

GUÍAS 5 y 6 - Destilación Binaria y Multicomponentes

Ejercicio 6

Múltiples Alimentaciones

1° Cuatrimestre - 2025

Enunciado

Dos mezclas deben ser fraccionadas a presión constante en una columna de destilación equipada con condensador y reboiler parcial. Por requerimientos de proceso deben efectuarse dos extracciones laterales.

Determinar R_{min} y NP para una relación de reflujo, R , dos veces la mínima.

Datos:

	Caudal (kmol/h)	Composición del volátil	Condición (q)
Alimentación 1	50	0,5	1
Alimentación 2	100	0,35	0,7
Destilado		0,97	
Fondo		0,05	
Extracción 1	25	0,75	1
Extracción 2	5	0,2	1

- Equilibrio $\alpha=4$

Material audiovisual

- [Destilación Fraccionada de Petróleo](#) (Español)
- [Destilación de crudo](#) (Inglés)

Resolución

Como siempre, arrancamos por lo más sencillo:

$$BMT) F_1 + F_2 = D + W + F_{ext1} + F_{ext2}$$

$$BMP) F_1 \cdot z_1 + F_2 \cdot z_2 = D \cdot x_D + W \cdot x_W + F_{ext1} \cdot x_{ext1} + F_{ext2} \cdot x_{ext2}$$

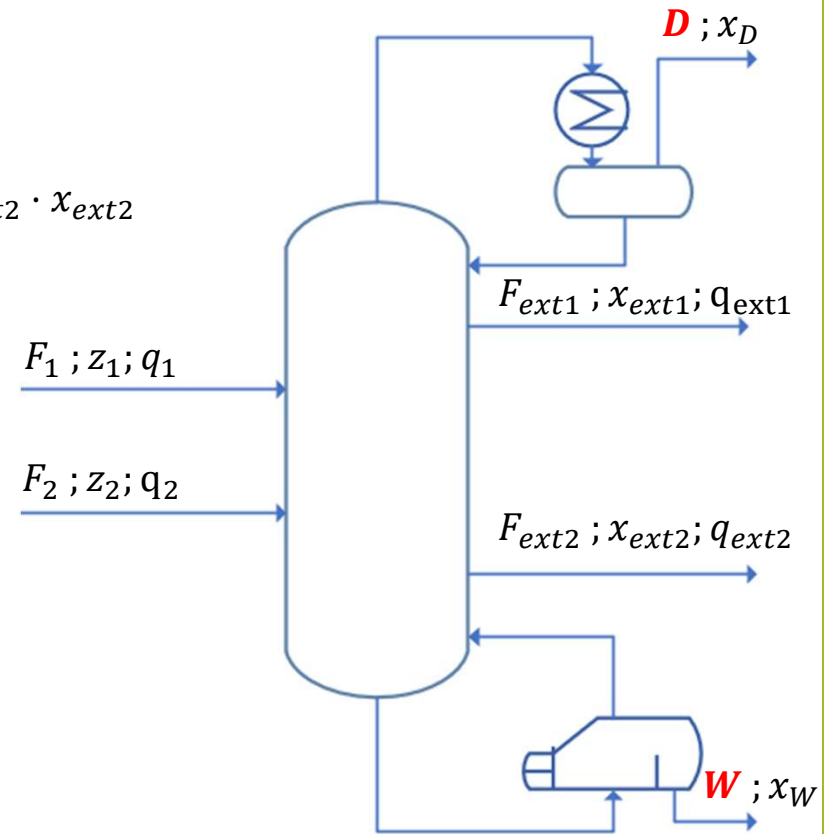
Obtenemos:

$$\begin{cases} D = 36,83 \frac{\text{kmol}}{\text{h}} \\ W = 83,17 \frac{\text{kmol}}{\text{h}} \end{cases}$$

¿Y ahora?

Pasos a seguir:

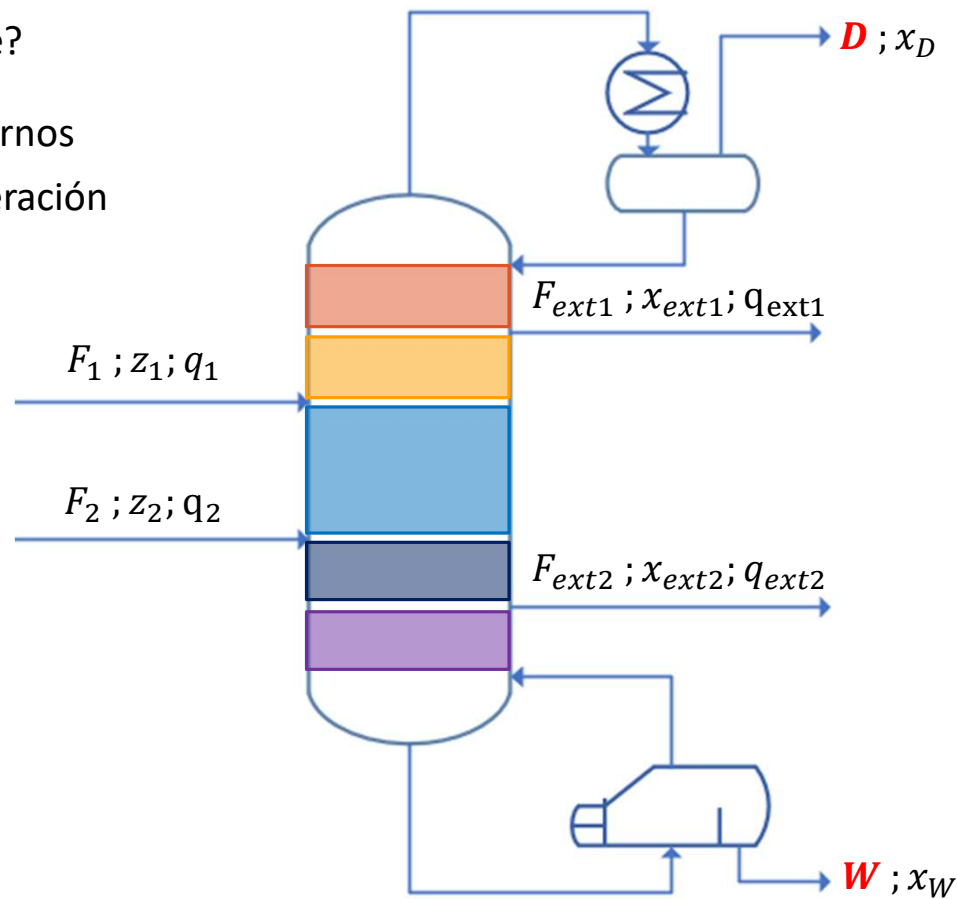
- 1) Encontrar Rmin
- 2) Obtener Rop
- 3) Calcular N° de etapas requeridas



Resolución – Caudales internos

¿Qué cambia internamente?

- Distintos caudales internos
- Distintas rectas de operación



Resolución – Gráfico x-y

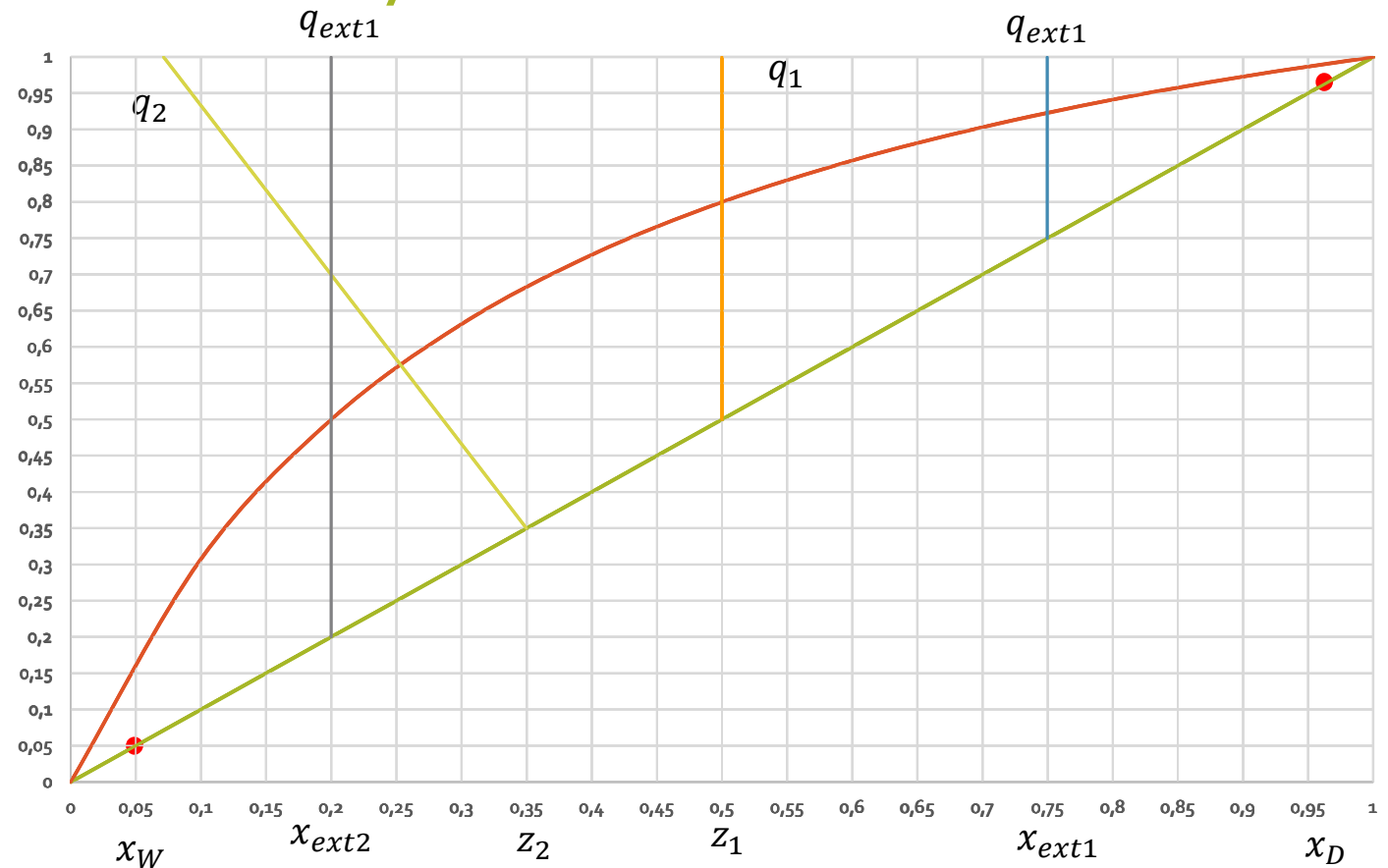
Equilibrio



$$y = \frac{\alpha \cdot x}{1 + x \cdot (\alpha - 1)}$$

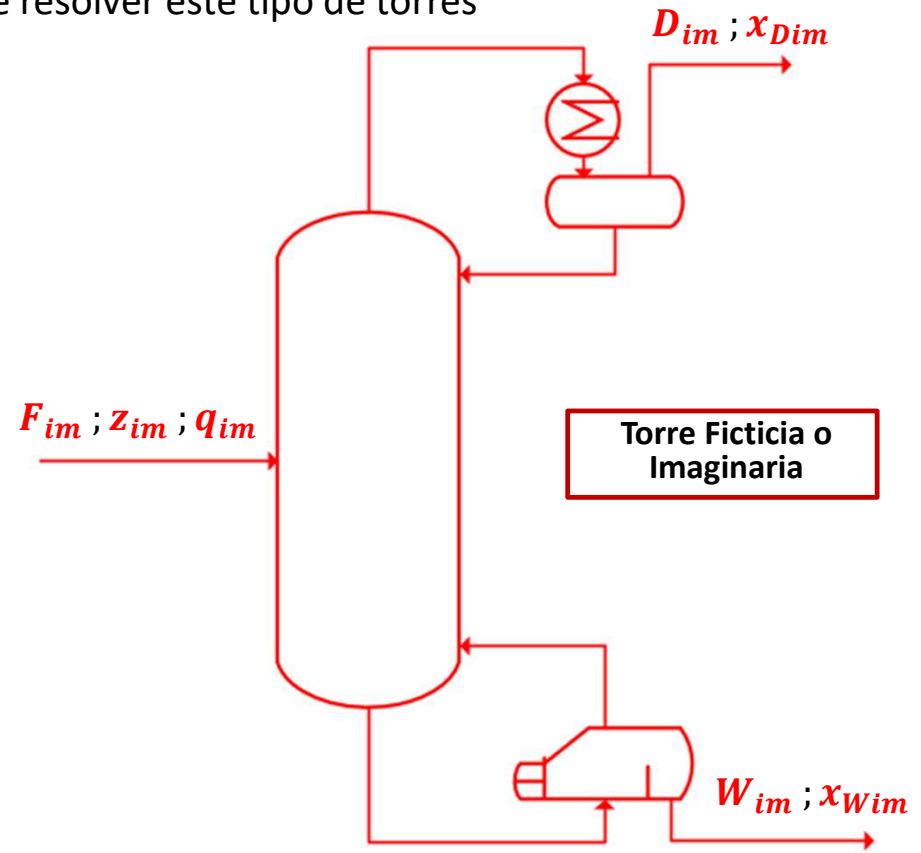
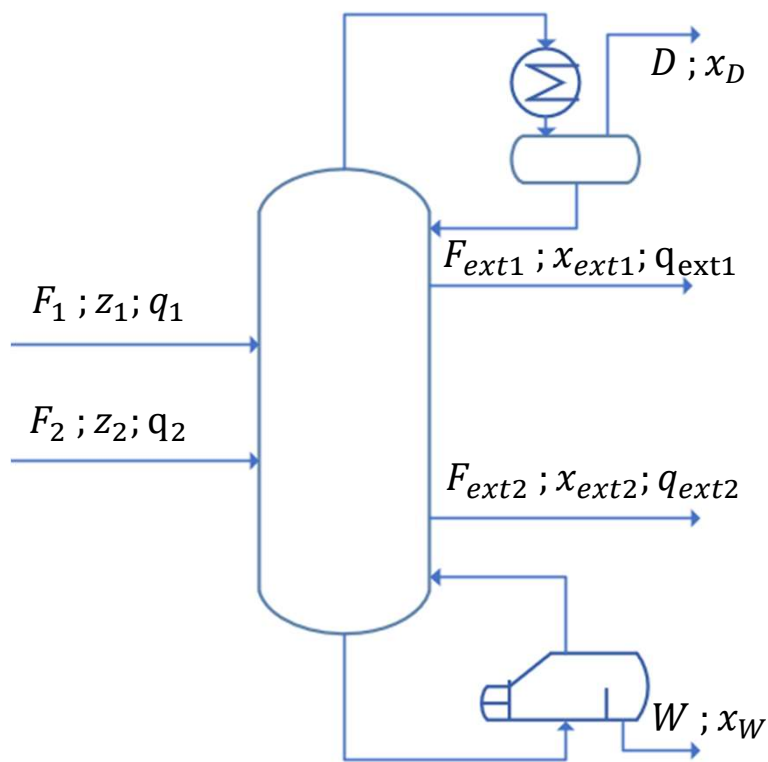
Puedo marcar:

- ✓ Alimentaciones
- ✓ Extracciones laterales
- ✓ Producto de Tope
- ✓ Producto de Fondo



Resolución – Torre Ficticia o Imaginaria

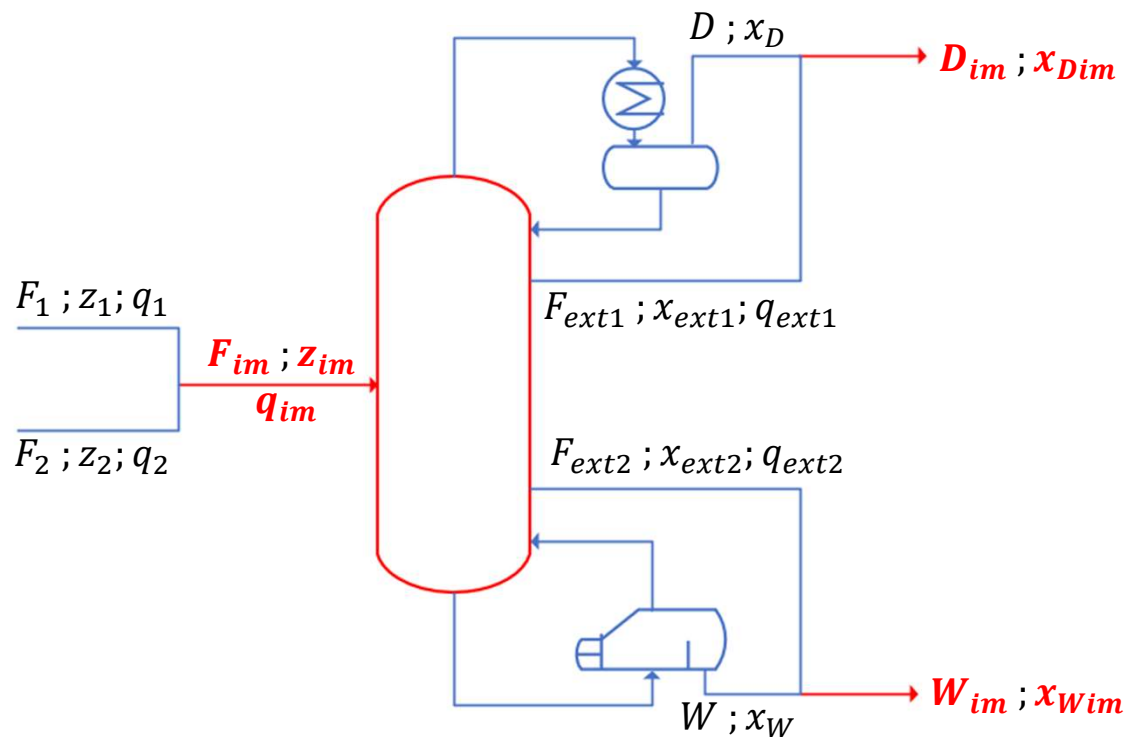
El método gráfico que veníamos utilizando no nos permite resolver este tipo de torres (con más de una entrada o más de dos salidas)



Resolución – Torre Ficticia o Imaginaria

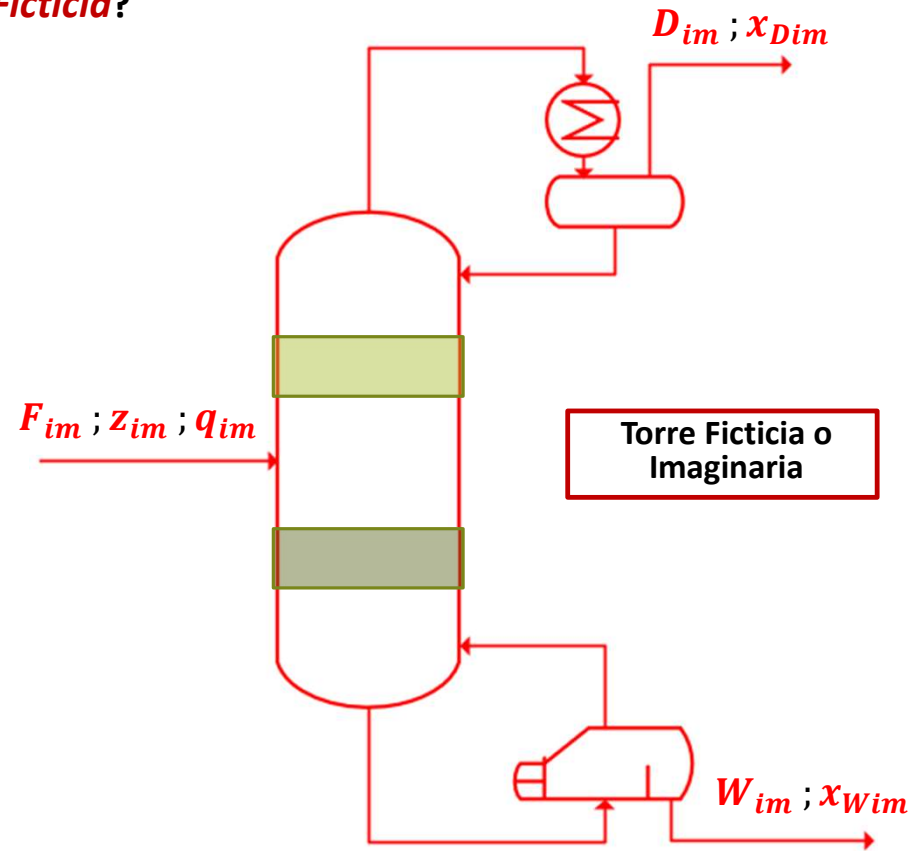
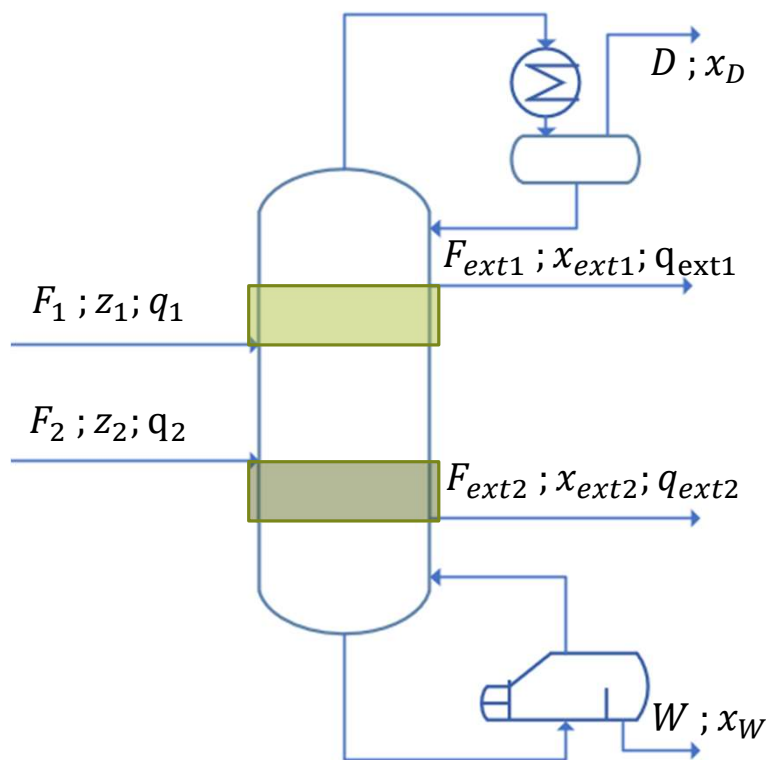
¿Qué características tiene esta *Torre Ficticia*?

Representa algunas zonas de la *Torre Real* que serán de gran utilidad para resolver este problema.



Resolución – Torre Ficticia o Imaginaria

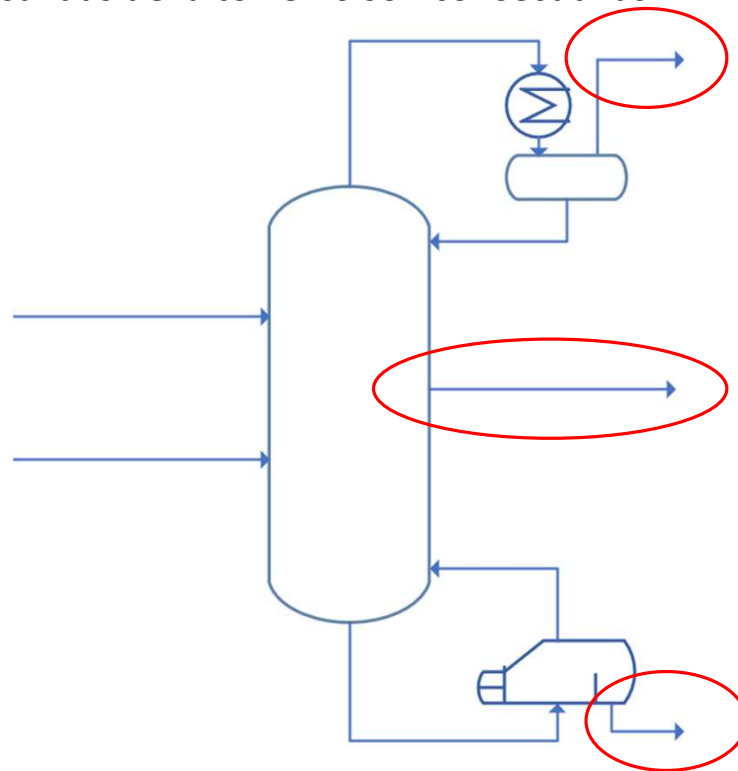
¿Qué zonas representará de manera correcta esta *Torre Ficticia*?



Resolución – Torre Ficticia o Imaginaria

Límites del método

No podemos utilizarlo si las salidas de la torre no son consecutivas



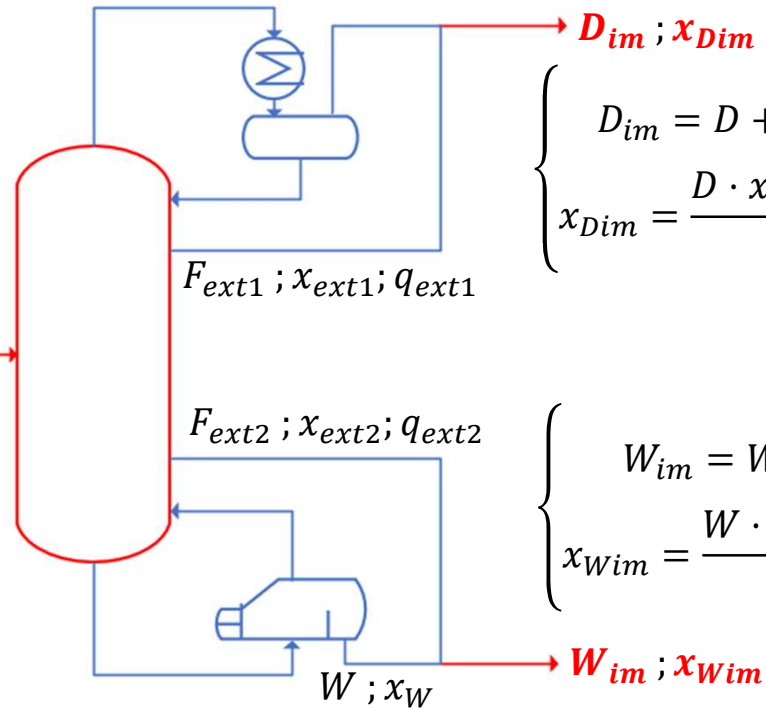
Resolución – Torre Ficticia o Imaginaria

¿Cómo se construye el modelo de la **Torre Ficticia**?

$$\begin{cases} F_{im} = F_1 + F_2 = 150 \frac{\text{kmol}}{\text{h}} \\ z_{im} = \frac{F_1 \cdot z_1 + F_2 \cdot z_2}{F_1 + F_2} = 0,4 \\ q_{im} = \frac{F_1 \cdot q_1 + F_2 \cdot q_2}{F_1 + F_2} = 0,8 \end{cases}$$

$$\begin{matrix} F_1 ; z_1 ; q_1 \\ F_2 ; z_2 ; q_2 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} F_{im} ; z_{im} \\ q_{im} \end{matrix}$$



$$\begin{cases} D_{im} = D + F_{ext1} = 61,83 \frac{\text{kmol}}{\text{h}} \\ x_{Dim} = \frac{D \cdot x_D + F_{ext1} \cdot x_{ext1}}{D + F_{ext1}} = 0,89 \end{cases}$$

$$\begin{cases} W_{im} = W + F_{ext2} = 88,17 \frac{\text{kmol}}{\text{h}} \\ x_{Wim} = \frac{W \cdot x_W + F_{ext2} \cdot x_{ext2}}{W + F_{ext2}} = 0,058 \end{cases}$$

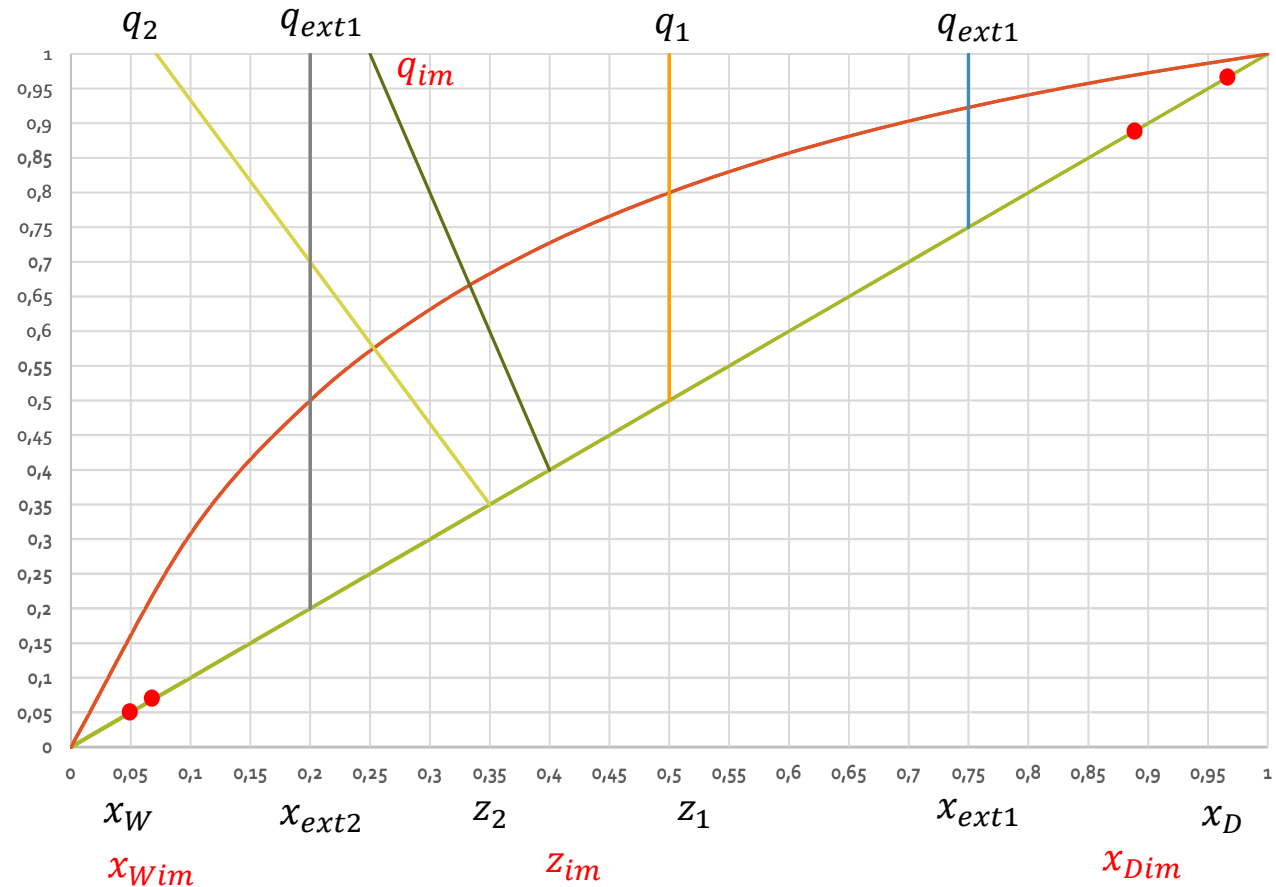
Resolución – Gráfico x-y

Volvemos al Gráfico x-y

Incorporamos los puntos característicos de la *Torre Ficticia*

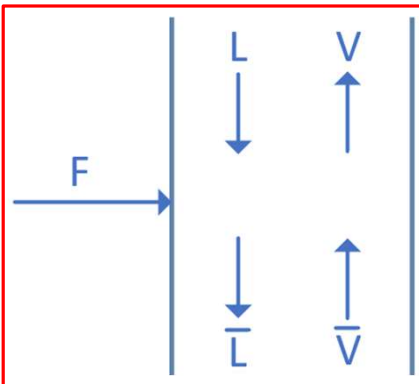
¿Y ahora?

¿Cuáles son los puntos problemáticos para la definición del R_{min} ?



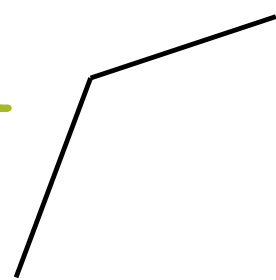
Resolución – Puntos Conflictivos

¿Qué puntos tocan primero el equilibrio?



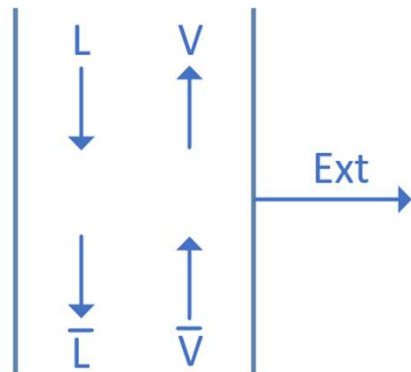
- Si F es líquido: $\bar{L} > L$ $\frac{\bar{L}}{\bar{V}} > \frac{L}{V}$
- Si F es vapor: $V > \bar{V}$ $\frac{\bar{L}}{\bar{V}} > \frac{L}{V}$

Gráfico x-y

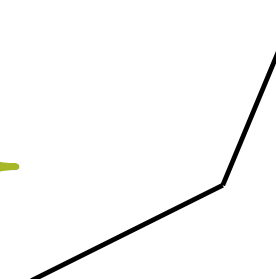


Las alimentaciones tocan primero el equilibrio

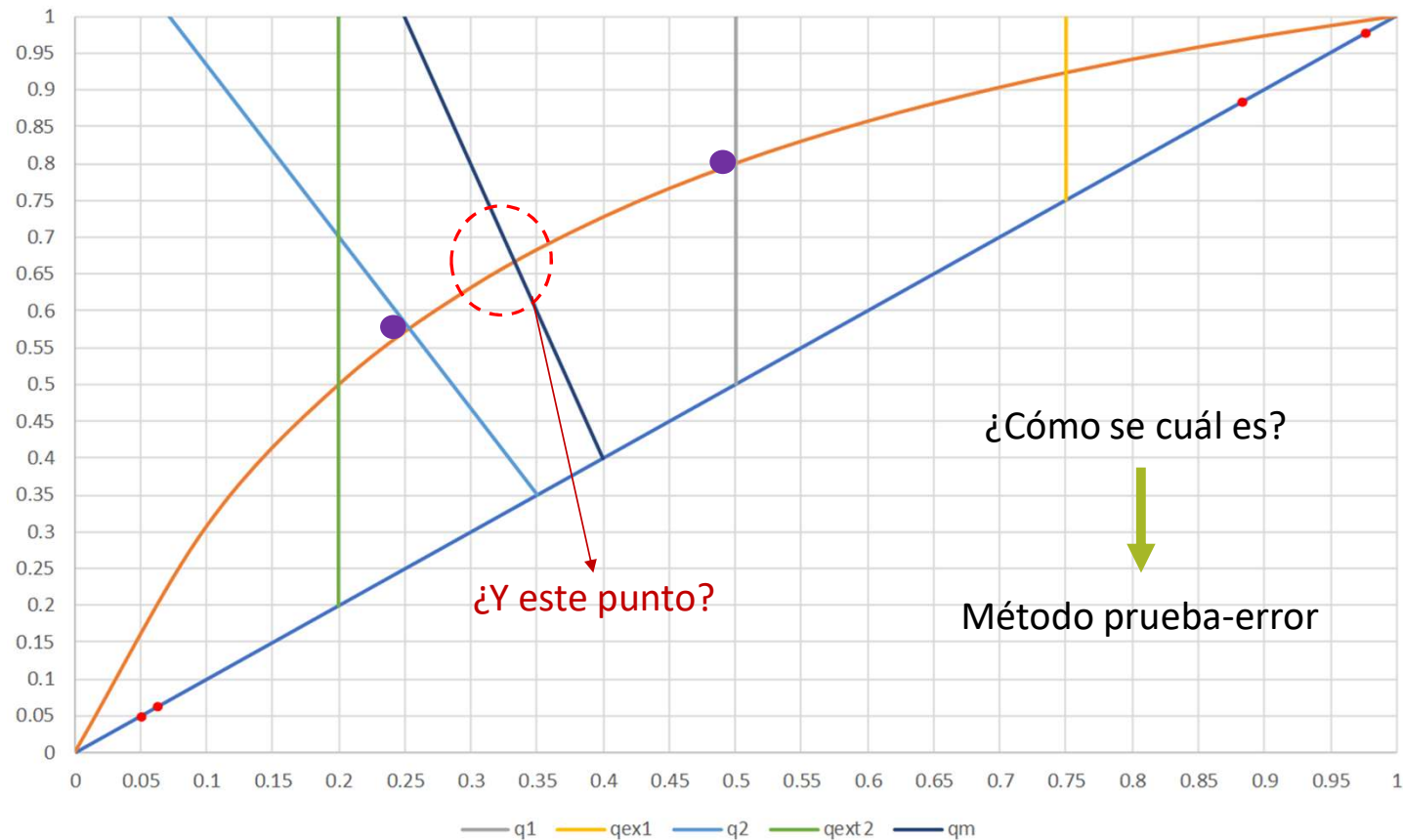
Entonces, ¿en dónde voy a tocar primero al equilibrio?



- Si Ext es líquido: $\bar{L} < L$ $\frac{\bar{L}}{\bar{V}} < \frac{L}{V}$
- Si Ext es vapor: $V < \bar{V}$ $\frac{\bar{L}}{\bar{V}} < \frac{L}{V}$

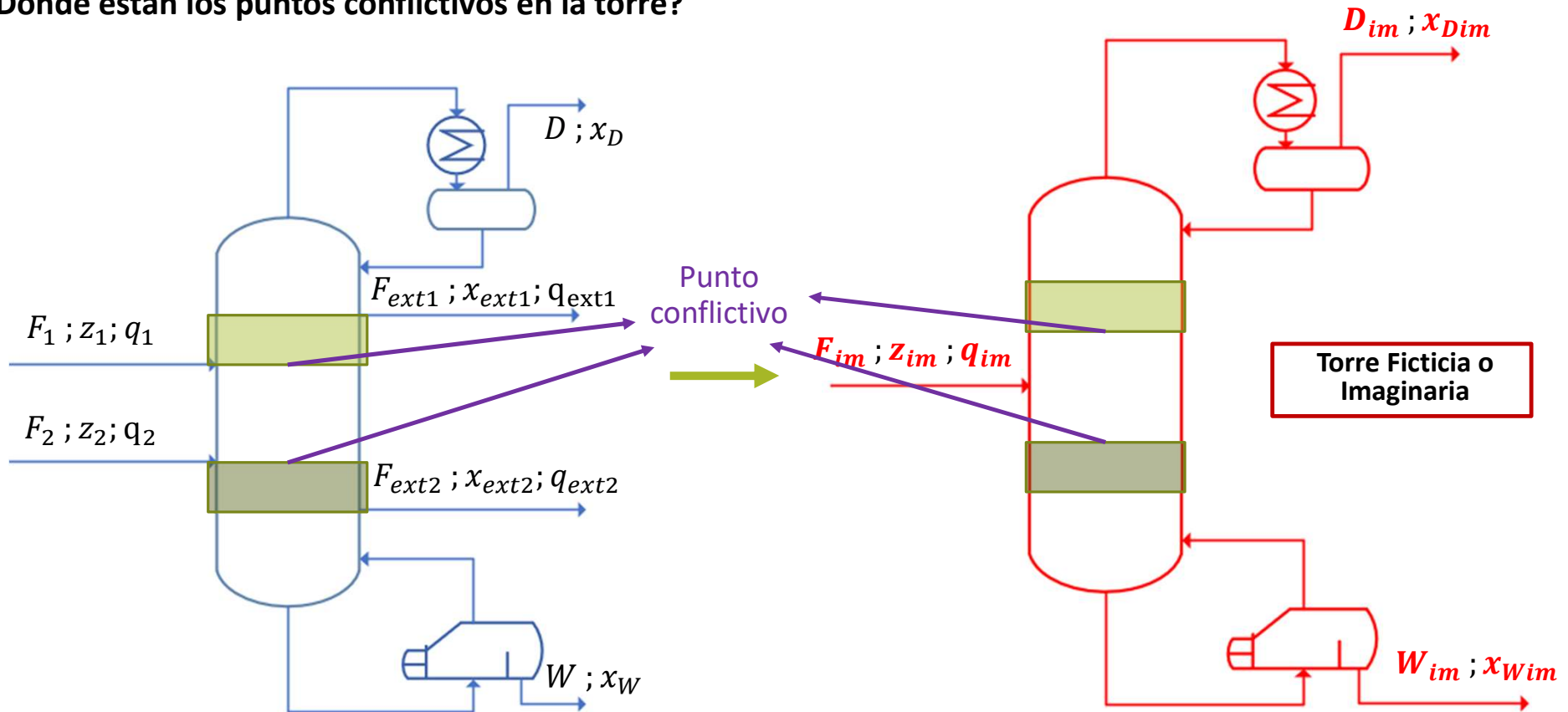


Resolución – Gráfico x-y

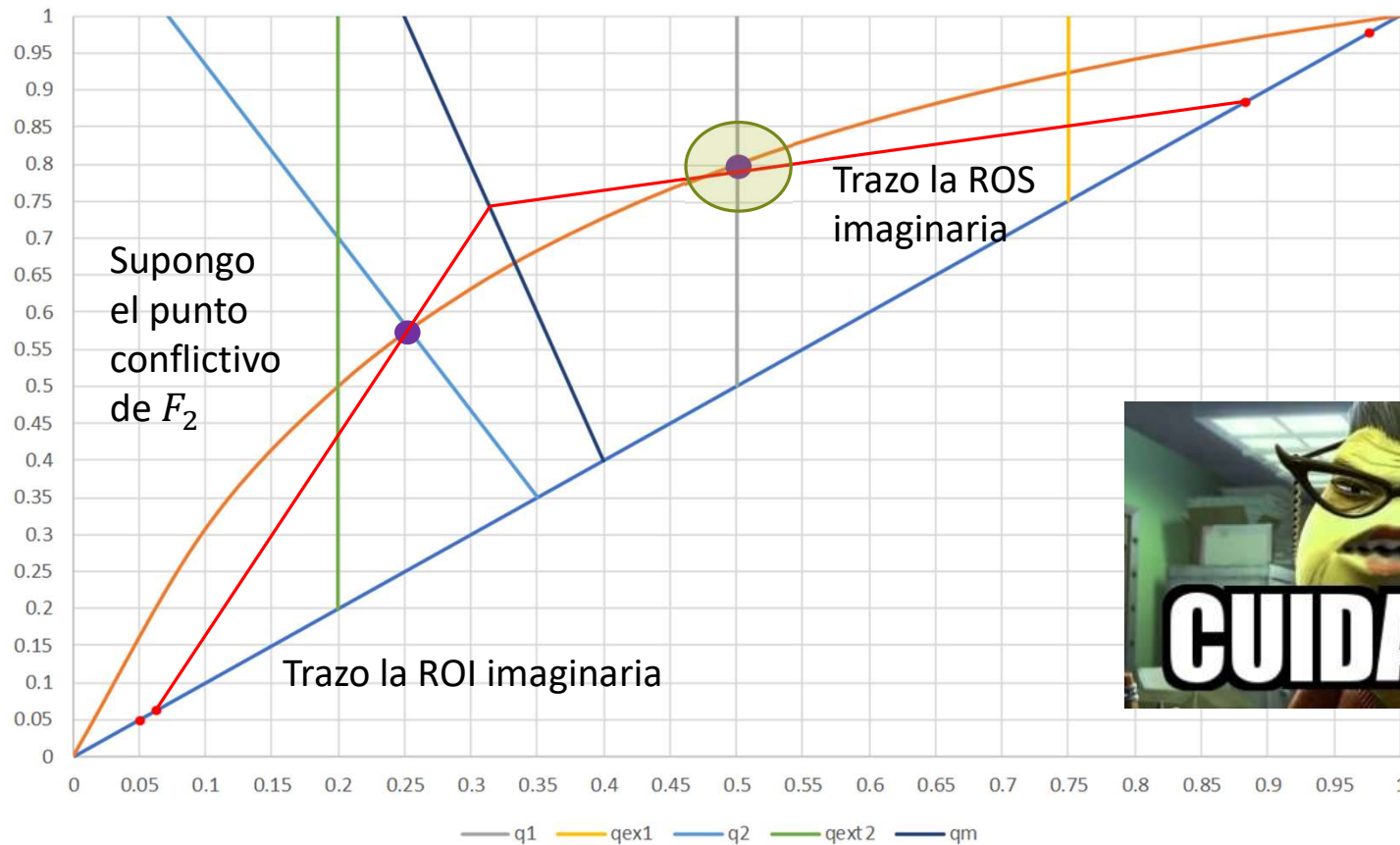


Resolución – Torre Ficticia o Imaginaria

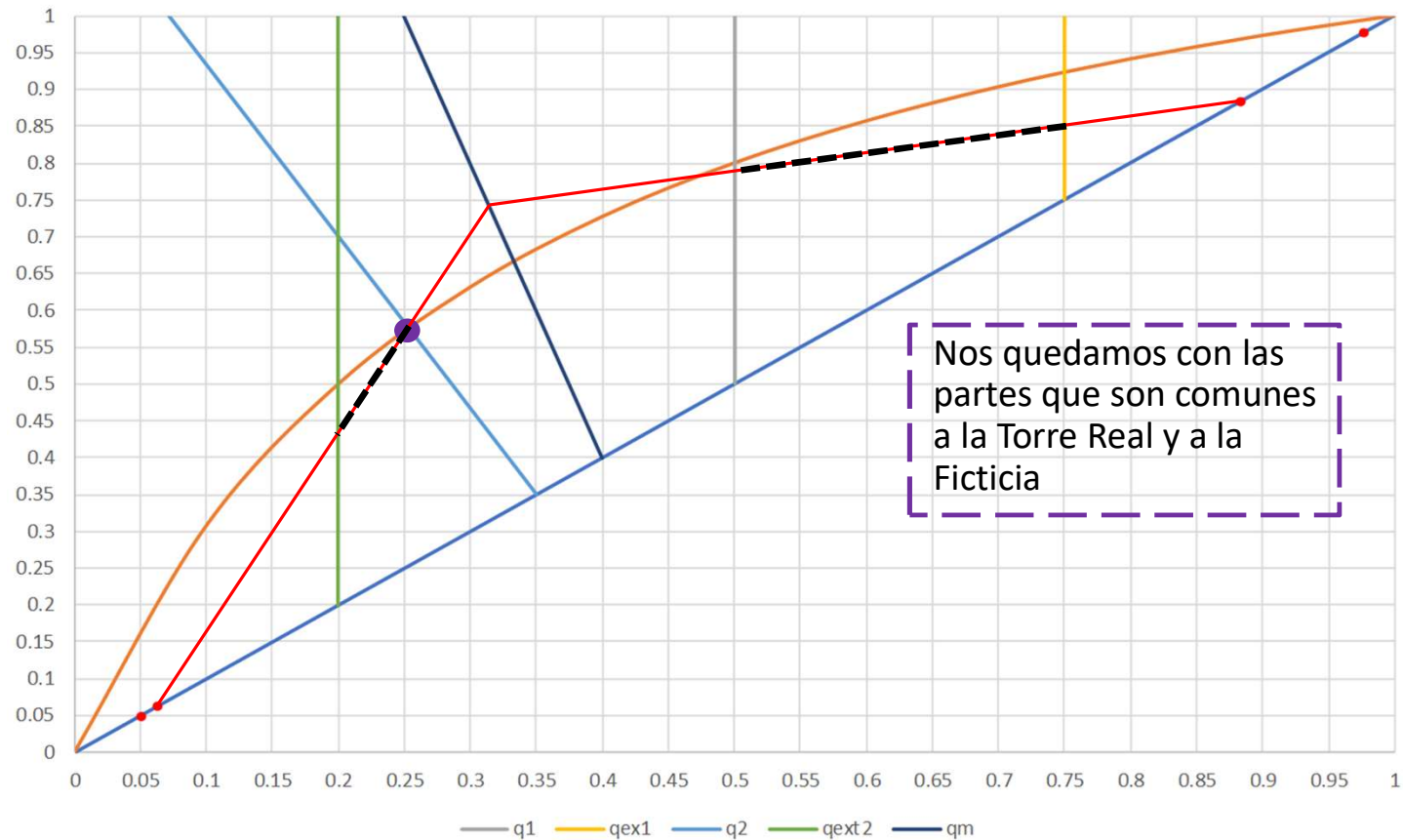
¿Dónde están los puntos conflictivos en la torre?



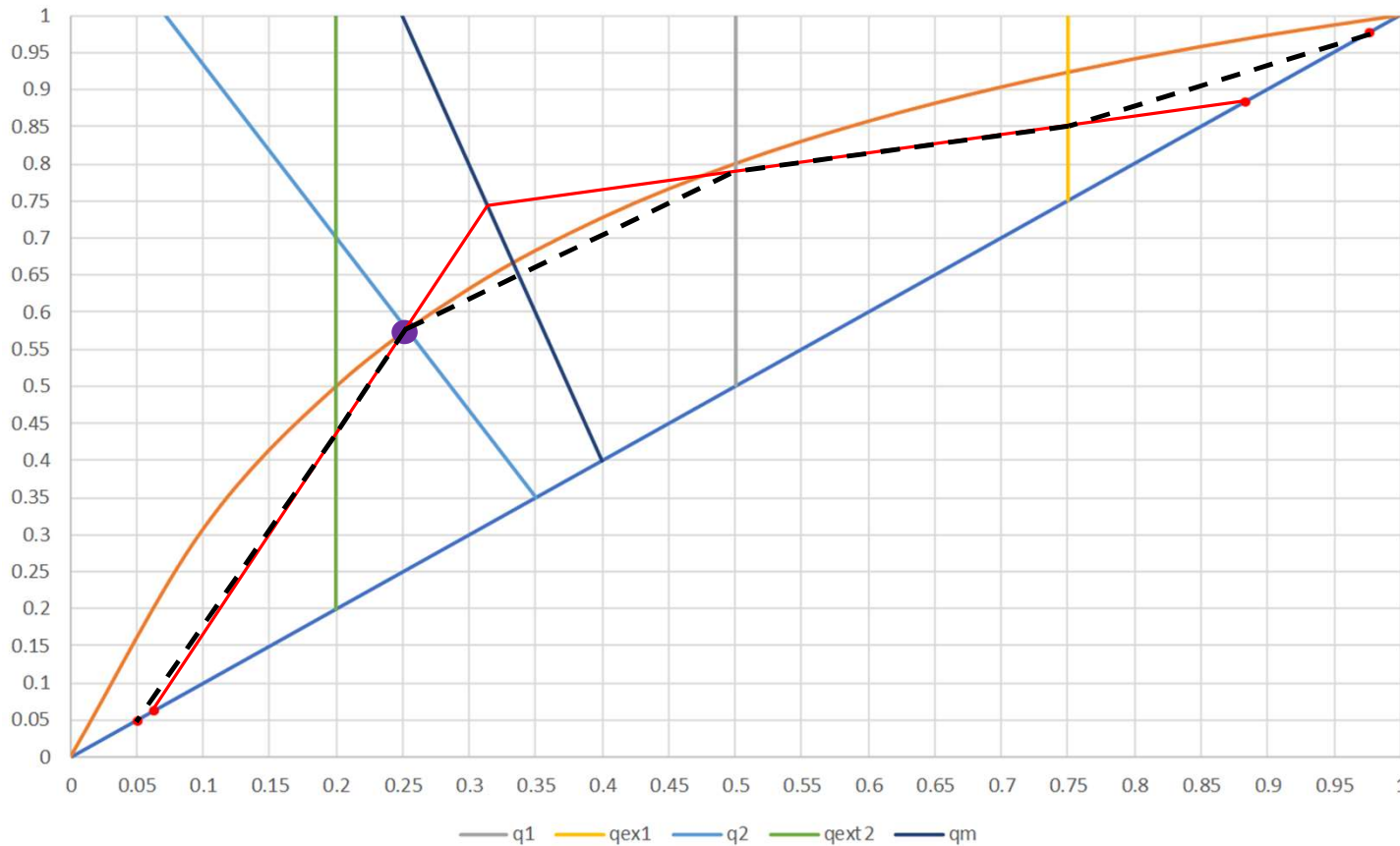
Resolución – Gráfico x-y



Resolución – Gráfico x-y



Resolución – Gráfico x-y



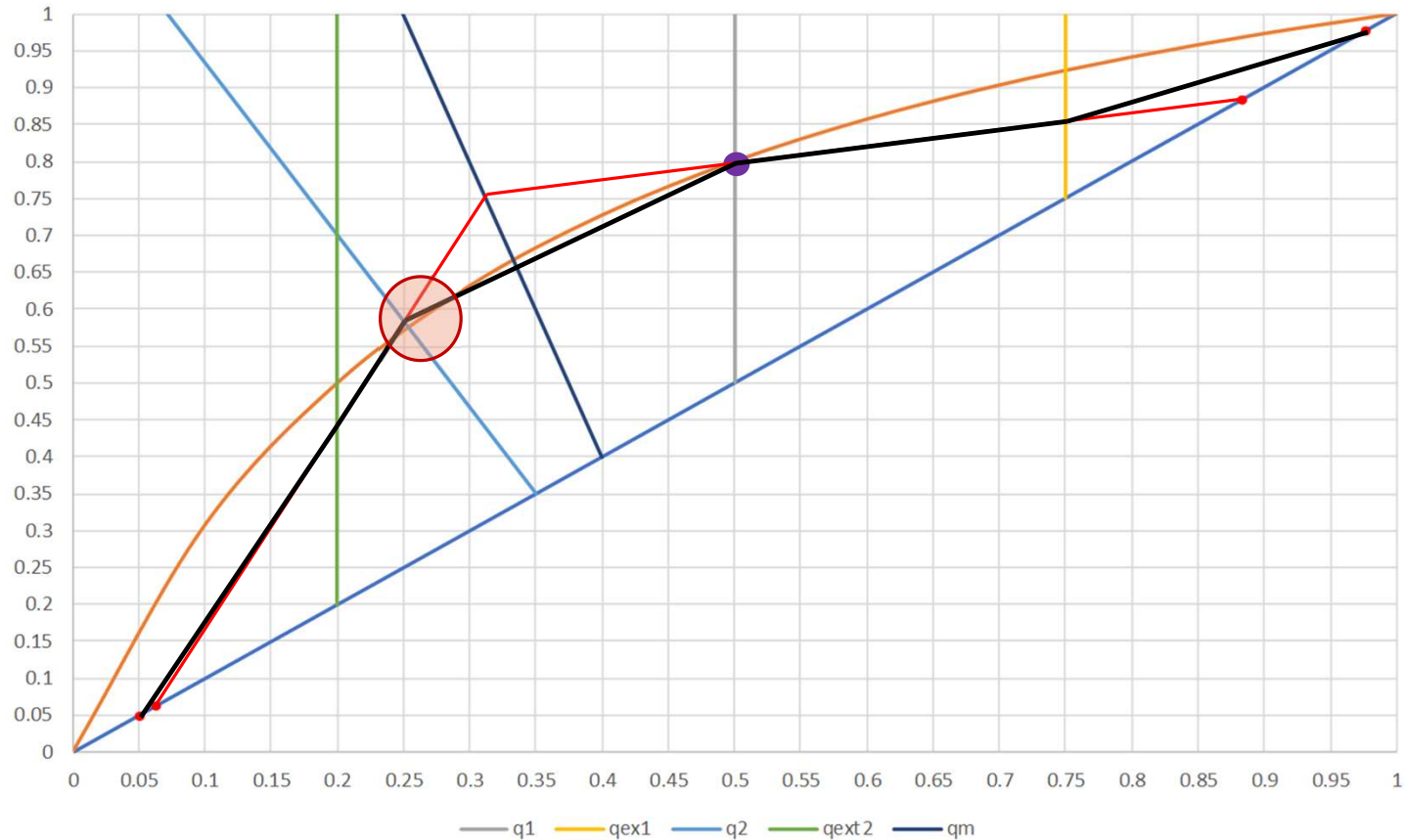
Ya tenemos información suficiente para completar la Recta de Operación de la Torre **Real**

NOTA: Cada zona que falta tiene un L/V constante, por lo que uno con rectas. Además las rectas contiguas comparten el punto de la recta "q" que las separa

¿Elegí el punto correcto?

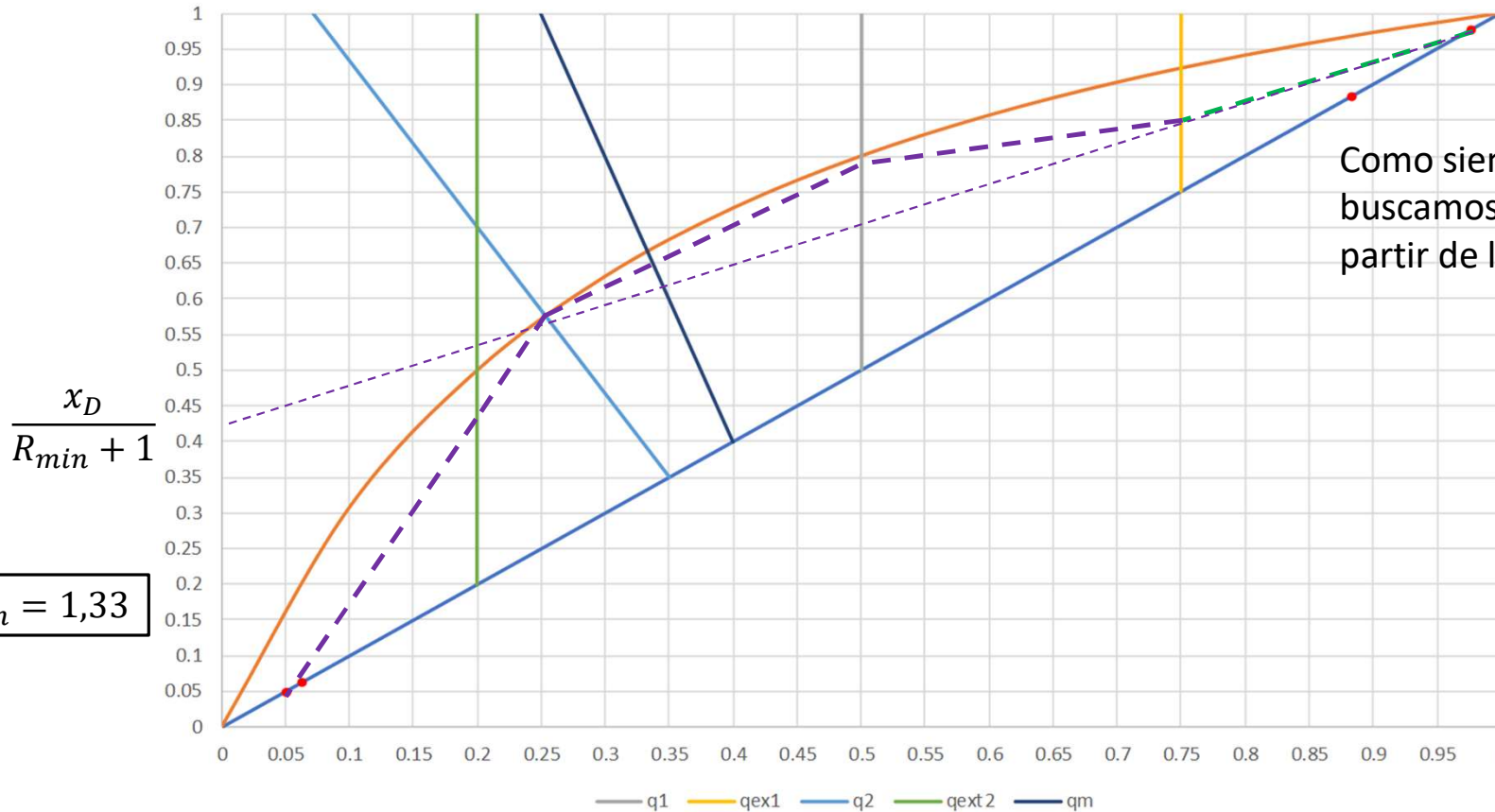
Resolución – Gráfico x-y

¿Qué hubiese pasado si elegía el otro punto?



Resolución – Gráfico x-y

Obtenemos el valor de R_{min}

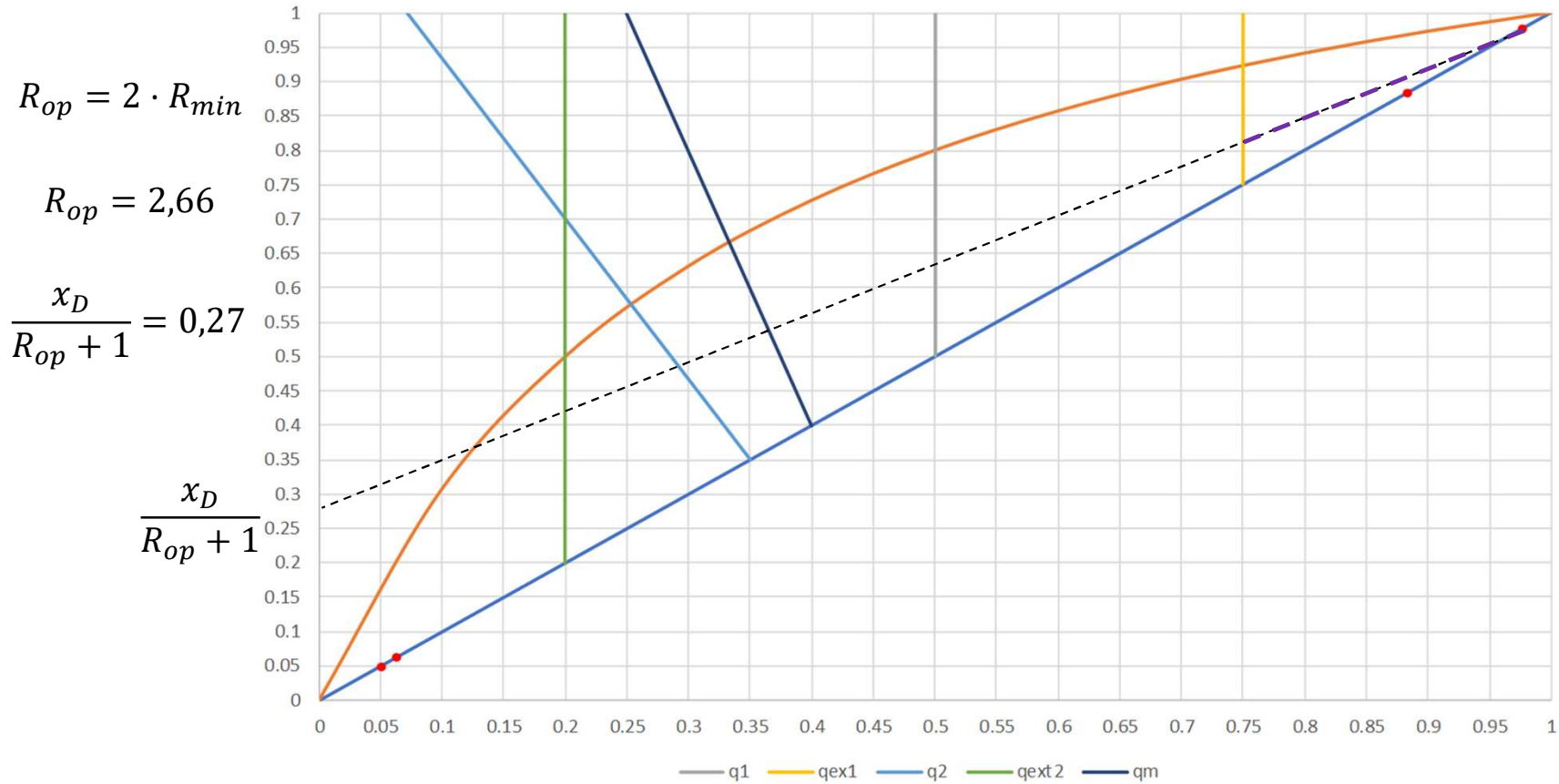


Como siempre,
buscamos el R_{min} a
partir de la ROS

$$R_{min} = 1,33$$

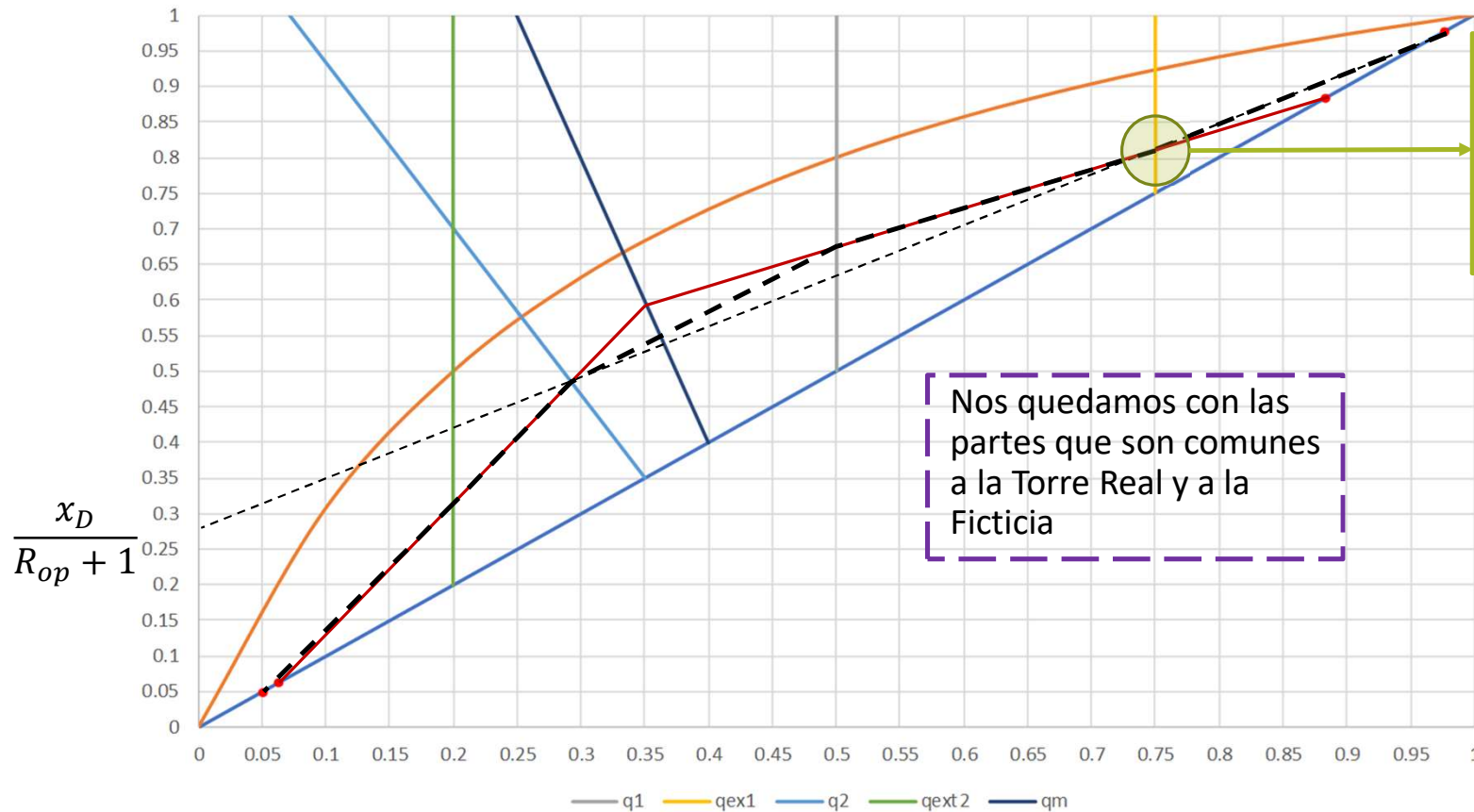
Resolución – Gráfico x-y

Calculamos el reflujo operativo y trazamos la ROS a Reflujo Operativo



Resolución – Gráfico x-y

Para trazar la Recta de Operación completa, acudimos nuevamente a la **Torre Ficticia**:

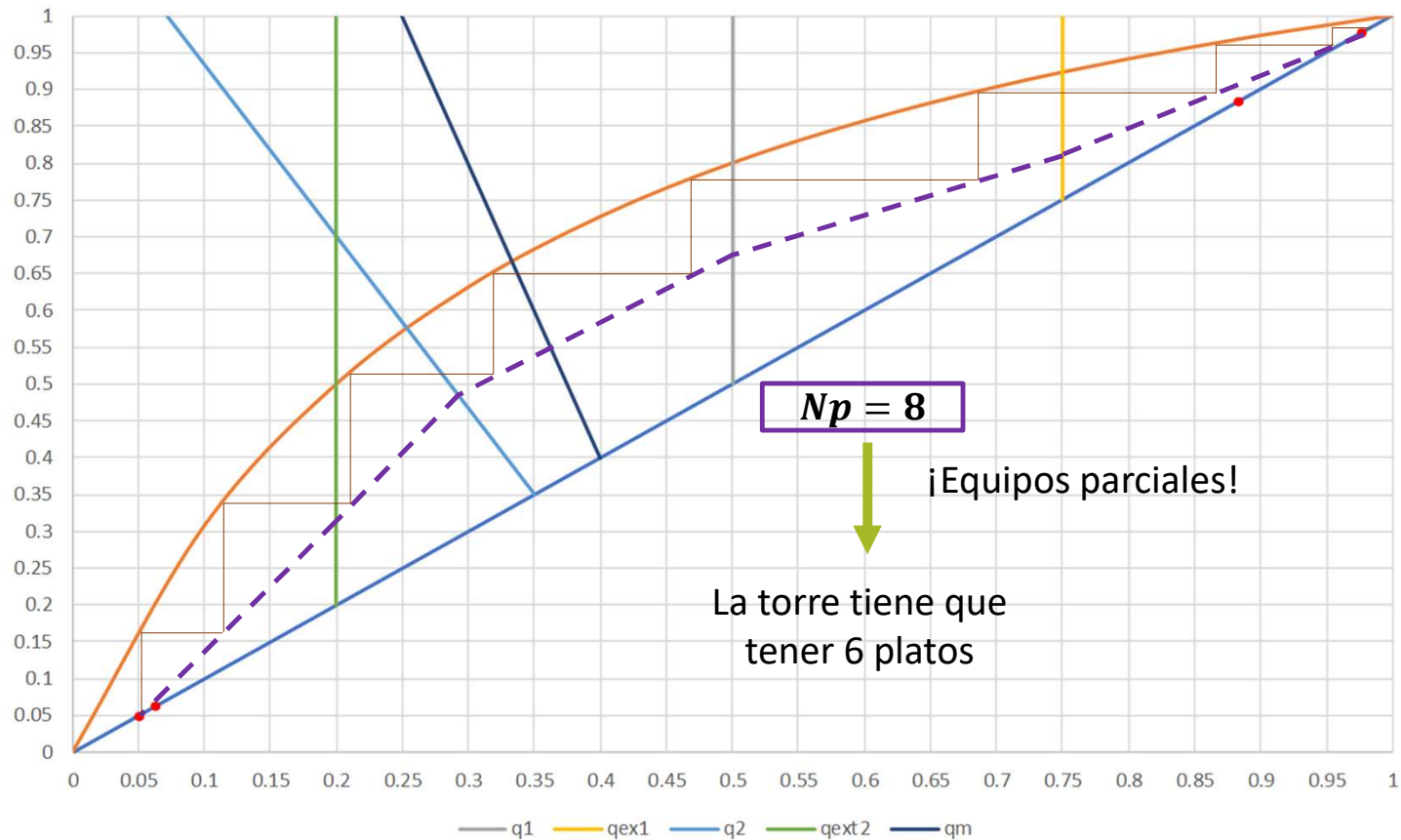


Nuevamente la recta ficticia interseca la ROS en la extracción superior

Nos quedamos con las partes que son comunes a la Torre Real y a la Ficticia

Resolución – Gráfico x-y

Finalmente, contamos N° de Etapas requeridas:



¿Preguntas?