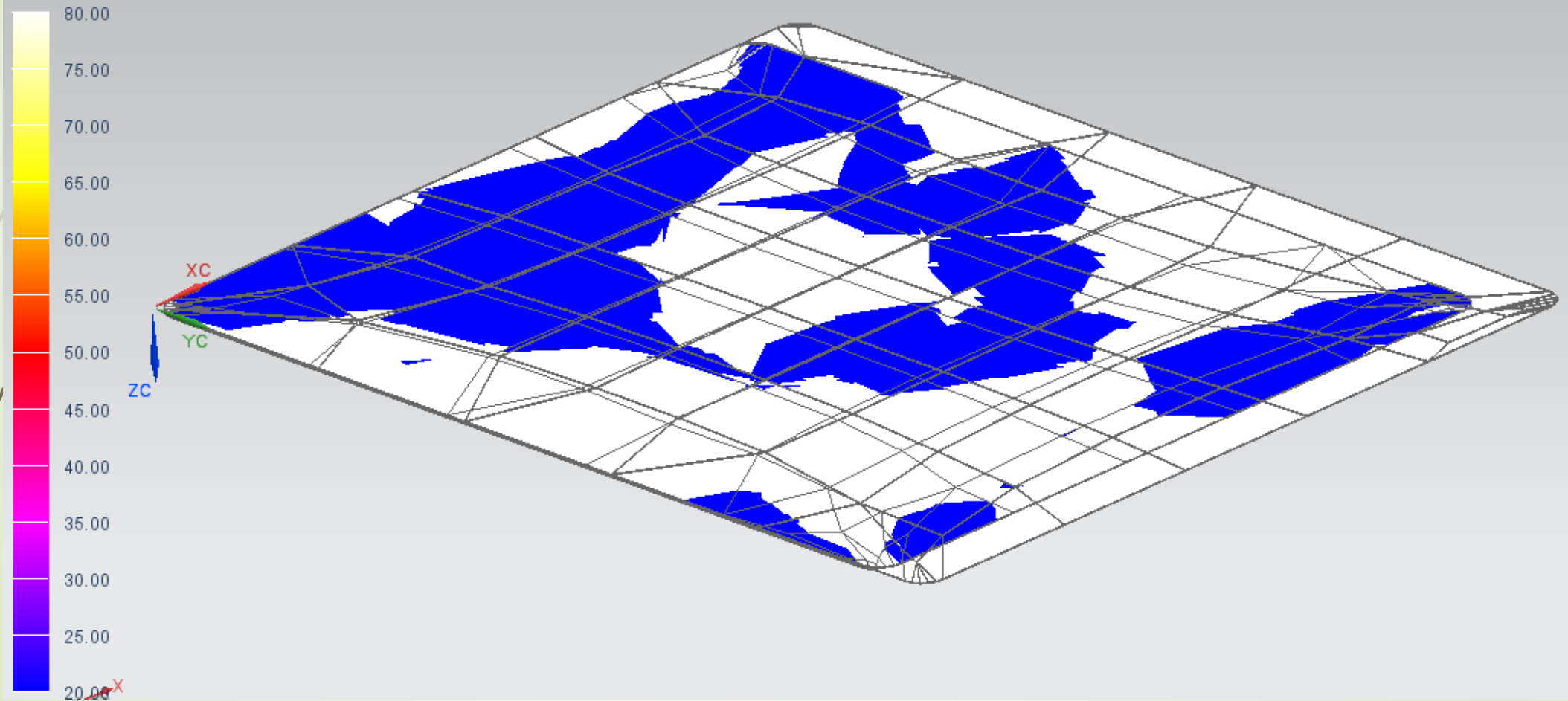


Material aplicado (1)

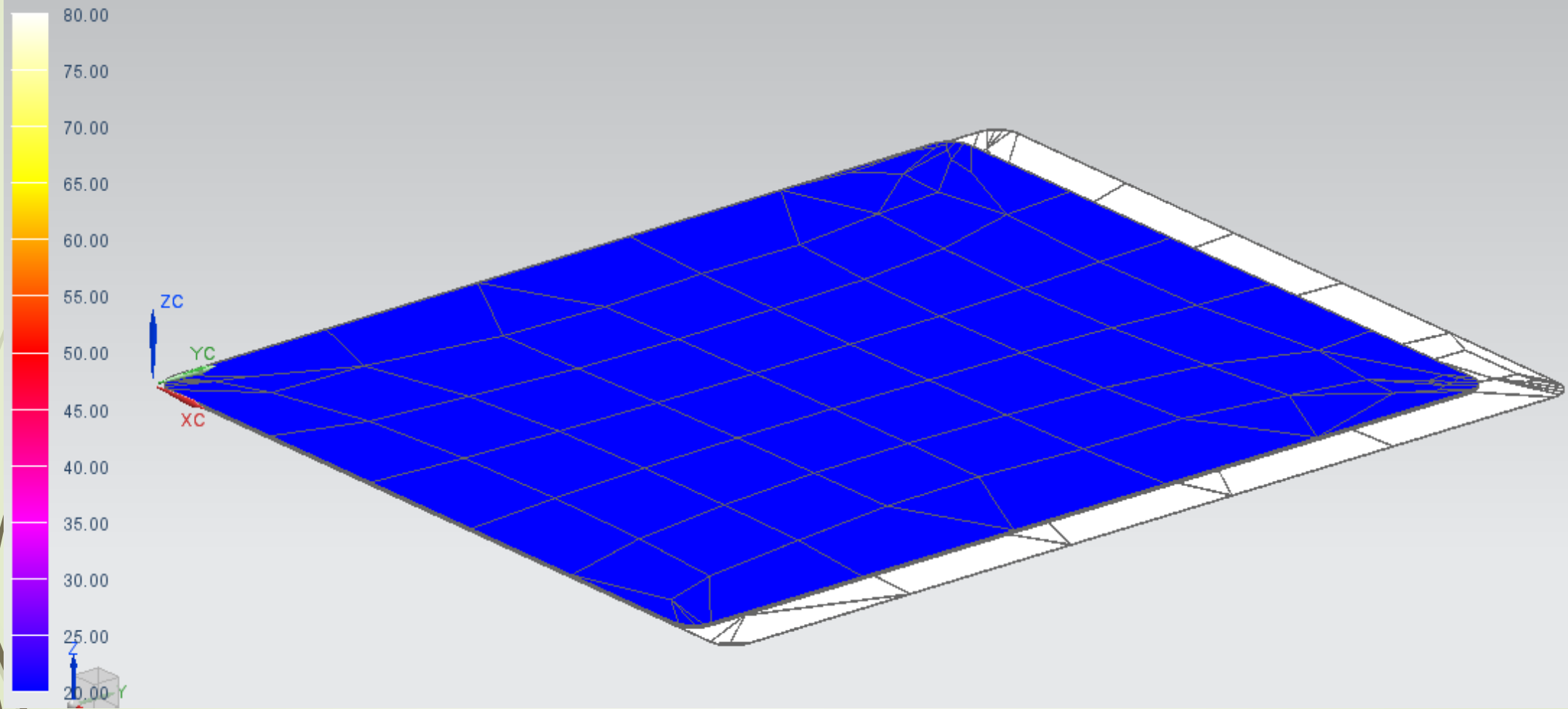


Segunda condición temperatura exterior

Techo_sim1-resultado : Solucion.Termica resultado
Subcase - Loads, Constraints 1, Paso estático 1
Temperatura - Nodal, Escalar
Mín : 20.00, Máx : 80.00, Unidades = C



Techo_sim1-resultado : Solucion.Termica resultado
Subcase - Loads, Constraints 1, Paso estático 1
Temperatura - Nodal, Escalar
Mín : 20.00, Máx : 80.00, Unidades = C



Resultados

Resultados de la simulación sobre el techo del vehículo

Parámetro	Valor
Medidas del techo del auto	1800mm * 1500mm * 1.8mm
Material del techo	Plancha de <u>tool</u> (stell)
Medidas de la plancha de PCM	1700mm * 1400mm * 6mm
Material del PCM	Parafina
Temperatura exterior	50°C
Temperatura interior	20°C



Conclusiones:

- Los PCM como la parafina tienen posibilidades de uso en la industria automotriz.
- Los métodos de selección multicriterio son una herramienta poderosa al momento de tomar decisiones sobre la selección de un material en una lista de posibles candidatos.
- Al realizar la simulación térmica, se comprueba que la parafina se comporta como se espera.



Recomendación:

- La aplicación de la presente investigación de forma física en un vehículo, en los paneles interiores de la tapicería.



GRACIAS