

Precisión de un caudalímetro

OBJETIVO DEL EJERCICIO

- Verificará la precisión de un caudalímetro;
- Determinará el efecto de temperatura en la precisión del caudalímetro.

DISCUSIÓN

Operación y construcción del caudalímetro

La Figura 5-15 muestra el caudalímetro proporcionado con su equipo didáctico en hidráulica. Este caudalímetro consta de una ventana cilíndrica graduada y un anillo indicador. El anillo se desliza sobre un cilindro dentro de la ventana, indicando la cantidad de flujo.

Dentro del cuerpo del caudalímetro se encuentra un pistón cargado por resorte que se desliza sobre un cono de medición. Mientras el flujo aumenta, el pistón se desliza bajando el cono de medición, hasta que la fuerza en el pistón es igual a la fuerza del resorte.

El movimiento del pistón es proporcional a la razón de flujo del aceite. La fuerza en el imán anular en el pistón controla la posición del anillo indicador sobre la parte exterior del manguito.

El caudalímetro trabajará en cualquier posición debido a que el pistón es cargado por resorte. La gravedad tiene poco o nada de efecto en la operación. Sin embargo, el caudalímetro operará en una sola dirección. Una válvula de retención desviará el flujo de aceite a través del caudalímetro, el cual debe ser conectado en una línea donde la dirección de flujo es invertida.

Existen otros caudalímetros en los cuales el flujo del aceite es opuesto, debido a la acción de gravedad en una esfera o un rotor. Estos caudalímetros deben de estar en una posición vertical para operar adecuadamente.

Precisión de un caudalímetro

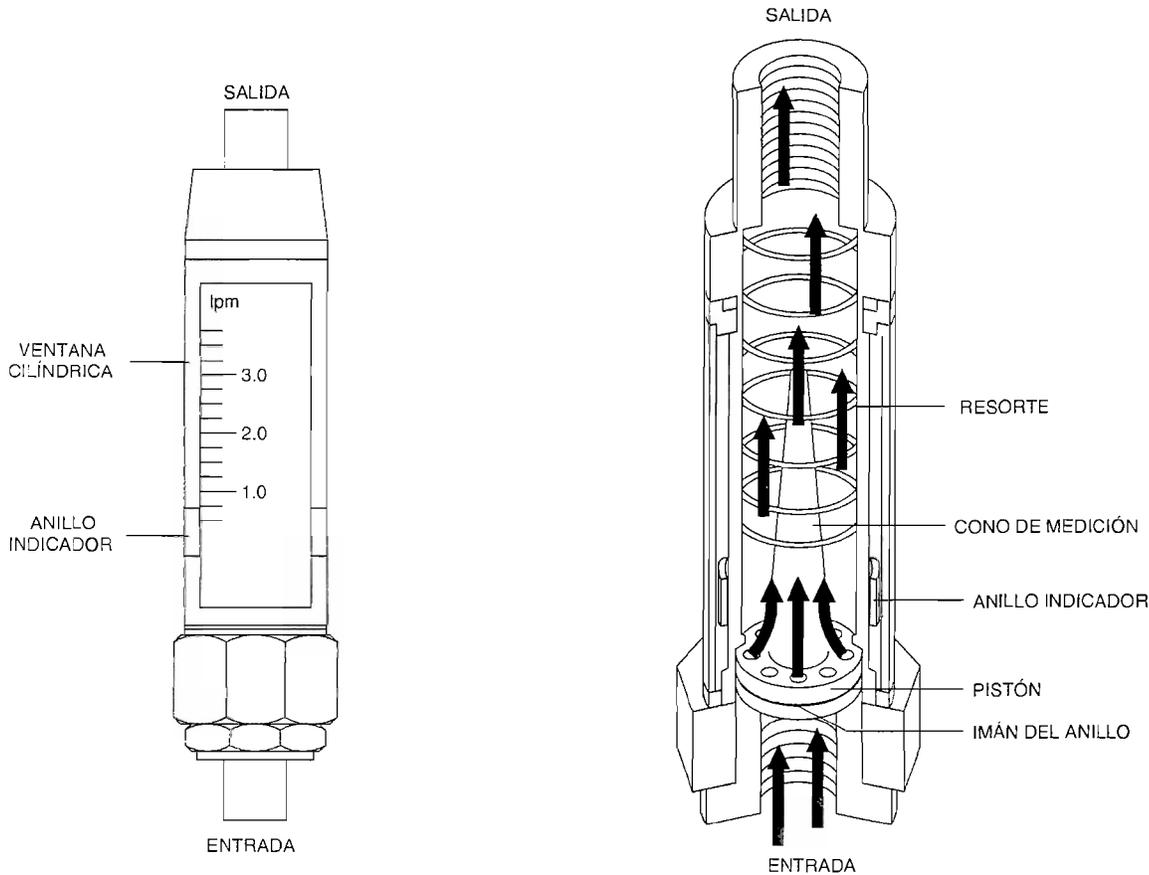


Figura 5-15. Vistas gráficas y en corte del caudalímetro en el equipo didáctico.

Viscosidad del aceite y gravedad específica

Dos muy importantes características de cualquier aceite hidráulico son la viscosidad y la gravedad específica. Estas características afectan la precisión de medición de flujo.

- La **viscosidad** es una medida de la resistencia de un flujo para circular. El agua es fluido de baja viscosidad ya que es “delgada” y fluye fácilmente. La miel es un fluido de alta viscosidad debido a que es “espesa” y muestra mayor resistencia al flujo.

En hidráulica, la mayoría de los sistemas utilizados para clasificar la viscosidad del aceite es el sistema Saybolt Universal Seconds (SSU o SUS). Un aceite es clasificado como 1 SSU cuando 60 mililitros (0,0158 galones US) de este aceite a 38°C (100°F), le toma 1 segundo fluir a través de un orificio estándar de 0,1765 cm (0,0695 pulg) de diámetro. Por ejemplo, si toma 150 segundos para 60 mililitros de otro tipo de aceite a 38°C (100°F), para fluir a través del orificio estándar, este aceite será clasificado como 150 SSU.

Precisión de un caudalímetro

La viscosidad del aceite es afectada por la temperatura, como se muestra en la Figura 5-16. Mientras la temperatura aumenta, la viscosidad disminuye y el aceite se vuelve más delgado. Por esta razón, la viscosidad está normalmente asociada con una temperatura. Los sistemas hidráulicos industriales normalmente utilizan aceites que están clasificados entre 150 y 250 SSU @ 38°C (100°F).

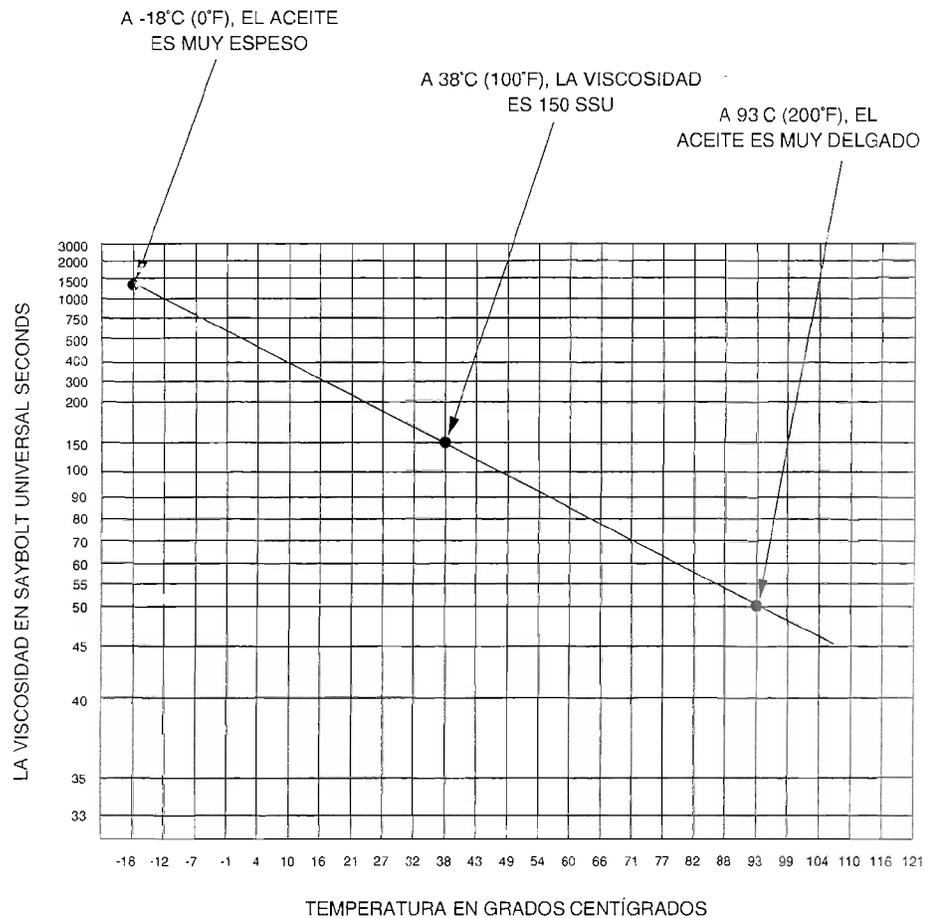


Figura 5-16. Viscosidad del aceite contra temperatura.

- La **gravedad específica** es el peso de un volumen de fluido comparado con el peso de un volumen igual de agua. La gravedad específica del agua pura es de 1,00.

La Figura 5-17 muestra un ejemplo. Si un volumen proporcionado de agua tiene un peso de 100 kg (221 lb) y un volumen igual de aceite tiene un peso de 84 kg (185 lb), la gravedad específica de este aceite es 0,84. Esto significa que el peso del aceite es el 84% que el peso del agua.

Precisión de un caudalímetro

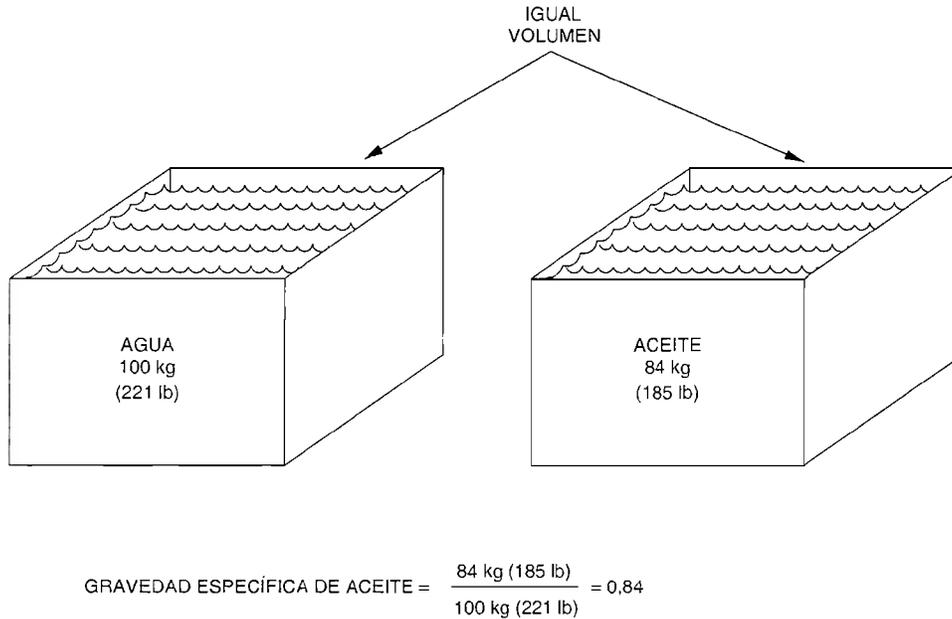


Figura 5-17. Determinando la gravedad específica de un aceite.

La gravedad específica es afectada por la temperatura. Mientras que la temperatura aumenta, el aceite se expande y un volumen proporcionado pesa menos, de manera que la gravedad específica disminuye.

Precisión del caudalímetro

Los caudalímetros son diseñados para leer con exactitud la razón de flujo basada en el uso del aceite hidráulico, el cual tiene una cierta **viscosidad y gravedad específica**. El caudalímetro proporcionado con su equipo didáctico en hidráulica, por ejemplo, es calibrado para aceite hidráulico con una viscosidad de **150 SSU** y una gravedad específica de **0,876**. Los aceites comúnmente utilizados en los sistemas hidráulicos corresponden a estas clasificaciones a una temperatura de alrededor de 38°C (100°F).

La precisión llega a ser cada vez más difícil de alcanzar cuando la temperatura del aceite baja cerca de los 38°C (100°F), ya que el aceite grueso coloca presión extra en las partes internas del caudalímetro, proporcionando una lectura ligeramente mayor que la razón de flujo actual.

La exactitud de un caudalímetro puede ser verificada midiendo el volumen actual de aceite que fluye a través de éste y comparando este volumen con el volumen indicado. Esta prueba puede ser realizada en diferentes temperaturas para determinar si el caudalímetro es relativamente inmune al cambio de temperatura.

Precisión de un caudalímetro

MATERIAL DE REFERENCIA

Para información detallada sobre la viscosidad del aceite y la gravedad del aceite, consulte el capítulo titulado *Petroleum Base Hydraulic Fluid* (El Fluído Hidráulico en el Petróleo) en el manual *Industrial Hydraulic Technology* de Parker-Hannifin.

Resumen del procedimiento

En este ejercicio, determinará la precisión de un caudalímetro, midiendo el volumen actual del aceite que pasa a través de éste y comparando este volumen con el volumen indicado. Esta prueba se realizará en dos diferentes temperaturas para determinar si el caudalímetro es sensible al cambio de temperatura.

EQUIPO REQUERIDO

Consulte la Gráfica de Utilización del Equipo, en el Apéndice A de este manual, para obtener la lista del equipo requerido para realizar este ejercicio.

PROCEDIMIENTO

Medición de la exactitud del caudalímetro con aceite frío y caliente

1. Conecte el circuito como se muestra en la Figura 5-18. Asegúrese de que el frasco de plástico esté vacío antes de conectarlo al orificio B de la válvula direccional.
2. Antes de activar la fuente de alimentación hidráulica, realice el siguiente procedimiento inicial:
 - a. Asegúrese de que las mangueras estén firmemente conectadas.
 - b. Verifique el nivel de aceite en el depósito. Agregue aceite si se requiere.
 - c. Utilice lentes de seguridad.
 - d. Asegúrese de que el interruptor de energía en la fuente de alimentación hidráulica esté en la posición OFF (APAGADO).
 - e. Conecte el cable de la fuente de alimentación hidráulica a la salida de energía de CA.
 - f. Abra completamente la válvula de alivio (gire la perilla de ajuste totalmente en el sentido contrario al de las manecillas del reloj).
3. Abra completamente la válvula de control de flujo no compensada (gire la perilla de ajuste totalmente en el sentido contrario al de las manecillas del reloj).

Precisión de un caudalímetro

- 4. Observe la temperatura del aceite mostrada por el indicador de nivel de aceite/temperatura en la fuente de alimentación hidráulica. Registre esta temperatura en la Tabla 5-4 debajo de “ACEITE FRÍO”.

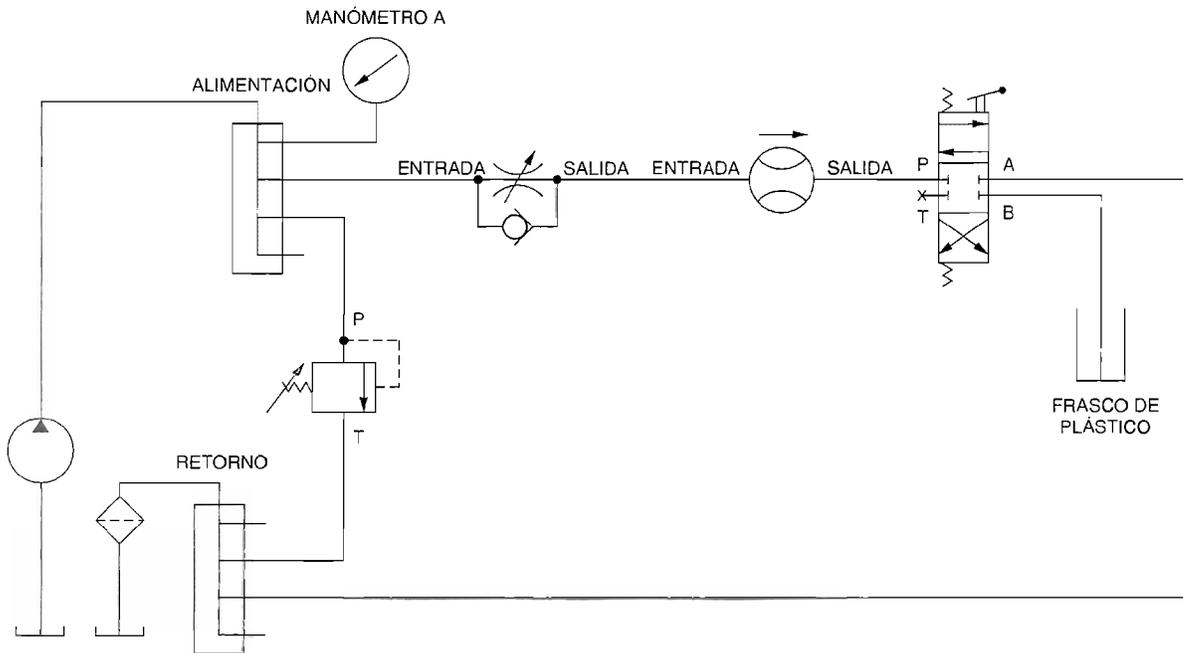


Figura 5-18. Medición de la exactitud del caudalímetro.

- 5. Active la fuente de alimentación hidráulica.
- 6. LGire la perilla de ajuste de la válvula de alivio en el sentido de las manecillas del reloj hasta que la presión del sistema en el manómetro A sea de 3500 kPa (500 psi).
- 7. Mueva la palanca de la válvula direccional hacia el cuerpo de la válvula para conectar el orificio P al orificio A y ajuste la válvula de control de flujo no compensada, hasta que el caudalímetro lea 2,0 l/min [0,53 gal(US)/min]. Suelte la palanca de la válvula.

ADVERTENCIA!

Asegúrese de no alejar la palanca de la válvula direccional del cuerpo de la válvula o el aceite será descargado al frasco de plástico.

Precisión de un caudalímetro

- 8. Firmemente mantenga el frasco de plástico en forma vertical con una mano. Aleje la palanca de la válvula direccional del cuerpo de la válvula y manténgala desplazada durante 10 segundos exactamente para descargar el flujo de la bomba a un frasco de plástico, luego libere la palanca.
- 9. Desactive la fuente de alimentación hidráulica. No modifique el ajuste de presión de la válvula de alivio.
- 10. Desconecte el frasco de plástico del orificio B de la válvula direccional, después vacíe el aceite recolectado en el vaso de precipitado graduado. Mida y registre el volumen de aceite recolectado en los siguientes espacios.

Volumen de aceite recolectado: _____ ml

- 11. Si está trabajando con unidades en Sistema Inglés, multiplique el volumen registrado en el paso 10 por 0,000264 para obtener el volumen equivalente en galones americanos. Registre su valor calculado en la Tabla 5-4 debajo de "VOLUMEN".

Si está trabajando con unidades en S.I., multiplique el volumen registrado en el paso 10 por 0,001 para obtener el volumen equivalente en litros. Registre su valor calculado en la Tabla 5-4 debajo de "VOLUMEN".

TEMPERATURA	LECTURA DEL CAUDALÍMETRO	VOLUMEN PROPORCIONADO EN 10 s	RAZÓN DE FLUJO ACTUAL	% DE ERROR DE CAUDALÍMETRO
ACEITE FRÍO (_____ °F ó _____ °C)	0,53 gal(US)/min (2,0 l/min)			
ACEITE CALIENTE (_____ °F ó _____ °C)	0,53 gal(US)/min (2,0 l/min)			

Tabla 5-4. Exactitud del caudalímetro contra la temperatura de aceite.

- 12. Vacíe el aceite recolectado en un contenedor (jarra de plástico con tapa, botellas cubiertas, envases de leche, etc) para llevarlo a un lugar de reciclaje. No vacíe el aceite al depósito de la bomba ya que podría ser contaminado por partículas de polvo. El aceite sucio puede dañar el sistema hidráulico, ya que provoca que la trayectoria de flujo se llegue a obstruir, las válvulas se adhieran y la bomba se sobrecaliente.
- 13. Active la fuente de alimentación hidráulica y déjela funcionando alrededor de 30 minutos. Después observe la temperatura de aceite mostrada por el indicador de nivel de aceite/temperatura en la fuente de alimentación hidráulica. Registre esta temperatura en la Tabla 5-4 debajo de "ACEITE CALIENTE".

Precisión de un caudalímetro

- 14. Desactive la fuente de alimentación hidráulica. Reconecte el frasco de plástico al orificio B de la válvula direccional, después active la fuente de alimentación hidráulica.
- 15. Mueva la palanca de la válvula direccional hacia el cuerpo de la válvula para conectar el orificio P al orificio A y ajuste la válvula de control de flujo no compensada, hasta que el caudalímetro lea 0,53 gal(US)/min (2,0 l/min). Libere la palanca de la válvula.
- 16. Firmemente mantenga el frasco de plástico en forma vertical con una mano. Aleje la palanca de la válvula direccional del cuerpo de la válvula y manténgala desplazada durante 10 segundos exactamente, para descargar el flujo de la bomba al frasco de plástico, después suelte la palanca.
- 17. Desactive la fuente de alimentación hidráulica. Abra completamente la válvula de alivio (gire la perilla totalmente en el sentido contrario al de las manecillas del reloj).
- 18. Desconecte el frasco de plástico del orificio B a la válvula direccional, después vacíe el aceite recolectado al vaso de precipitado graduado. Mida y registre el volumen de aceite recolectado en los espacios siguientes.

Volumen de aceite recolectado: _____ ml

- 19. Si está trabajando con unidades S.I., multiplique el volumen registrado en el paso 18 por 0,001 para obtener el volumen equivalente en litros. Registre su valor calculado en la Tabla 5-4 debajo de "VOLUMEN".

Si está trabajando con unidades en el Sistema Inglés, multiplique el volumen registrado en el paso 19 por 0,000264 para obtener el volumen equivalente en galones americanos. Registre su valor calculado en la Tabla 5-4 debajo de "VOLUMEN".

- 20. Basado en los volúmenes registrados en la Tabla 5-4, calcule la razón de flujo actual proporcionada por la bomba a ambas temperaturas de aceite, utilizando la fórmula dada a continuación. Registre sus valores calculados en la Tabla 5-4 debajo de "ACTUAL".

Razón de flujo actual = Volumen proporcionado en 10 s x 6

Precisión de un caudalímetro

21. Calcule el error en la lectura del caudalímetro en ambas temperaturas de aceite, utilizando la fórmula proporcionada a continuación. Registre sus valores calculados en la Tabla 5-4 debajo de “% DE ERROR DEL CAUDALÍMETRO”.

$$\text{Error del caudalímetro (\%)} = \frac{\text{Lectura del caudalímetro} - \text{Razón de flujo actual}}{\text{Razón de flujo actual}} \times 100$$

22. De acuerdo a sus cálculos en la Tabla 5-4, ¿afecta la temperatura la exactitud del caudalímetro?

Sí No

23. ¿El error del caudalímetro es mayor a una temperatura baja? Explique por qué.

24. Vacíe el aceite recolectado en un contenedor (jarra de plástico con tapa, botellas cubiertas, envases de leche) para llevarlo a un lugar de reciclaje.

25. Desconecte el cable de la fuente de alimentación hidráulica de la salida de energía, después desconecte todas las mangueras. Limpie los residuos de aceite hidráulico.

26. Retire todos los componentes de la superficie de trabajo y limpie los residuos de aceite hidráulico. Regrese todos los componentes a su lugar de almacenamiento.

27. Limpie el aceite hidráulico del piso y del equipo didáctico. Deseche adecuadamente las toallas de papel y tela utilizados para limpiar el aceite.

CONCLUSIÓN

En este ejercicio, encontré que el caudalímetro es sensible a la temperatura y lee con mayor exactitud a altas temperaturas en un rango de operación normal. Esto se debe a que la temperatura afecta la viscosidad y la gravedad específica de los fluidos. Los caudalímetros están diseñados para leer con exactitud la razón de flujo basada en el uso del aceite hidráulico, el cual tiene una cierta viscosidad y

Precisión de un caudalímetro

gravedad específica. Los caudalímetros industriales por lo general tienen una exactitud dentro de $\pm 5\%$ de la escala total, bajo casi cualquier condición de campo encontrada.

PREGUNTAS DE REVISIÓN

1. En el caudalímetro del equipo didáctico, ¿a qué es proporcional el movimiento del pistón?

2. ¿En qué posición funcionará el caudalímetro del equipo didáctico?

3. Funcionarán los caudalímetros con el flujo en cualquier dirección?

4. ¿Cuánto afecta la temperatura a la viscosidad del aceite?

5. ¿Cuánto afecta la temperatura a la gravedad específica?
