

---

# Optimización de Sistemas de CO2 Transcrítico con compresores paralelos y eyector.



## Optimización de Sistemas de CO2 Transcrítico con compresores paralelos y eyector.

### Planteamiento:

- Para los climas cálidos como el de España, existen diversas tecnologías para mejorar la eficiencia energética de los sistemas de refrigeración que utilizan la tecnología del CO2 transcrítico.
- Entre ellas:
  - Los compresores paralelos.
  - Los eyectores de gas de HP en combinación con compresores paralelos.
- Ambas tecnologías se emplean en la actualidad en instalaciones reales en España con éxito.
- La optimización del consumo energético para estas tecnologías mediante el ajuste de sus parámetros de funcionamiento es necesaria.

## Optimización de Sistemas de CO2 Transcrítico con compresores paralelos y eyector.

### Sistemas con sólo compresores paralelos:

- En principio, una mayor presión de aspiración (recipiente) en los compresores paralelos, aumenta su COP.
- Sin embargo, una mayor presión del recipiente disminuye el porcentaje de vapor generado en la HPV (High Pressure Valve) y aumenta la densidad de los gases aspirados. Por tanto, reduce el uso de los compresores paralelos.
- Ambos efectos son de sentido contrario.
- Entonces, ¿existe una presión de recipiente que optimiza el COP de un sistema?

## Optimización de Sistemas de CO2 Transcrítico con compresores paralelos y eyector.

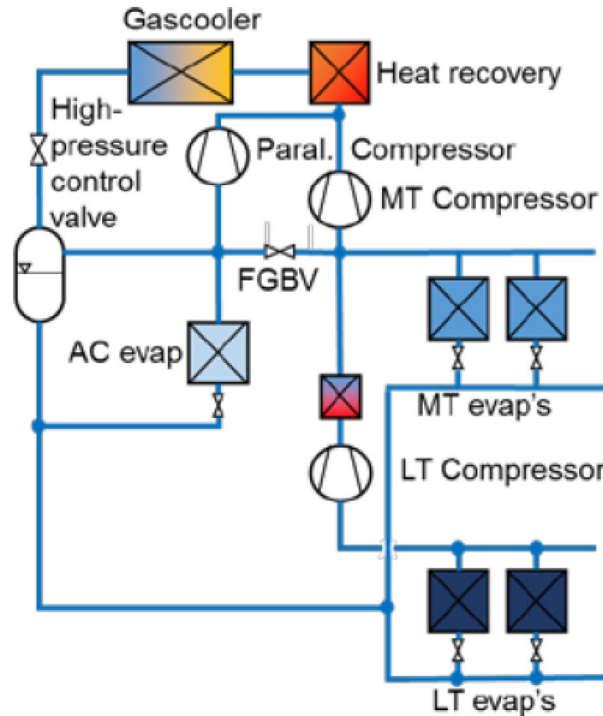


Figura 1: Compresión paralela

## Optimización de Sistemas de CO2 Transcrítico con compresores paralelos y eyector.

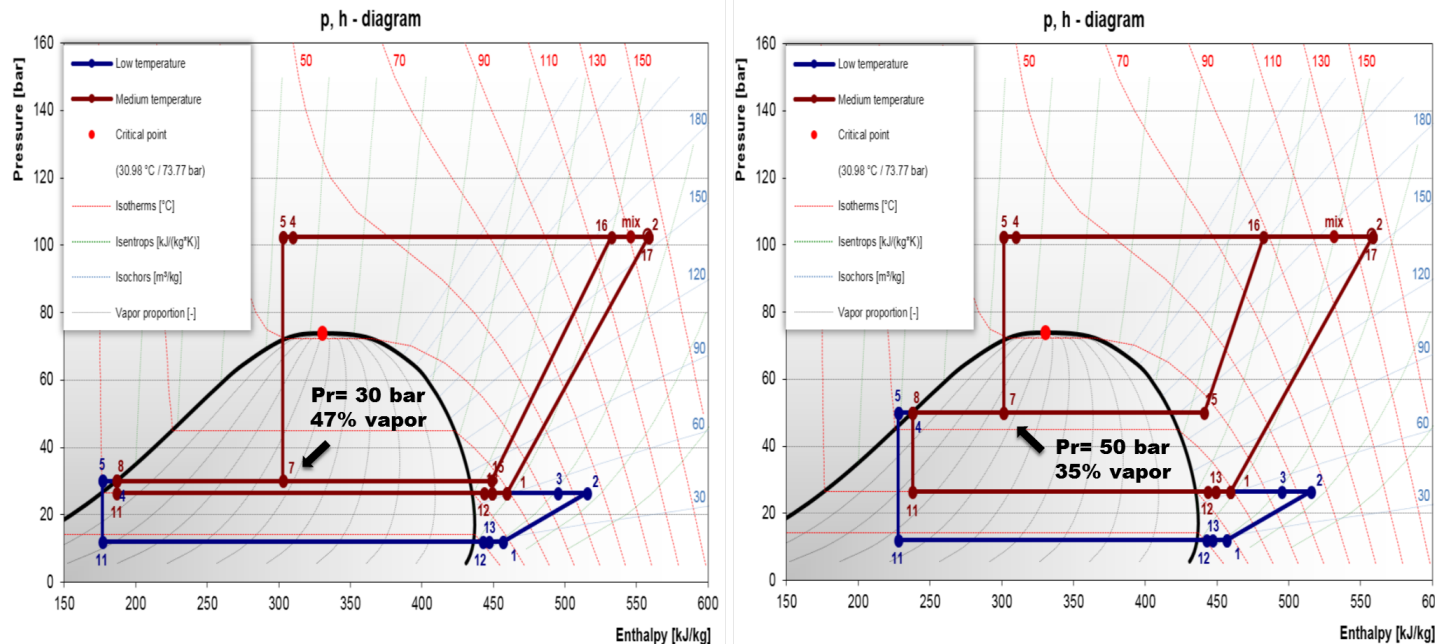


Figura 2: Porcentaje de vapor a la salida de la HPV para diferentes presiones de recipiente

## Optimización de Sistemas de CO2 Transcrítico con compresores paralelos y eyector.

### Sistemas con eyectores de gas de HP en combinación con compresores paralelos :

- **Los eyectores presentan 2 parámetros fundamentales de funcionamiento:**
  - Elevación de presión:** diferencia de presión entre la presión del recipient y la presión de aspiración de MT.
  - Relación de arrastre:** relación entre el caudal principal (caudal que llega desde el gas cooler) y el caudal aspirado por el eyector
- **Un aumento de cualquiera de estos 2 parámetros supone un aumento de la energía recuperada por el eyector. Sin embargo, ambos son inversamente proporcionales. Si aumenta la elevación de presión, disminuye la relación de arrastre, y viceversa.**
- **¿Existe un par de valores de estos 2 parámetros que maximiza la energía recuperada por el eyector y, por tanto, el COP de un sistema?. Dado que la presión de aspiración de MT está fijada, ello supondrá una presión del recipiente que optimiza el COP.**

## Optimización de Sistemas de CO2 Transcrítico con compresores paralelos y eyector.

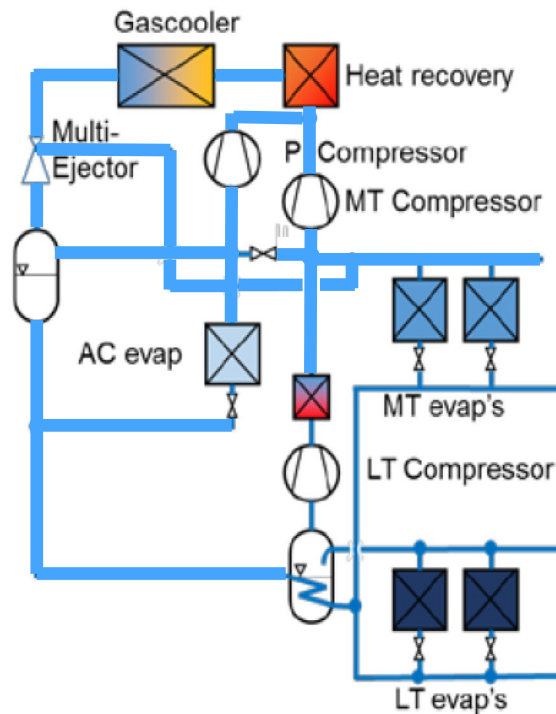


Figura 2: Eyector de gas con apoyo de compresión paralela

## Optimización de Sistemas de CO2 Transcrítico con compresores paralelos y eyector.

### Búsqueda de la presión de recipiente óptima para un sistema dado:

Tenemos la siguiente instalación frigorífica:

- Supermercado
- Potencia frigorífica MT: 100 kW @ -10°C
- Potencia frigorífica LT: 30 kW @ -35°C
- Emplazamiento: sur de España

Se calcula la potencia consumida (100% de carga) por los compresores a diferentes temperaturas ambiente para 2 instalaciones tipo:

- Con compresión paralela
- Con eyectores de gas apoyados por compresores paralelos

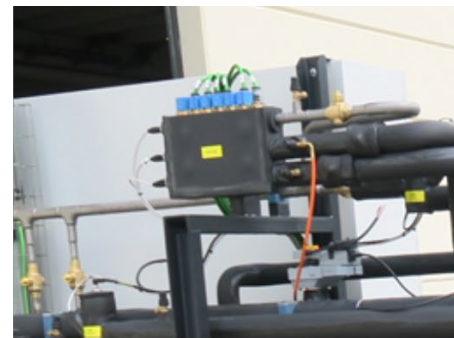
Para ello se utilizan el software Bitzer CO2 Calculation Tool y Danfoss Cool Selector.



## Optimización de Sistemas de CO2 Transcrítico con compresores paralelos y eyector.

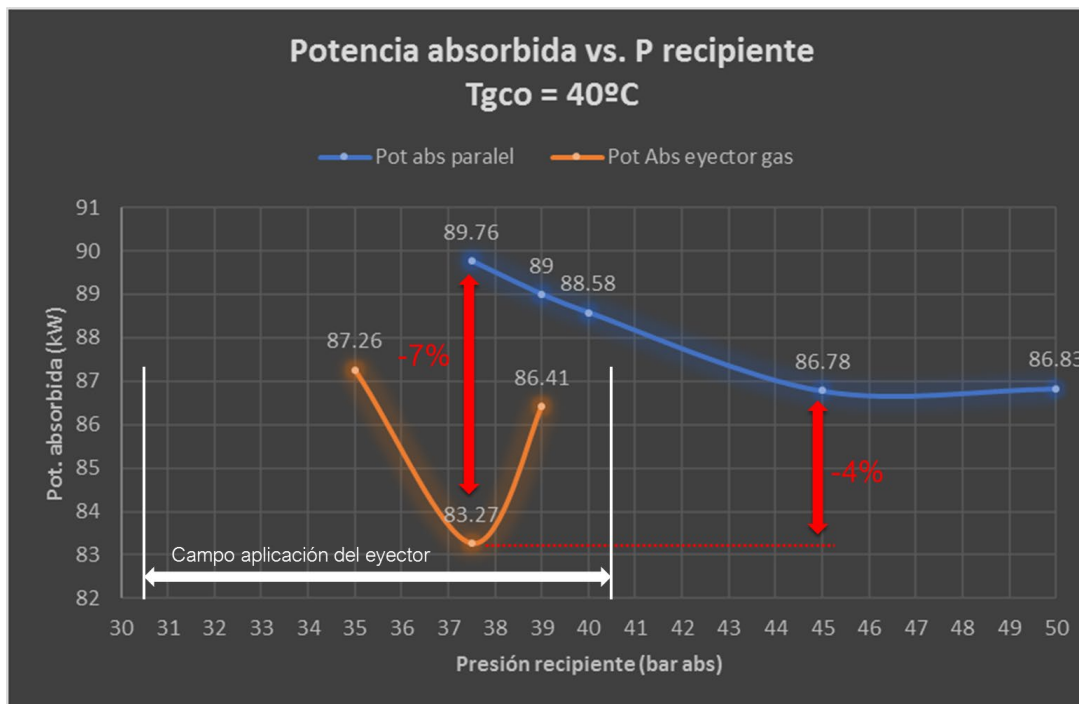
### Cálculo de los compresores de la instalación propuesta:

- **Compresores MT: 3 x 4GTE-20K**
- **Compresores LT: 3 x 2FSL-4K**
- **Compresores IT (paralelos): 2 x 4JTE-15K**
  
- **Eyector: Multieyector Danfoss HP 3875 (6 eyectores)**



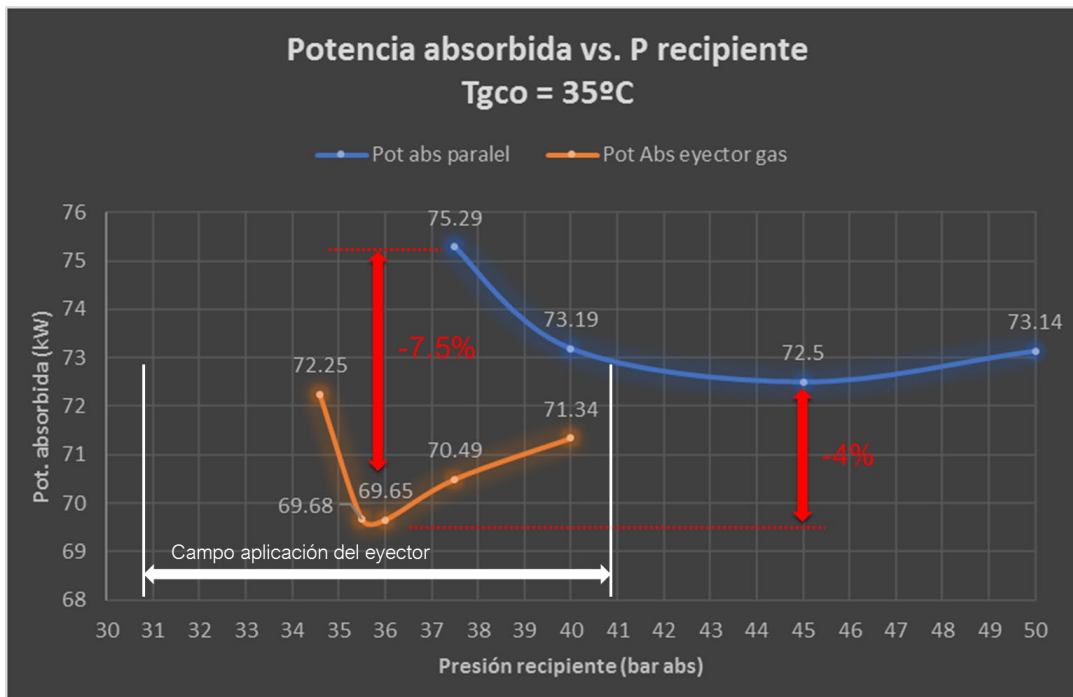
## Optimización de Sistemas de CO2 Transcrítico con compresores paralelos y eyector.

### Presentación de resultados (1):



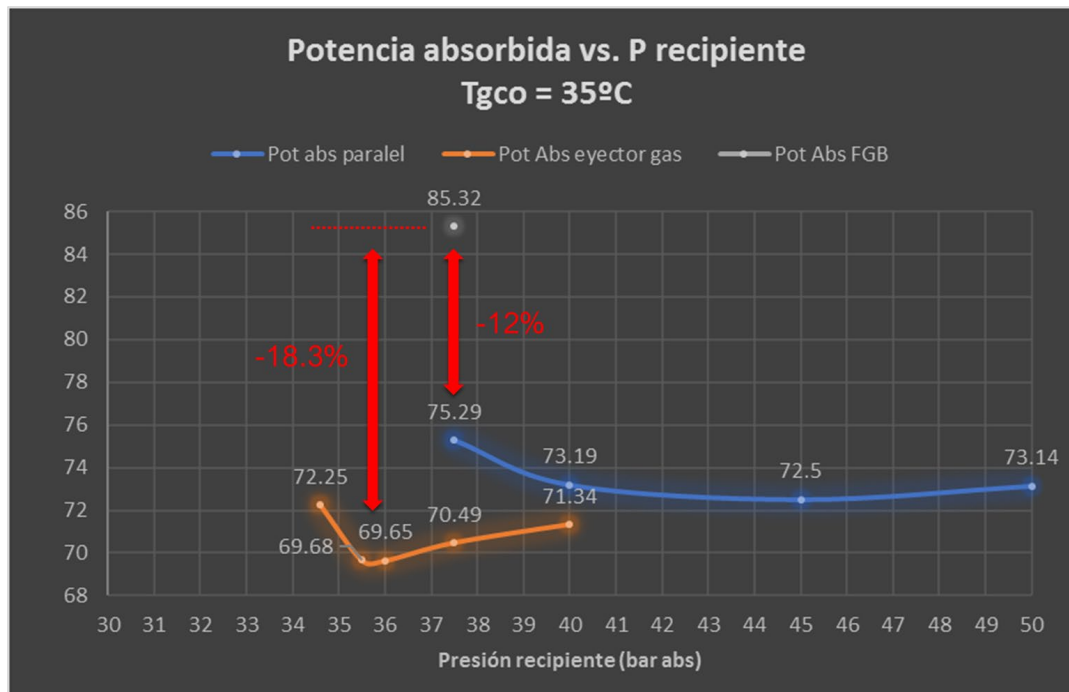
## Optimización de Sistemas de CO2 Transcrítico con compresores paralelos y eyector.

### Presentación de resultados (2):



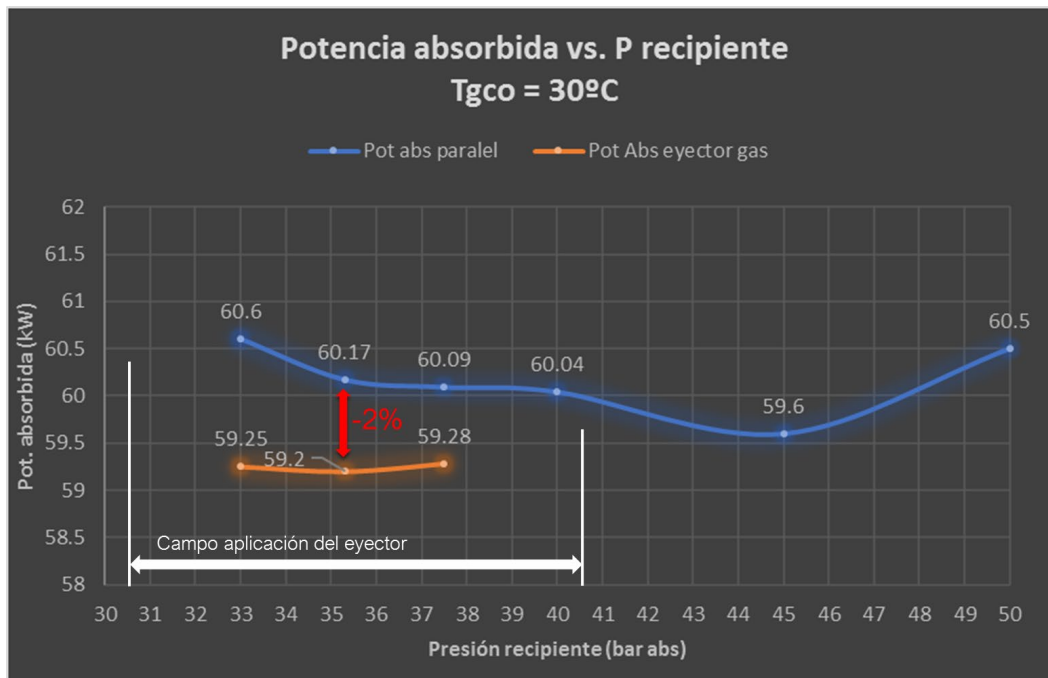
## Optimización de Sistemas de CO2 Transcrítico con compresores paralelos y eyector.

### Presentación de resultados (2 bis):



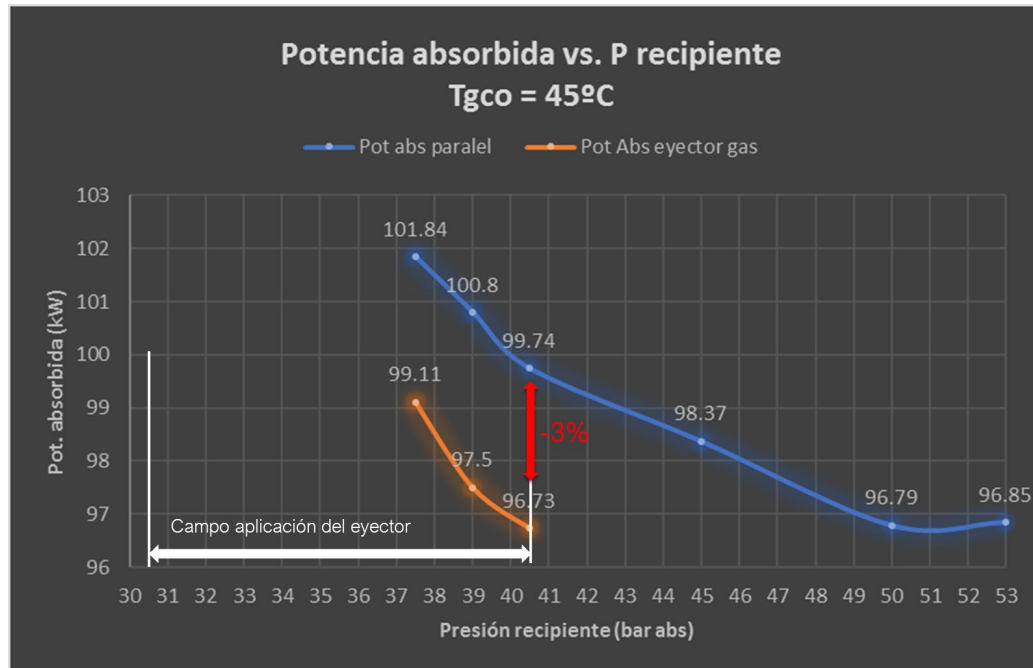
## Optimización de Sistemas de CO2 Transcrítico con compresores paralelos y eyector.

### Presentación de resultados (3):



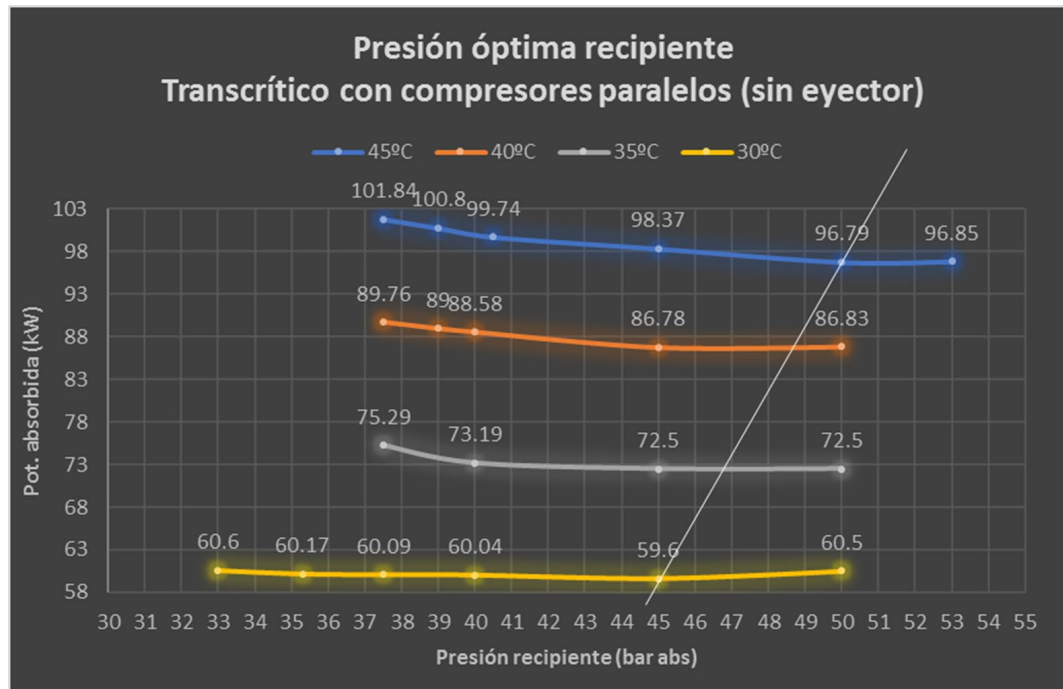
## Optimización de Sistemas de CO2 Transcrítico con compresores paralelos y eyector.

### Presentación de resultados (4):



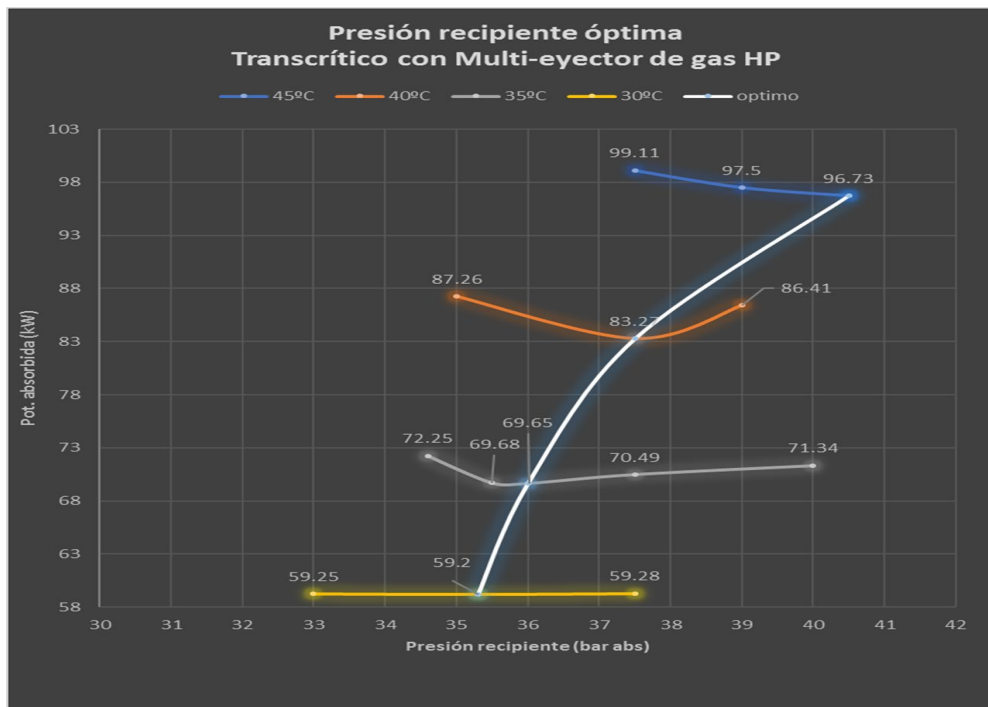
## Optimización de Sistemas de CO2 Transcrítico con compresores paralelos y eyector.

### Presión óptima con compresores paralelos:



## Optimización de Sistemas de CO2 Transcrítico con compresores paralelos y eyector.

### Presión óptima con eyector de gas HP:





## Optimización de Sistemas de CO2 Transcrítico con compresores paralelos y eyector.

### Conclusiones:

- Existe una presión de recipiente óptima, tanto para instalaciones con compresores IT, como instalaciones con IT+eyector HP.
- La presión óptima depende de la Tgco (Temperatura de salida del gas cooler)

### Acciones a implementar:

- Identificar la curva de presión óptima en cada caso.
- Establecer una presión flotante de recipiente para adecuarse a la presión óptima en cada caso (mejor con algoritmo específico para la instalación).

## Optimización de Sistemas de CO2 Transcrítico con compresores paralelos y eyector.

### Comentarios:

- Los eyectores de gas HP siempre mejoran el COP del sistema, el valor de la mejora depende de la Tgco.
- El trabajo a carga parcial aumenta la eficiencia del eyector, ya que permite trabajar en algunos casos sin compresores de MT en marcha (basado en mediciones reales)
- Para sistemas con A/C integrado, el eyector de gas HP es interesante, ya que las presiones óptimas de recipientes están en el rango de evaporaciones de A/C.
- Para ahorrar número de compresores, la basculación de compresores IT a MT y viceversa es muy interesante.
- Los eyectores de líquido son de gran interés ya que aumentan la temperatura de evaporación y pueden trabajar también en invierno.
- Los eyectores combinados (líquido y gas) permiten disponer de las ventajas de los 2 tipos de eyectores.

**Gracias por su atención**