



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y AMBIENTALES**

<b>AÑO:</b>	2018-2019	<b>PERÍODO:</b>	PRIMER TÉRMINO
<b>MATERIA:</b>	FENÓMENOS DE TRANSPORTE DE CALOR	<b>PROFESORA:</b>	ANDREA GAVILANES
<b>EVALUACIÓN:</b>	SEGUNDA	<b>FECHA:</b>	29 DE AGOSTO

**COMPROMISO DE HONOR**

Yo, ..... al firmar este compromiso, reconozco que el presente examen está diseñado para ser resuelto de manera individual, que puedo usar una calculadora ordinaria para cálculos aritméticos, un lápiz o esferográfico; que solo puedo comunicarme con la persona responsable de la recepción del examen; y, cualquier instrumento de comunicación que hubiere traído, debo apagarlo y depositarlo en la parte anterior del aula, junto con algún otro material que se encuentre acompañándolo. No debo además, consultar libros, notas, ni apuntes adicionales a las que se entreguen en esta evaluación. Los temas debo desarrollarlos de manera ordenada.

*Firmo al pie del presente compromiso, como constancia de haber leído y aceptar la declaración anterior.*

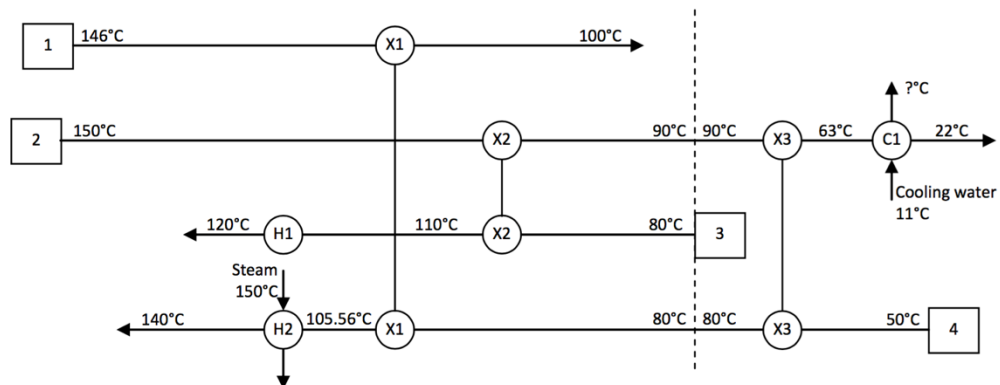
"Como estudiante de ESPOL me comprometo a combatir la mediocridad y actuar con honestidad, por eso no copio ni dejo copiar".

Firma NÚMERO DE MATRÍCULA:.....PARALELO:.....

**Tema 1.-**La Tabla 1 presenta los datos de las corrientes para un proceso químico. La Figura 1 presenta una red de intercambio de calor con una máxima recuperación de energía para un  $\Delta T_{min}$  de 10 °C. (25 pts)

**Tabla 1.** Datos de las corrientes de un proceso químico.

Corriente	Tipo	$T_s$ (°C)	$T_T$ (°C)	CP (kW K <sup>-1</sup> )
1	Caliente	146	100	3
2	Caliente	150	22	6
3	Fría	80	120	12
4	Fría	50	140	5.4
Vapor	Utilidad Caliente	150	150	$\infty$
CW	Utilidad fría	11	?	?



**Figura 1.** Red de intercambio de calor.

- a) El intercambiador de calor X3 lleva a cabo una transferencia de calor “dura” (i.e. con cruce de temperatura), entonces un intercambiador de calor a contra corriente debe ser usado. Asuma un coeficiente de transferencia de calor de  $0.4 \text{ kW m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ , encuentre el área requerida de transferencia de calor del intercambiador en contra corriente). (6 ptos)

Considere para este intercambiador:

$$NTU = \frac{1}{1 - C^*} \ln \left( \frac{1 - \varepsilon C^*}{1 - \varepsilon} \right) \text{ para } C^* < 1$$

- b) El intercambiador de calor H2 suministra calor a la corriente 4, usando vapor a  $150 \text{ }^\circ\text{C}$ . Calcule el área de este intercambiador de calor, asumiendo un coeficiente global de transferencia de calor de  $0.6 \text{ kW m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ . (7 ptos)
- c) Un intercambiador de calor de tubo y carcasa 1:2 tiene un área de transferencia de calor de  $30 \text{ m}^2$ . Se desea que se use el intercambiador de calor existente como C1, usando agua de enfriamiento (CW) que entra a  $11 \text{ }^\circ\text{C}$ . Asuma un coeficiente global de  $0.4 \text{ kW m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ , encuentre el flujo de CW ( $\text{kg h}^{-1}$ ) que podría permitir que este intercambiador de calor pueda ser usado para esta actividad, y calcule la temperatura de salida del agua de enfriamiento. El calor específico del agua de enfriamiento se puede considerar como  $4.18 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ . El gráfico de eficiencia/NTU se adjunta. (12 ptos)

**(Fin Tema 1)**

**Tema 2.**-Los datos de las corrientes para un proceso químico se presenta en la Tabla 2. El calor de recuperación para un  $\Delta T_{min}$  de 10 °C es 279.78 MW. La temperatura pinch es 154 °C. (25 pts)

- Cuál es el monto mínimo de utilidad caliente que se requiere para este proceso para el  $\Delta T_{min}$  de 10 °C? (4 pts)
- Cuál es el mínimo monto de la utilidad fría requerido para este proceso para el  $\Delta T_{min}$  de 10 °C? (4 pts)
- Diseñe una red de intercambio de calor con una máxima recuperación de energía para la región arriba del pinch para este proceso. La red debe presentar las temperaturas alrededor de los intercambiadores de calor. (6 pts)
- Diseñe una red de intercambio de calor con una máxima recuperación de energía para debajo del pinch. La red debe presentar las temperaturas alrededor de los intercambiadores de calor. (6 pts)
- Explique las razones porque puede ser necesario dividir las corrientes arriba del pinch en el diseño de la red de intercambiador de calor. (5 pts)

**Tabla 2.** Datos de las corrientes de un proceso químico.

Corrientes	$T_s$ °C	$T_T$ °C	CP ((MW °C <sup>-1</sup> ))
H1	159	77	2.285
H2	267	80	0.204
H3	343	90	0.538
C1	18	123	0.933
C2	118	193	1.961
C3	189	286	1.796

**(Fin Tema 2)**