



ESTUDIO REOLÓGICO Y TRIBOLÓGICO DE ACEITES LUBRICANTES 5W40 Y 10W40 EN PRESENCIA DE NANOPARTÍCULAS CON BASE CARBONO

Cerpa-Naranjo Arisbel^{1*}, Gómez González Ángel¹, Lapuerta Magín², Nejari Hamza²,
Rodríguez Mayor Lourdes³, Fernández-Rodríguez David^{1,4}, Asiain Jorge¹, José Luis
Valverde⁵

arisbel.cerpa@universidadeuropea.es

1. Universidad Europea de Madrid, C/Tajo s/n, 28670, Villaviciosa de Odón, España
2. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad de Castilla-La Mancha, España
3. Valguardland Innova. Polígono Industrial La Nava, Puertollano (Ciudad Real), España
4. Centro Nacional del Hidrógeno, Prolongación Fernando el Santo s/n, Puertollano, España
5. Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas, Universidad de Castilla-La Mancha, España

ÍNDICE

- ❑ INTRODUCCIÓN
- ❑ MATERIALES
- ❑ EXPERIMENTACIÓN
- ❑ RESULTADOS Y DISCUSIÓN
 - ❑ **ENSAYOS REOLÓGICO**
 - ❑ **ENSAYOS TRIBOLÓGICO**
- ❑ CONCLUSIONES

INTRODUCCIÓN

En las superficies metálicas que están en contacto de forma continua se genera mucho calor por fricción y se pierde demasiada energía mecánica



Se usan aceites lubricantes para reducir el impacto

¿Cómo afectaría la Nanotecnología en la lubricación?

OBJETIVOS

Estudiar las propiedades reológicas y tribológicas

Aceites lubricantes
comerciales 5W40 y
10W40



Óxido de grafeno (OG),
nanofibras de carbono
(NFC) y nanoplaquetas
de grafeno (NPG)

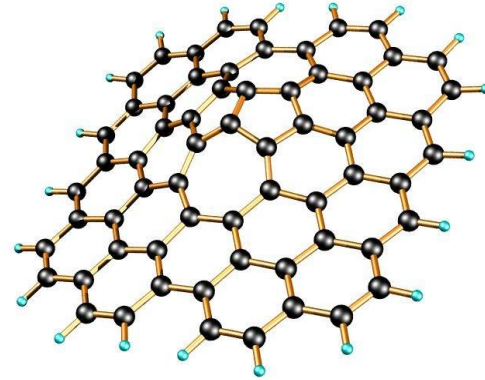
En función de su
concentración y
temperatura

MATERIALES

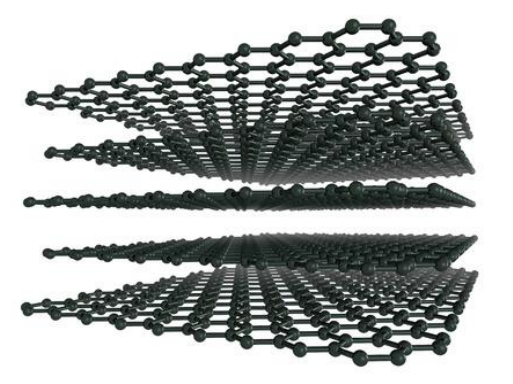
- SHELL HELIX HX7 5W40
- TOTAL CLASSIC 10W40



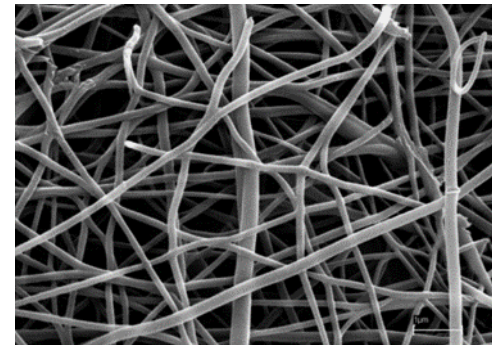
- ÓXIDO DE GRAFENO



- NANOPLAQUETAS DE GRAFENO

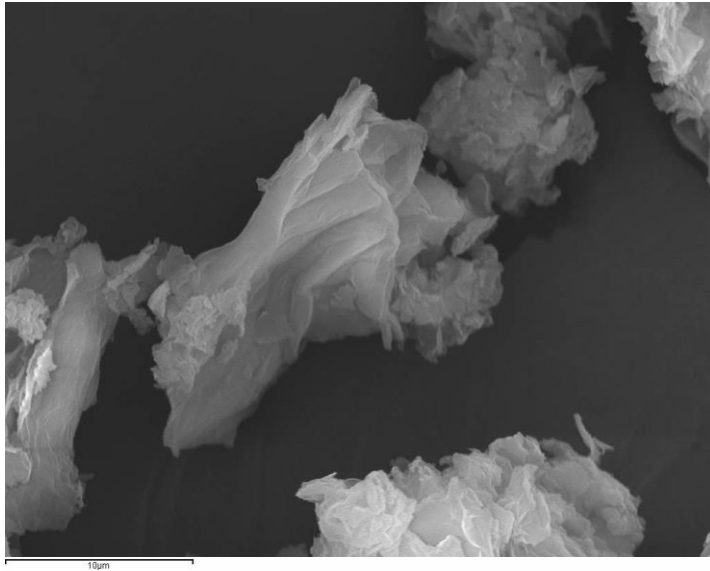


- NANOFIBRAS DE CARBONO

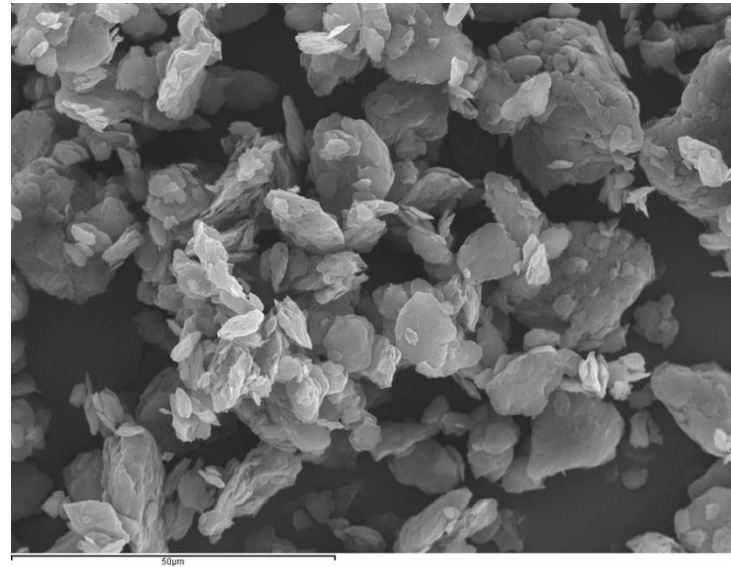


MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO (SEM)

Óxido de Grafeno (OG)



Nanoplaquetas de Grafeno (NPG)



Nanofibras de Carbono (NFC)



EXPERIMENTACIÓN

El estudio reológico se realizó en un reómetro rotacional (*HAAKE Rheo Stress 6000*)

Muestra de aceites *5W40* y *10W40* con diferentes concentraciones de partículas (*0,25% -1,5 % en peso*) y en un rango de temperaturas de *20°C- 160°C*

En el estudio tribológico se utilizó el equipo HFRR (*High Frequency Reciprocating Rig, PCS Instruments*).

Se analizaron los parámetros: *espesor de película, coeficiente de fricción, y el diámetro huella de desgaste* para una dispersión de 0.75 y 1.5 % en peso de NP y temperaturas de 25 y 60°C.

EXPERIMENTACIÓN

Pesar el nanomaterial y se añade a 20 mL de aceite



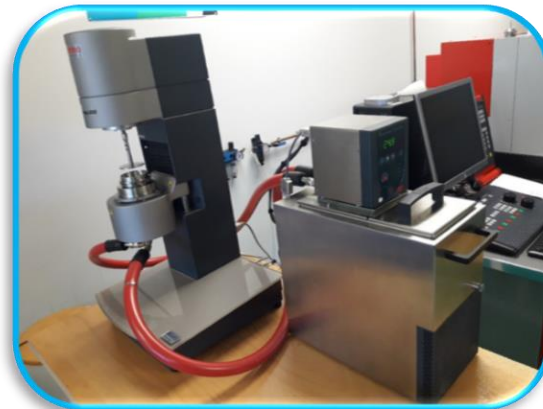
Placa Agitadora



Equipo de Ultrasonidos



Reómetro *HAAKE*
Rheo Stress 6000



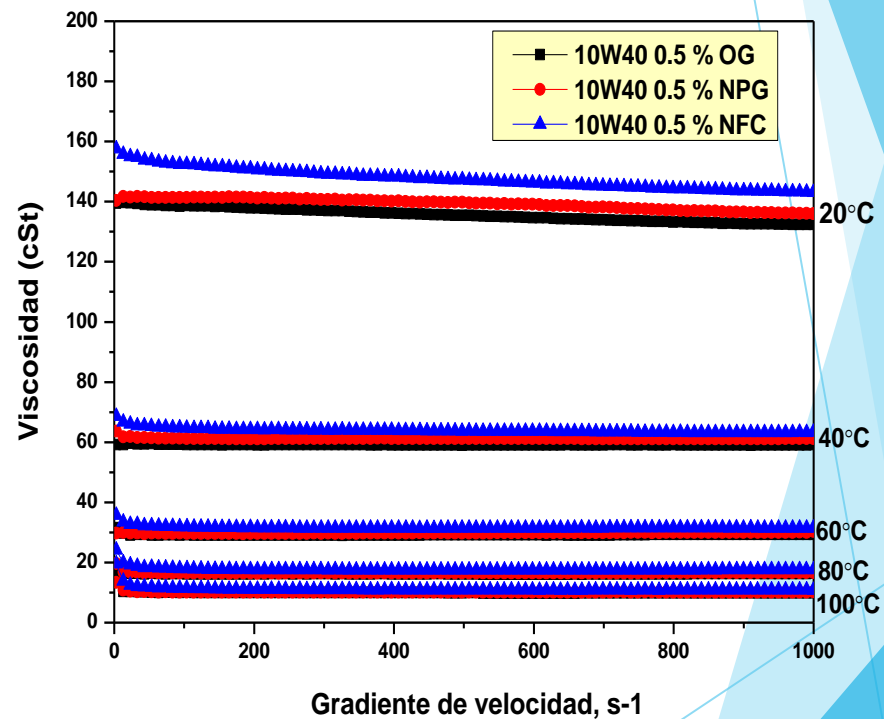
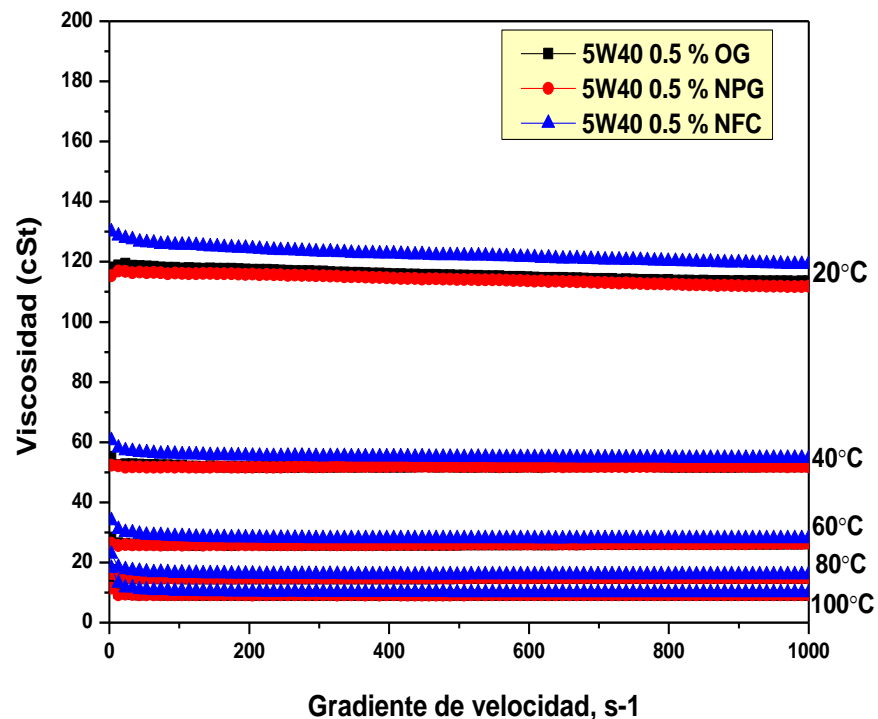
Equipo HFRR
(*High Frequency Reciprocating Rig*)



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ENSAYOS REOLÓGICOS

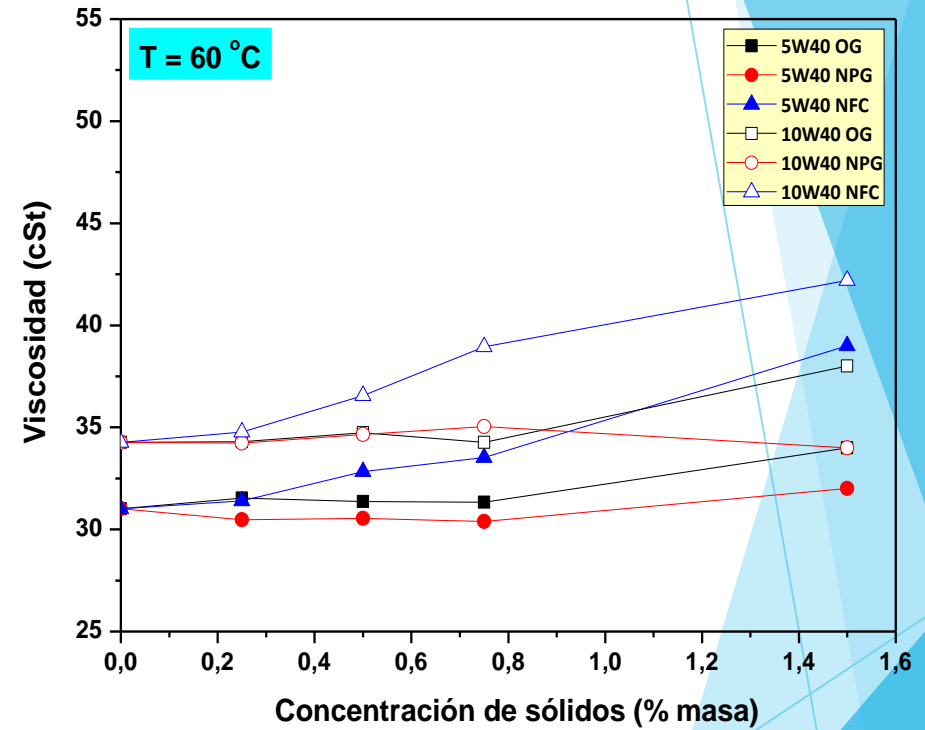
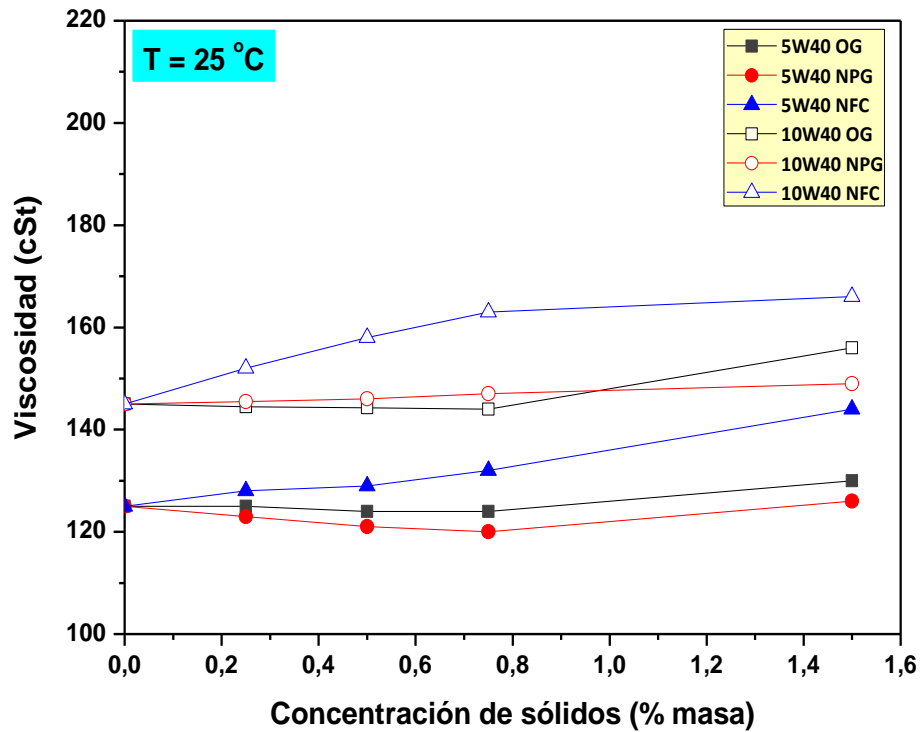
■ CURVAS DE VISCOSIDAD EN FUNCIÓN DEL GRADIENTE DE VELOCIDAD



Fluidos Newtoniano sin y con presencia de nanomaterial.

Viscosidad constante a medida que aumenta el gradiente de velocidad.

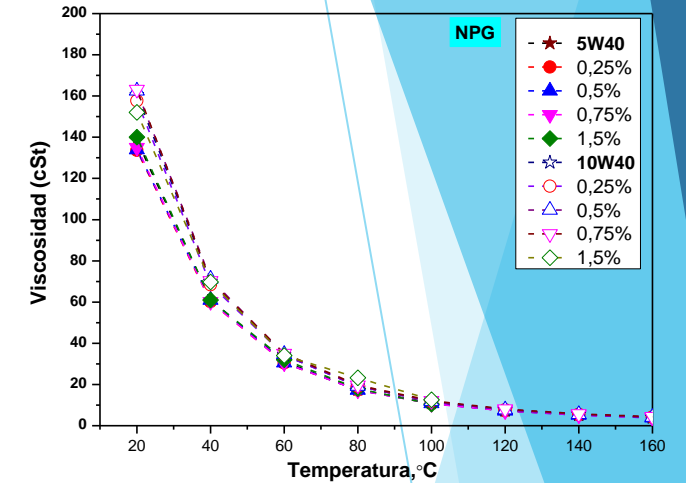
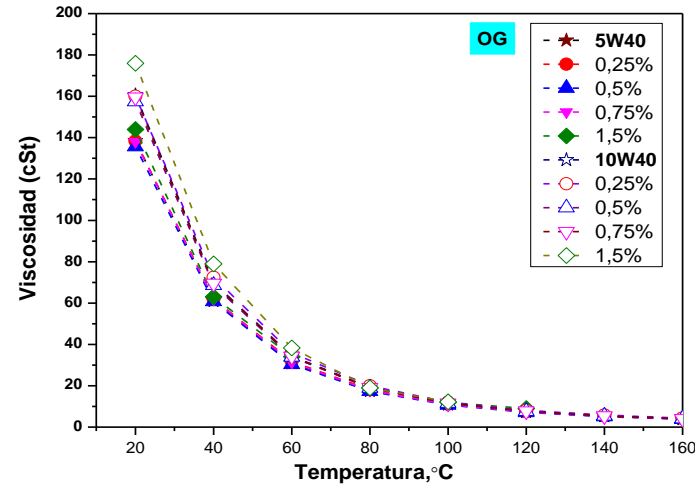
INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS A TEMPERATURAS DE 25°C Y 60°C



La viscosidad aumenta a medida que aumenta la concentración de sólidos.

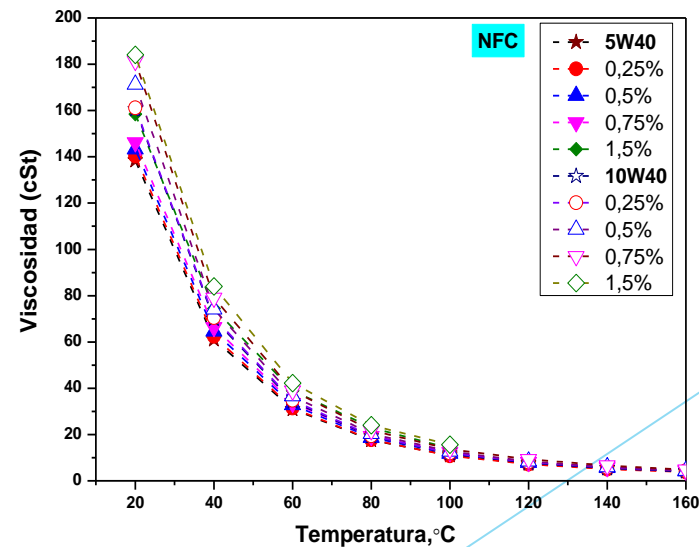
INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SÓLIDOS SEGÚN TIPO DE ACEITE Y NANOMATERIAL

✓ La viscosidad disminuye con el aumento de la temperatura.



✓ A bajas T la viscosidad es mayor para el aceite 10W40 en el orden NFC > OG > NPG

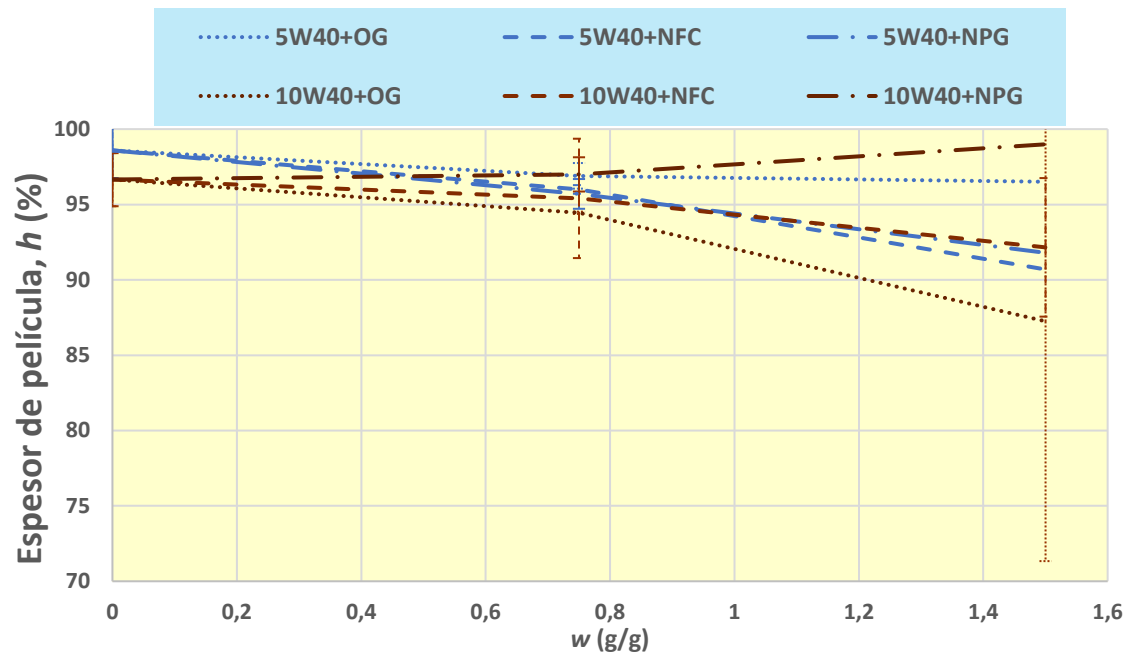
✓ A altas temperaturas no hay diferencias significativas.



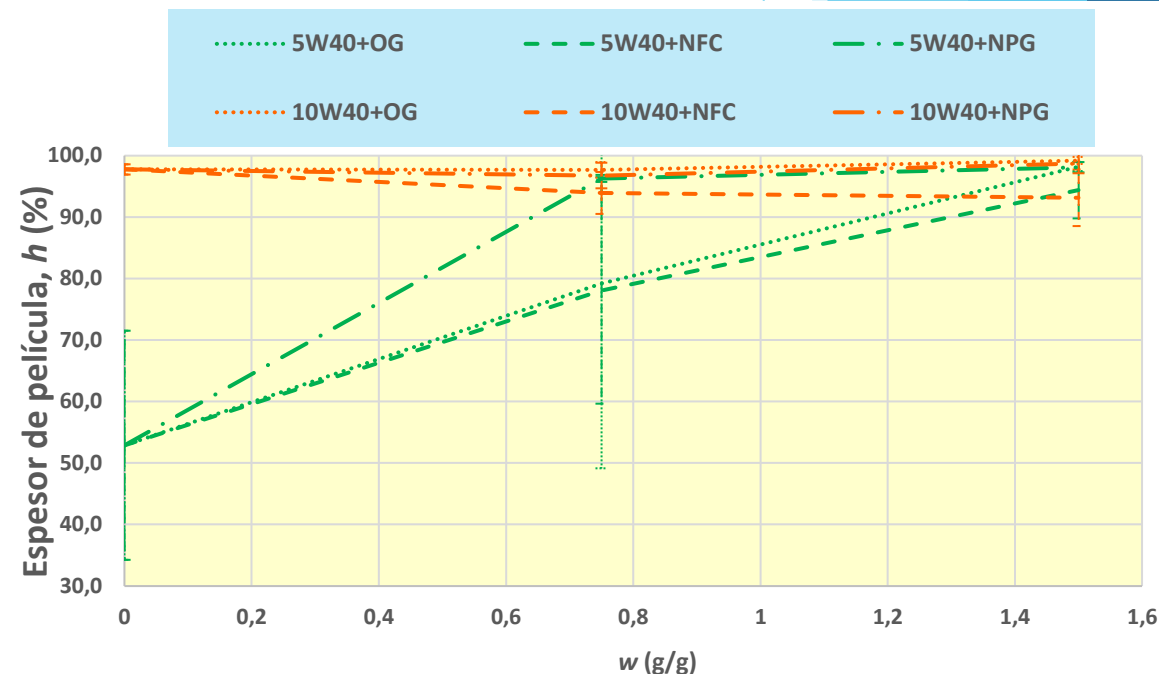
PROPIEDADES TRIBOLÓGICAS

ESESOR DE PELÍCULA EN FUNCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN A DIFERENTES TEMPERATURAS

T=25 °C



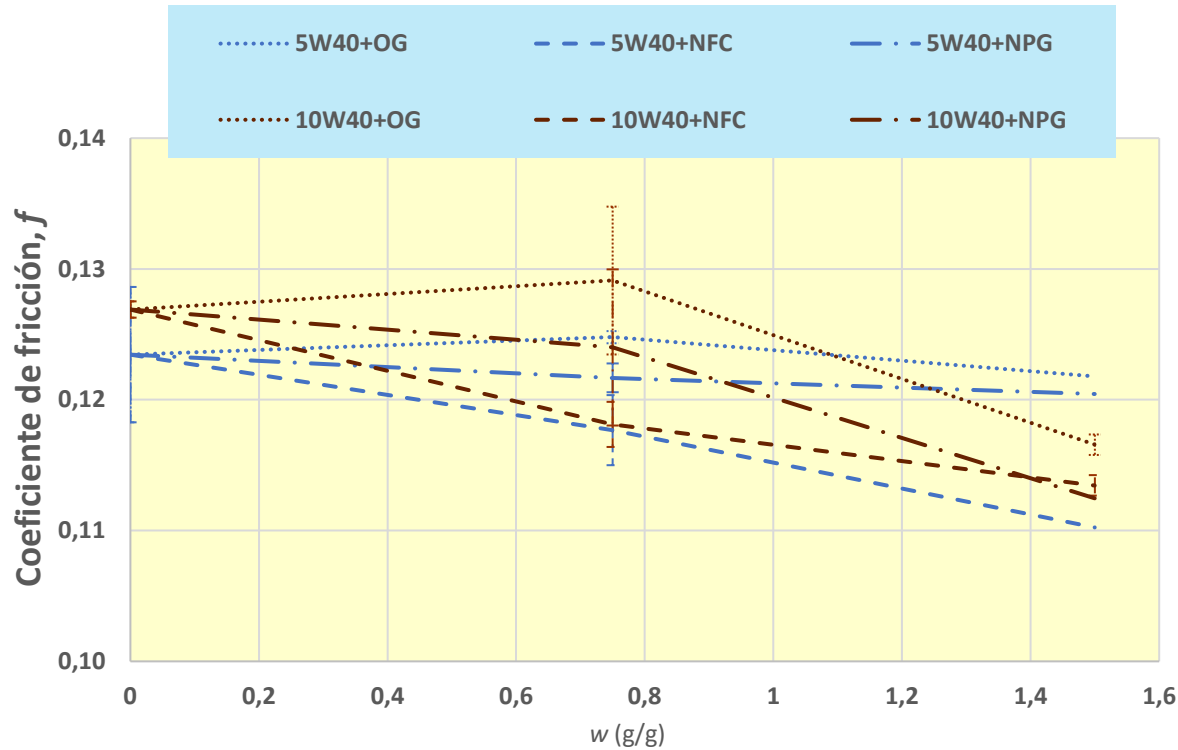
T=60 °C



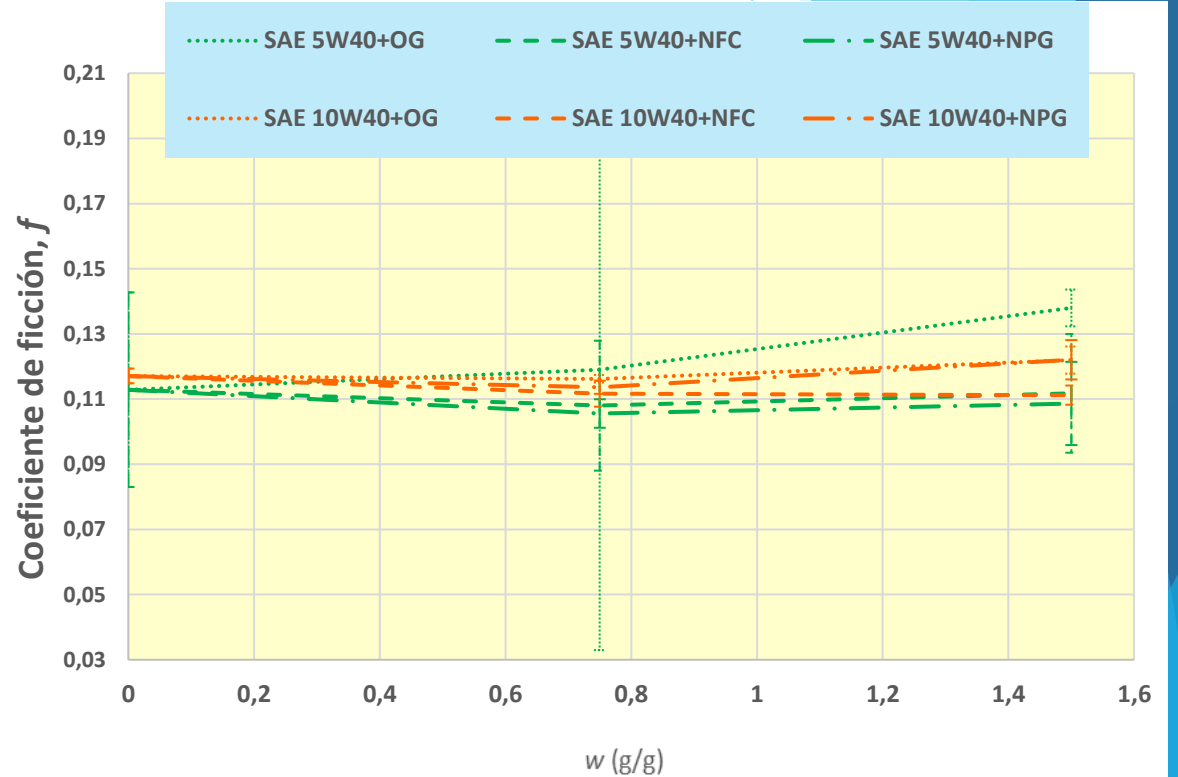
- ✓ Las NPG en el aceite 5W40 a 60 °C, ha logrado aumentar el espesor de película hasta un $86\% \pm 67\%$ y reducir el desgaste hasta $11\% \pm 10\%$.

COEFICIENTE DE FRICCIÓN EN FUNCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN A DIFERENTES TEMPERATURAS

T=25 °C



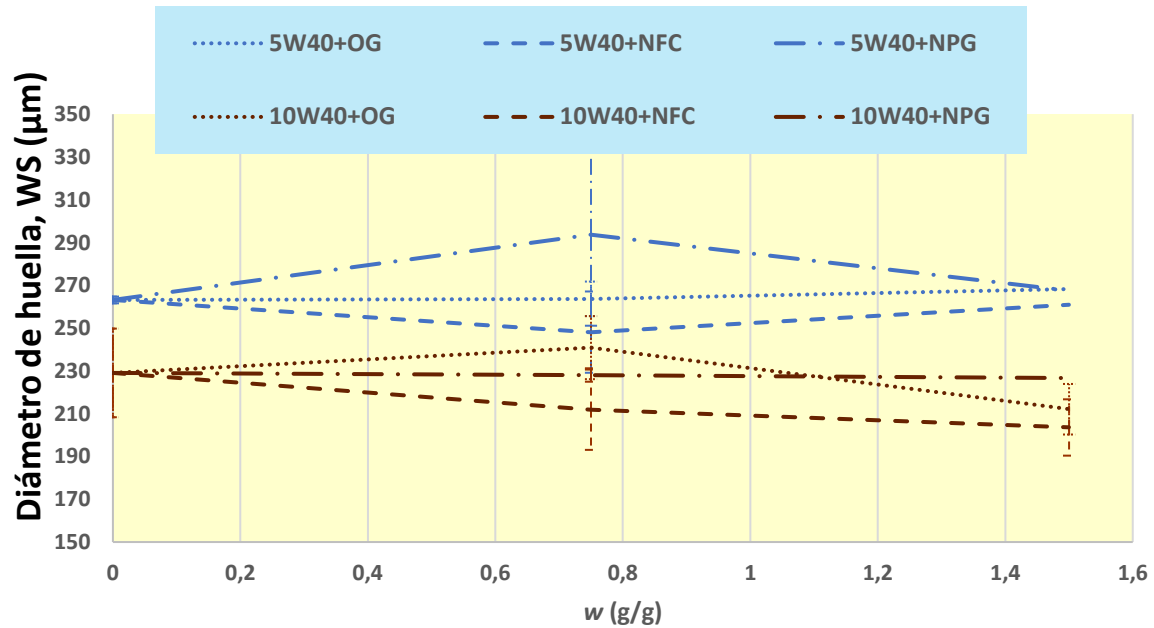
T=60 °C



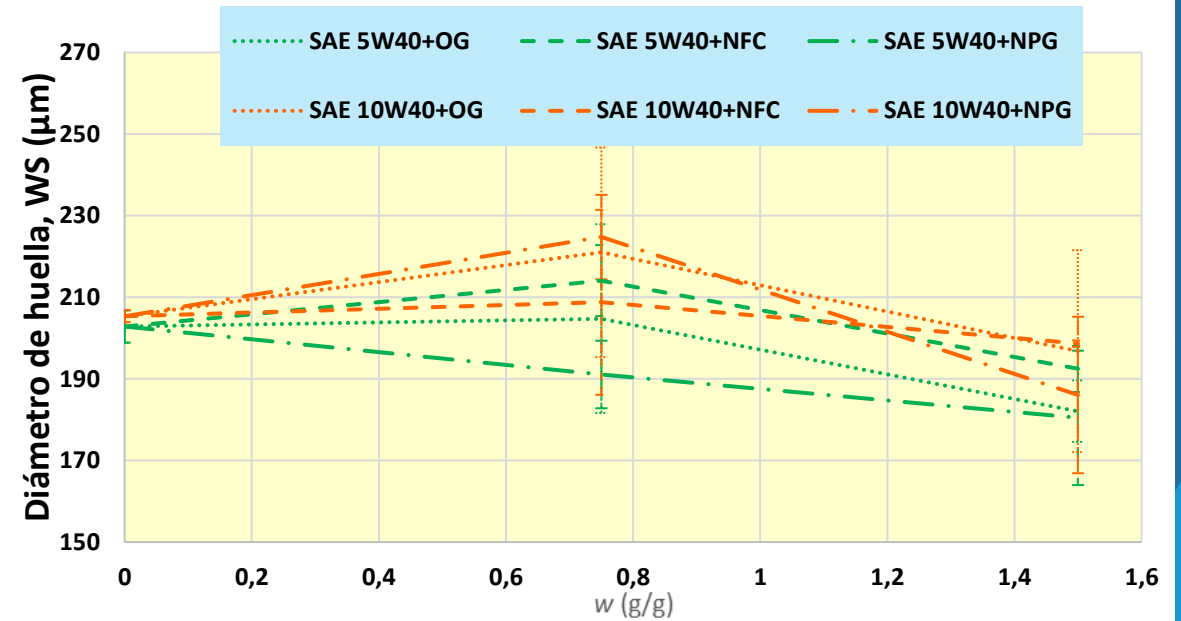
- ✓ Las NFC logran reducciones del coeficiente de fricción a ambas temperaturas con ambos aceites.
- ✓ Los coeficientes de fricción varían entre 0.105 y 0.13.

DIÁMETRO DE HUELLA DE DESGASTE EN FUNCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN

T=25 °C

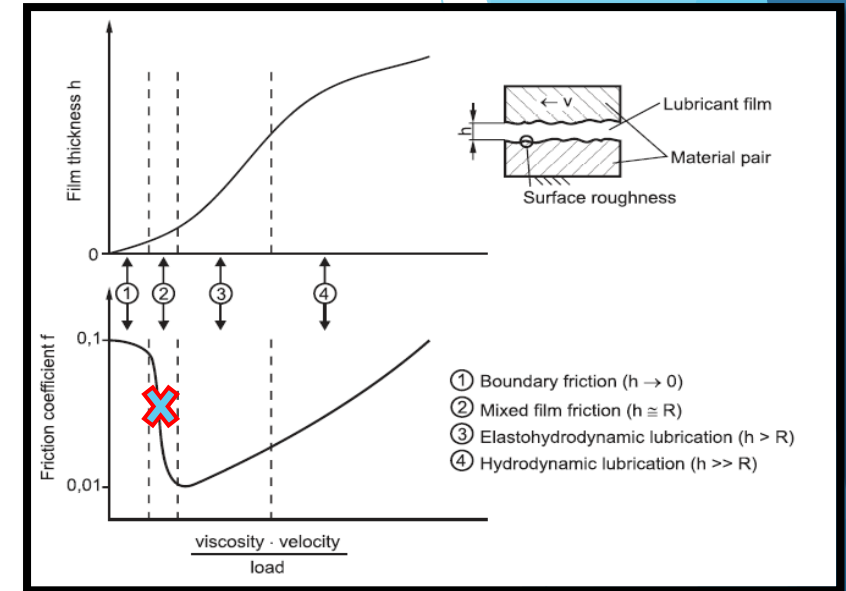
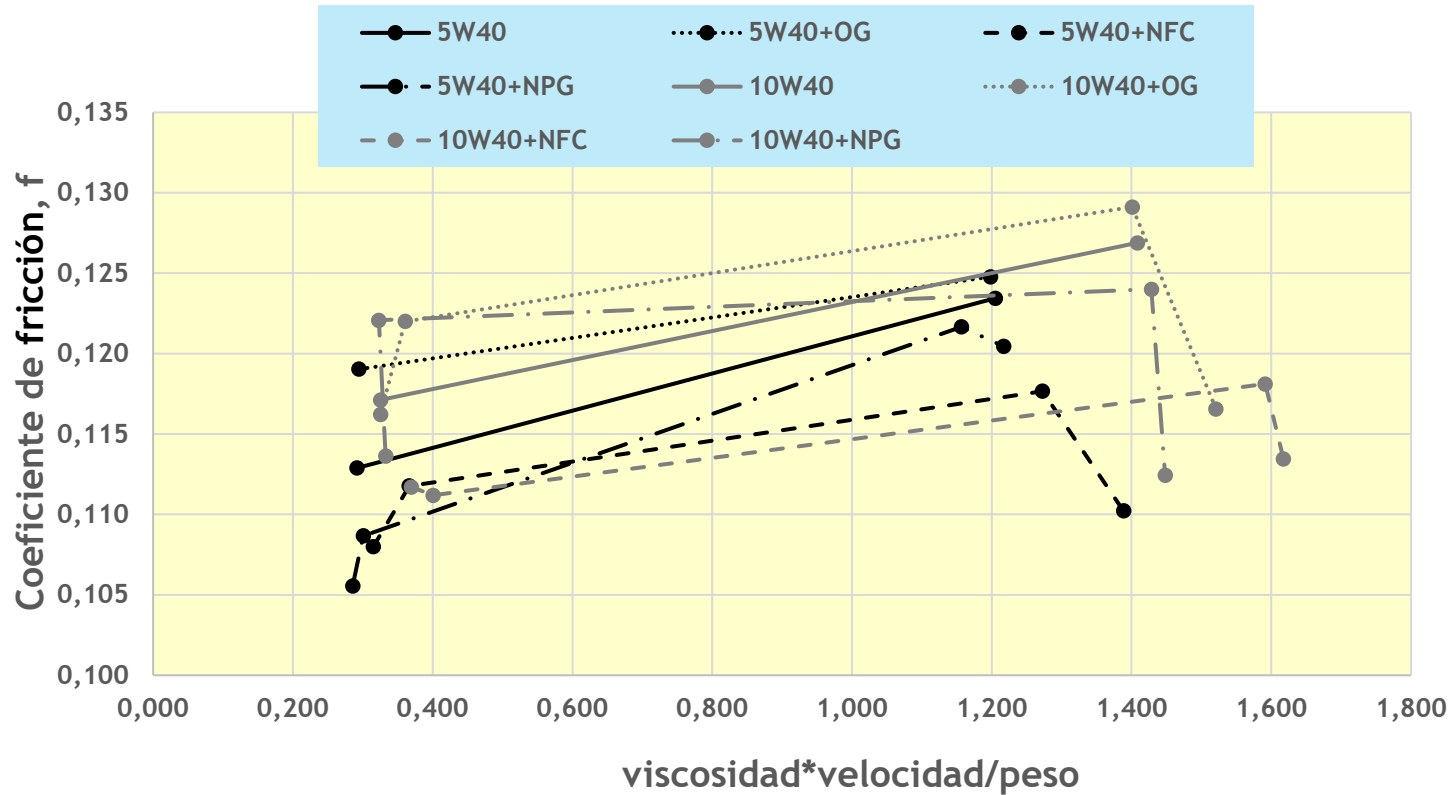


T=60 °C



✓ El GO ha mostrado más reducción del desgaste con el aceite 5W40 a 60 °C.

CURVAS DE STRIBECK a 25°C Y 60°C. Pronostican el desgaste y la energía mecánica pérdida



- ✓ Los coeficientes de fricción varían entre 0.105 y 0.13
- ✓ El régimen de lubricación dominante en todos los ensayos es la **lubricación mixta**, donde el coeficiente de fricción varía entre 0.01 y 0.3

COMPARACIÓN DEL EFECTO DEL NANOMATERIAL SOBRE LOS DIFERENTES PARÁMETROS ESTUDIADOS

		OG	NFC	NPG
Homogeneidad		3	1	2
Aumento de la viscosidad		2	1	3
Reducción del coeficiente de fricción		2	1	-
Reducción del diámetro de huella		1 (25 °C) 2 (60 °C)	3	1 (60 °C)

Escala utilizada

1 - más alta, 2 - intermedia , 3 - más baja y (-) no hay ningún resultado significativo

CONCLUSIONES

- Fluido Newtoniano en ausencia y presencia de NP base carbono.
- OG y NPG < 1% en peso, **no altera la viscosidad** de los aceites lubricantes.
- NFC ↑ notablemente los valores de viscosidad.
- ↑ temperatura ↓ viscosidad.

CONCLUSIONES

Mejores resultados

- **NFC** → reducción del coeficiente de fricción y una mejora más completa en la lubricidad.
- **NPG** → reducción al desgaste, aunque no se han obtenido efectos significativos en el coeficiente de fricción.
- **OG** → lubricidad en ambos aceites.
- Las **NPs** en aceite menos viscoso, 5W40.