

# GUÍAS 9 - Secado

## Problema 5

1° Cuatrimestre - 2026

# Enunciado

Para el secado de madera de 55% de humedad a 30% (base húmeda) se emplea un secadero túnel **contracorriente** a través del cual se hace pasar la madera. El secadero dispone de varias secciones de recalentamiento del aire.

El aire exterior se encuentra a  $t_{bs} = 20^{\circ}\text{C}$  y  $t_{bh} = 10.5^{\circ}\text{C}$ .

Antes de ingresar al secadero se calienta a  $65^{\circ}\text{C}$ .

- En la primera sección del secadero el aire se enfría adiabáticamente hasta alcanzar el 90% de humedad, después pasa través de un recalentador en el que su temperatura se vuelve a elevar a  $65^{\circ}\text{C}$ .
- En la segunda sección del secadero se registra nuevamente un enfriamiento adiabático del aire hasta el 90% de humedad.
- Para ingresar a la tercera sección se recalienta a  $65^{\circ}\text{C}$  y se descarga al exterior luego de enfriarse adiabáticamente hasta el 90% de humedad.

En el secadero se han de tratar  $250 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$  de planchas de madera de dimensiones  $6 \text{ m} \times 0.3 \text{ m} \times 0.025 \text{ m}$ . La densidad de la madera **seca** es de  $800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

# Enunciado

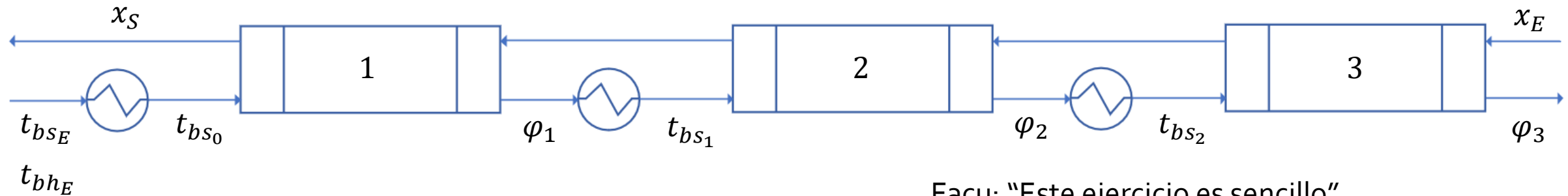
Calcular:

- a) Caudal de aire necesario
- b) Calor suministrado al aire durante toda la operación
- c) Calor necesario para realizar la operación solamente precalentando el aire.
- d) Tiempo de secado de una plancha.

Los datos experimentales indican que  $X_c = 1$

| $X$ | $\frac{kg_{agua}}{kg_{madera\ seca}}$ | 1 | 0.8  | 0.6  | 0.5 | 0.4  | 0.2  | 0 |
|-----|---------------------------------------|---|------|------|-----|------|------|---|
| $N$ | $\frac{kg}{m^2 h}$                    | 1 | 0.68 | 0.36 | 0.2 | 0.16 | 0.08 | 0 |

# Planteo



$$Q_{planchas} = 250 \frac{m^3}{día}$$

Planchas de 6 m x 0.3 m x 0.025 m

$$\rho_{seca} = 800 \frac{kg}{m^3}$$

$$X_c = 1$$

Facu: "Este ejercicio es sencillo"

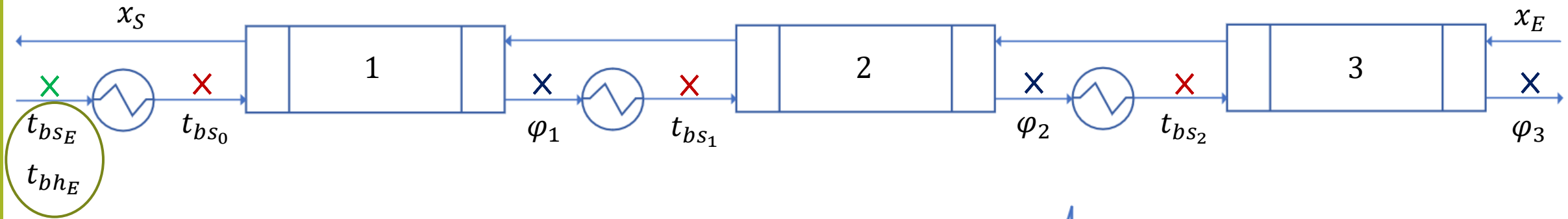
Estudiantes de OP III:



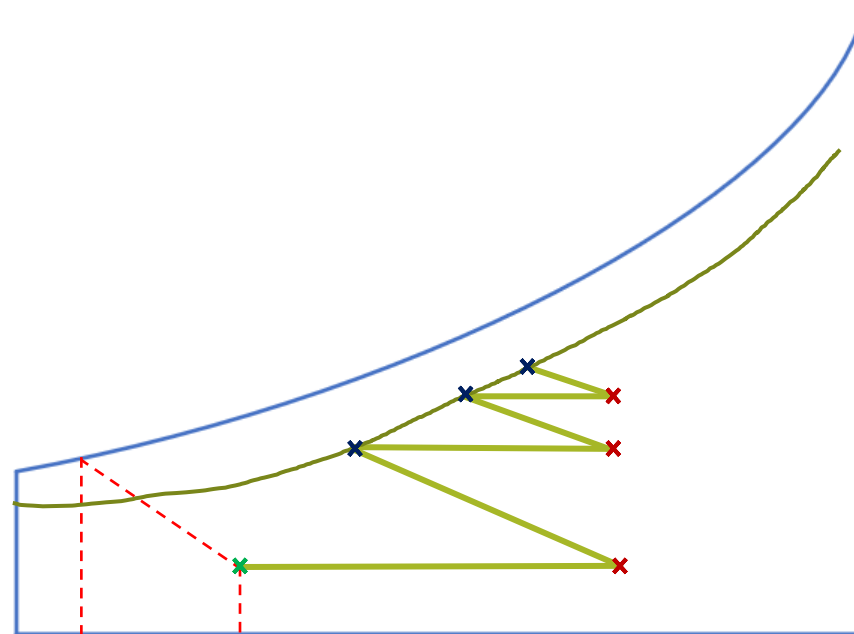
Datos  $N$  vs  $X$  (post crítico)

Planteemos primero la evolución del gas en un diagrama psicrométrico

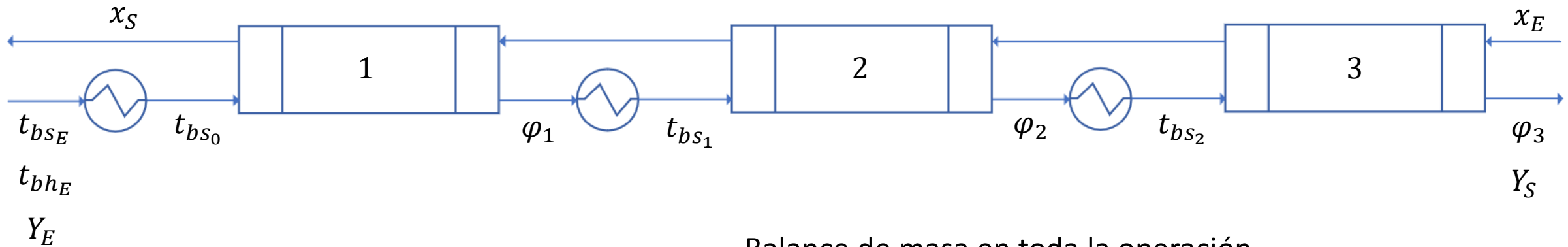
# Planteo



Con este gráfico puedo conocer  
todas las propiedades de mi  
gas en cada parte del proceso



# Punto a



Balance de masa en toda la operación

¿Para qué planteé todo esto?

*Humedad que gana el aire = Agua que pierde el sólido*

Puedo conocer la humedad del aire que entra y la humedad del aire que sale

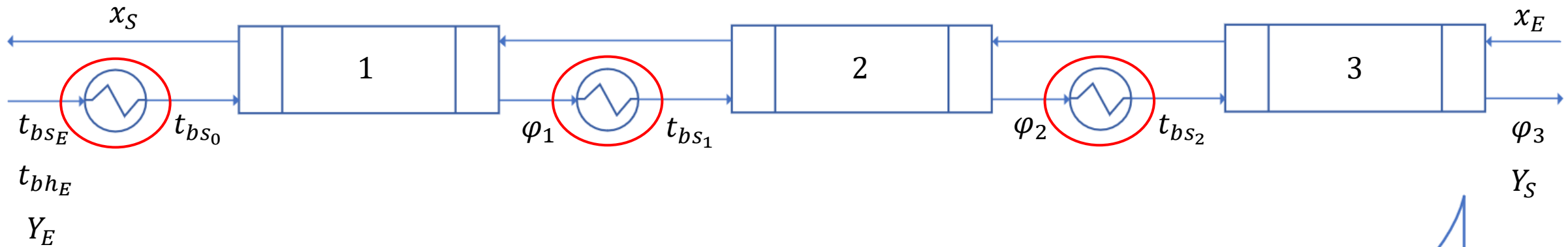
$$G_S * (Y_S - Y_E) = Q_{planchas} * \rho_{seca} * (X_E - X_S)$$

$$X_E = \frac{x_E}{1 - x_E} \quad X_S = \frac{x_S}{1 - x_S}$$

Obtengo  $G_S$



# Punto b

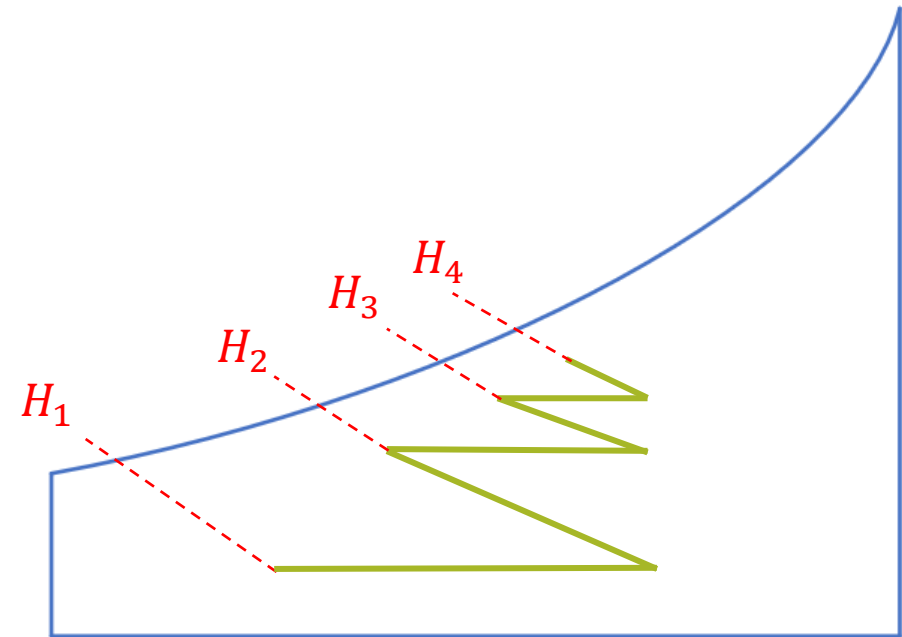


¿Dónde suministro calor al aire?

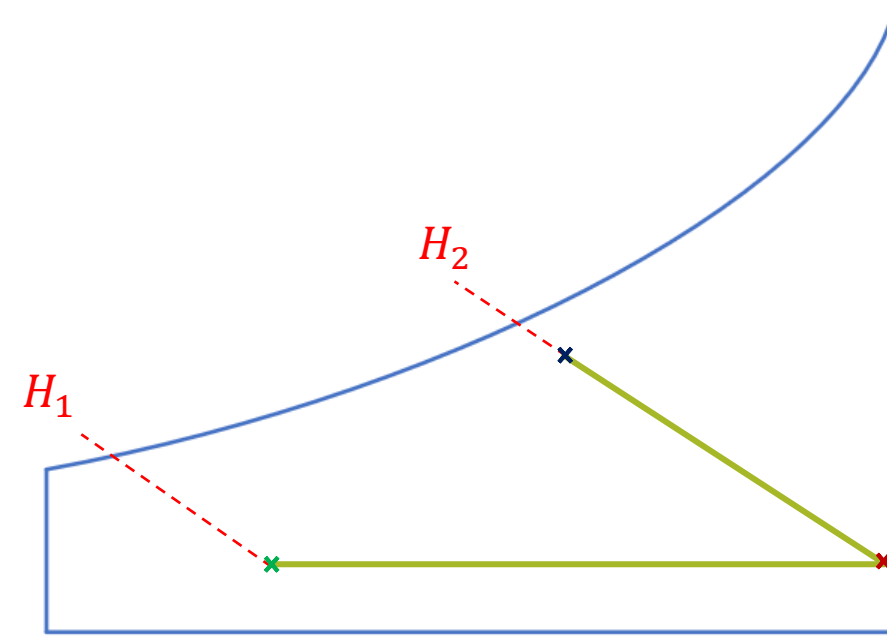
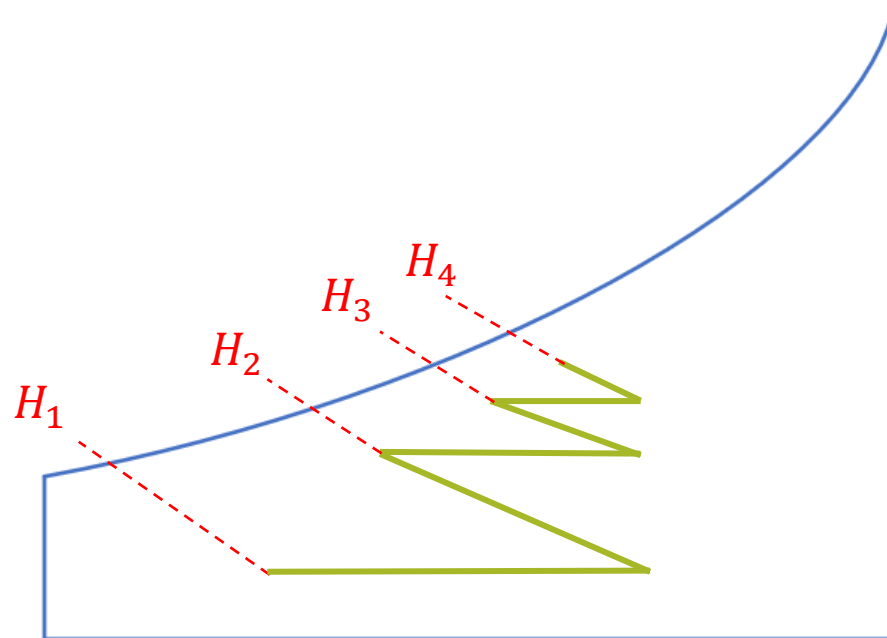
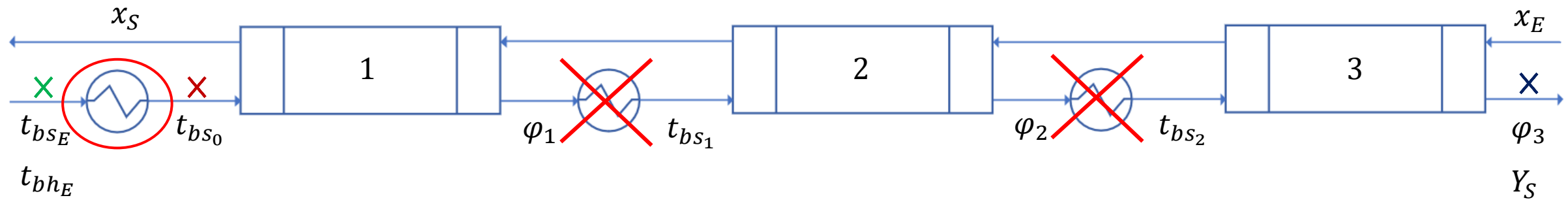
El calor total lo puedo expresar como la suma de cada calor aportado al sistema

$$Q_{Tot} = Q_{iq_1} + Q_{iq_2} + Q_{iq_3}$$

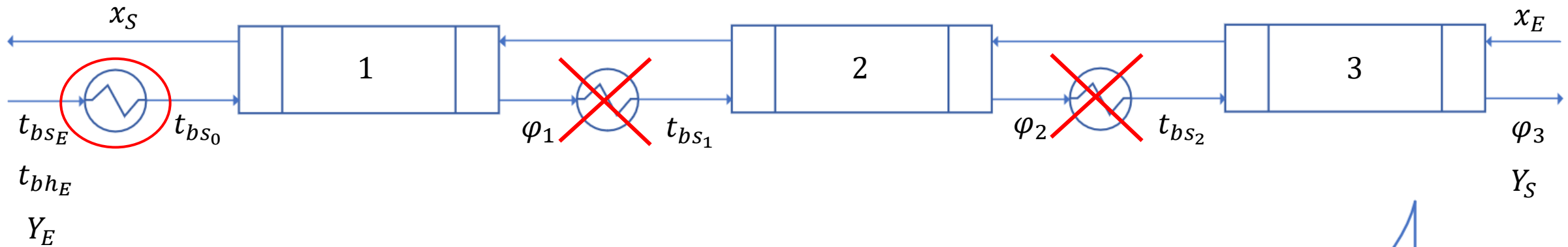
$$Q_{iq_i} = H_{Si} - H_{Ei}$$



# Punto c

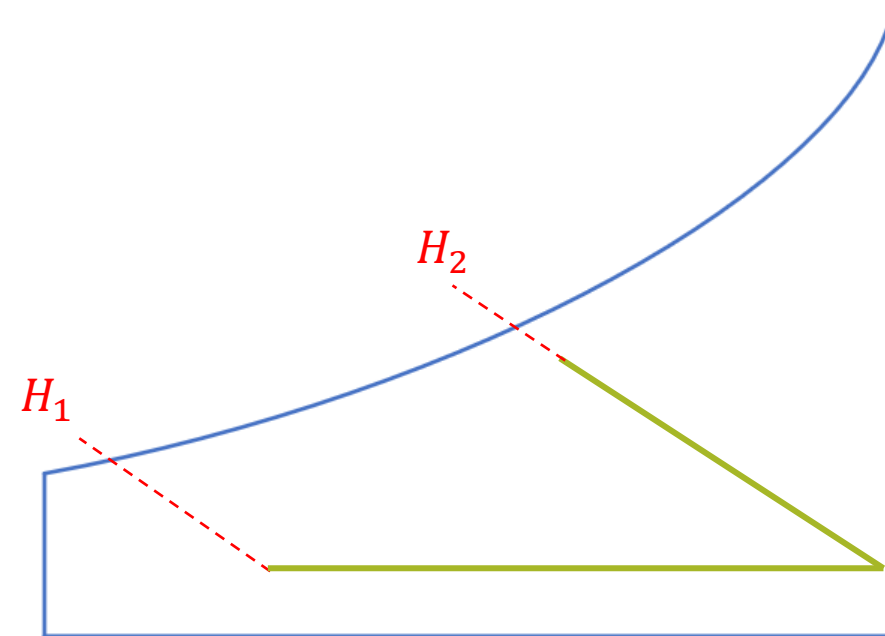


# Punto c

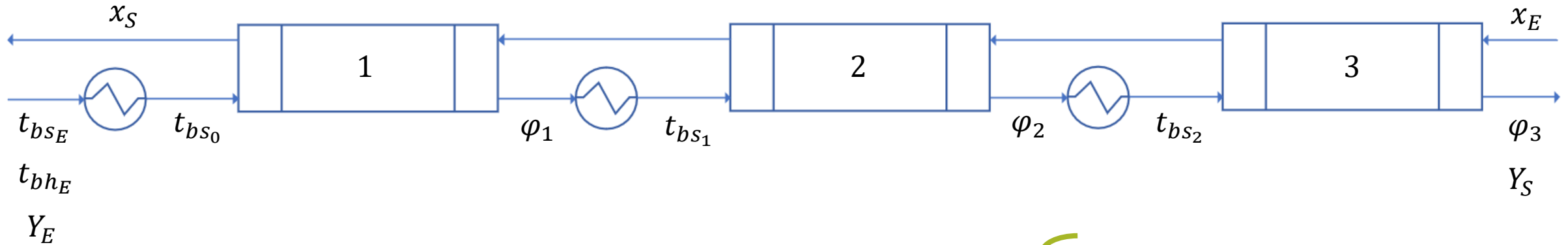


¿Cómo va a ser el calor a entregar comparado con el esquema anterior?

¿Qué ventajas o desventajas puede traer este cambio en el proceso?



# Punto d



Ecuación de diseño

$$d\theta = -\frac{L_S}{A} * \frac{dX}{N}$$

$$L_S = \text{Masa de sólido seco} = V_{\text{plancha}} * \rho_{\text{seca}}$$

$$A = \text{Área de secado} = 2 * 6 \text{ m} * 0.3 \text{ m}$$



Supongo que seco por las dos caras

Puedo partir la integral  
en dos partes

Secado pre-crítico

$$\theta_{\text{pre}} = -\frac{L_S}{A} * \frac{(X_E - X_C)}{N_C}$$

Secado post-crítico

$$\theta_{\text{post}} = -\frac{L_S}{A} * \int_{X_C}^{X_S} \frac{dX}{N}$$

# ¿PREGUNTAS?