

## Trabajo Práctico – Sistemas Multicomponentes. 1C - 2025

La empresa para la que usted trabaja acaba de ganar la Ingeniería Básica de una refinería. Dentro de los equipos de proceso se encuentra una torre de destilación.

Su jefe sabe que hace poco cursó Operación Unitarias de Transferencia de Materia por lo que le asigna el diseño de esta torre.

Los datos enviados por el cliente son los siguientes,

- Corriente de entrada 470 kgmol/h
- T ingreso: 103°C
- P ingreso: 19 bar\_g
- Condensador y reboiler totales
- Especificaciones:
  1. Recuperación del 98% del propano de la alimentación.
  2. Fracción molar de n-pentano en el destilado debe ser 0,009 o menor.
- Caudales Parciales

Especie	Flujo Molar [kgmol/h]
Metano	0
Etano	30
Propano	130
i-Butano	70
n-Butano	90
i-Pentano	85
n- Pentano	80
n-Hexano	15
n-Heptano	10
n-Octano	10

El cliente está particularmente interesado en el dimensionamiento de esta torre por lo que se agendó una reunión de seguimiento para ver los resultados de manera anticipada, por lo tanto, su **jefe les pide que armen una presentación en Powerpoint para exponer el día de la reunión, con los puntos más relevantes del análisis.**

Es sabido que este cliente es muy detallista por lo que siempre busca la respuesta a la pregunta “¿Por qué?” (ej: Si ustedes sugieren aumentar el reflujo en alguno de los ítems que se les solicitan, el cliente seguramente les preguntara por qué aumentarlo).

Además de la presentación su jefe le solicita que lleve una **hoja de datos preliminar tanto de la torre de destilación como del plato**, obviamente usted elige para presentar el diseño óptimo. Para llegar a este diseño su jefe le pide que siga una serie de pasos.

1. A su jefe siempre le gusta tener al menos un valor por los métodos de cálculo analíticos para poder comparar con el simulador, por lo que le pide calcula analíticamente los siguientes ítems.
  - a. La condición de la alimentación.
  - b. Las temperaturas extremas de la columna (condensador y reboiler).
  - c. El número de platos mínimo (Nmin).
  - d. La distribución de los componentes entre llave para Reflujo total.
  - e. El reflujo mínimo (Rmin).
  - f. La distribución de los componentes entre llave para Reflujo Mínimo.
  - g. Verificar si los componentes claves están correctamente elegidos.
  - h. Para una relación de reflujo 1,3 veces el Rmín determinar: el número de platos de rectificación / agotamiento / Alimentación.
  
2. Luego de realizar los cálculos analíticamente les solicita realizar una simulación de la torre de destilación con HYSYS y que muestre los siguientes resultados.
  - a. Condición de la alimentación. Compare con el caso analítico. ¿A qué se deben las diferencias?
  - b. Le recomienda utilizar la herramienta “SHORTCUT DISTILLATION” para el cálculo de Rmin y Nmin y que los compare los valores obtenidos por el método analítico. ¿Notan diferencias? ¿A qué se deben?
  - c. Utilizando la herramienta “DISTILLATION COLUMN”, y considerando los datos de Nop y Rop calculados analíticamente les pide,
    - i. Indicar las composiciones de tope y fondo obtenidos. Compare con la distribución requerida en el enunciado.
    - ii. En caso de no alcanzar la separación requerida, calcule el valor de Rop (manteniendo el Nop calculado analíticamente) que se requiere para lograr la separación.
    - iii. Repita el punto anterior calculando el número de etapas necesarias para lograr la separación (manteniendo el Rop calculado analíticamente).
    - iv. Realizar una tabla comparativa entre los dos casos de cálculo (Analítico vs. Simulación), indicando la desviación como diferencia % respecto del cálculo analítico.

- v. ¿Cuáles son las temperaturas extremas obtenidas?
  - vi. Indique los consumos energéticos del condensador y reboiler.
  - vii. Graficar  $T$  vs.  $N_p$  y  $X_{C3}$ ,  $X_{i-C4}$ ,  $X_{n-C4}$  y  $X_{i-C5}$  vs.  $N_p$ .
  - viii. Para ver la sensibilidad del plato de alimentación le pide analizar cómo se modifican las composiciones de tope y fondo si la alimentación se realiza 3 platos más arriba del caso calculado analíticamente.
3. Su jefe les solicita calcular la combinación óptima de  $Rop$  y  $Nop$  que optimice el diseño. (Le sugiere que realice un gráfico de  $N_p$  vs  $R$ ). Indique los consumos energéticos del condensador y del reboiler.
4. La planta se encuentra ubicada en las cercanías de un río que tiene una temperatura de agua de  $15^\circ\text{C}$ . Su jefe piensa que podrá ahorrar espesor de torre disminuyendo la presión de trabajo por lo tanto le pide,
- a) Calcular la presión límite a la que podría operar la torre
  - b) ¿Cómo resultan los consumos energéticos del reboiler y condensador?
  - c) ¿Se puede lograr la separación deseada? ¿Modificó alguna variable?
5. A su jefe se le ocurre que operar con condensador parcial podría ayudar a la performance de la torre. Por lo tanto le solicita,
- a. Indicar cómo se ve afectada la performance de la torre del punto 4.
  - b. Si tuvo que modificar variables para converger el sistema (cuáles y por qué eligió modificar esas variables).
  - c. ¿Es una buena opción considerar condensador parcial? ¿De qué depende esta elección?
  - d. Indique los consumos energéticos del condensador y reboiler. Analice y justifique diferencias.
6. Parte del trabajo que les encargaron consisten en dimensionar el plato de la torre, su jefe le pide que,
- a. Proponga un diseño de la torre considerando que el turndown requerido por diseño para la unidad es del 50% y que la torre también debe operar correctamente para una condición de diseño de 110% del caudal de alimentación.
  - b. Indique si la pérdida de carga de cada zona (rectificación y agotamiento) es aceptable.

7. Complete las siguientes hojas de datos con los datos de procesos resaltados en verde,
- Torre de destilación.
  - Platos.

**Resumen de documentos entregar,**

- Excel con los cálculos analíticos.*
- Presentación Powerpoint con los puntos más importantes. **Tendrán 45 min para exponer estos resultados.***
- Excel con resultados de los distintos puntos del trabajo (archivo Excel, completar celdas remarcadas en verde, no modificar orden de celdas).*
- HD torre de destilación y HD del plato de la torre (archivos Excel, completar celdas remarcadas en verde). **Tendrán 30 min para explicar lo completado.***

**La exposición completa durará 2 hs.**