

Ecopetrol es

TU  
ENERGÍA



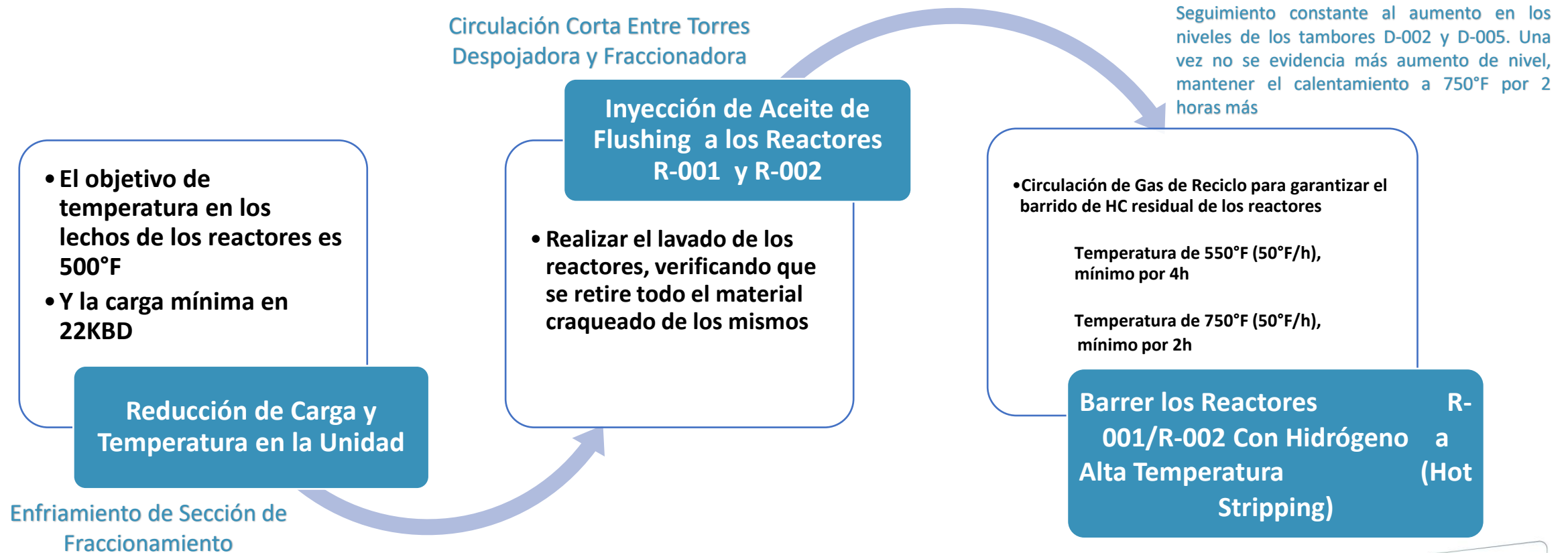
Uso de Nitrógeno  
Líquido para  
Enfriamiento de los  
Reactores de la  
Unidad de  
Hidrocraqueo para  
Cambio de  
Catalizador

# Uso de Nitrógeno Líquido para Enfriamiento de los Reactores de la Unidad de Hidrocraqueo para Cambio de Catalizador

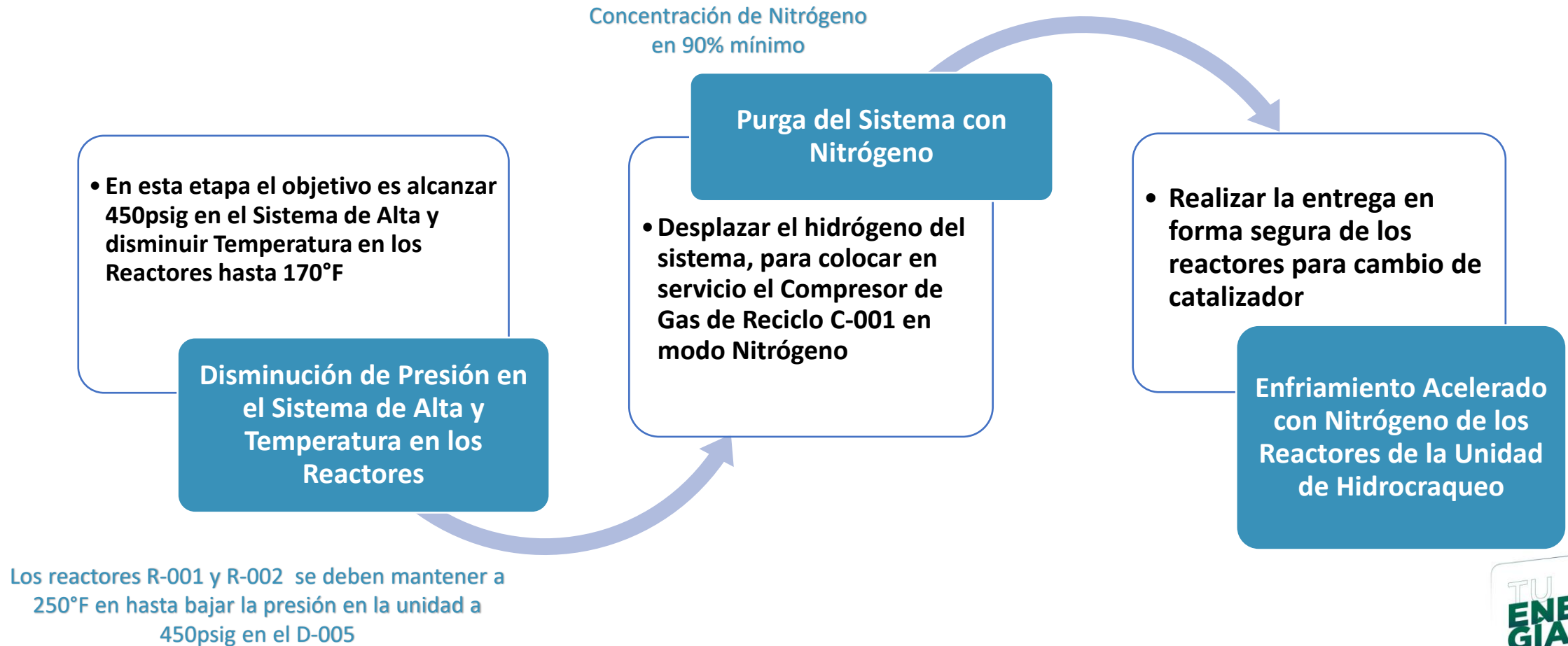
- Procesos de Apagado de la Unidad Previos al Enfriamiento Acelerado con Nitrógeno
- Objetivo del Enfriamiento Acelerado con Nitrógeno
- Operación del Compresor de Gas de Reciclo C-001 y Cuidados Especiales para la Mantener la Integridad del Sistema
- Uso de Nitrógeno Líquido para Enfriamiento de los Reactores de la Unidad de Hidrocraqueo
- Temperaturas Alcanzadas Durante el Proceso de Enfriamiento Acelerado con Nitrógeno
- Consumo y Calidad del Nitrógeno Requerido y Tiempo Utilizado para el Enfriamiento



# Procesos de Apagado de la Unidad Previos al Enfriamiento Acelerado con Nitrógeno



# Procesos de Apagado de la Unidad Previos al Enfriamiento Acelerado con Nitrógeno



# Objetivo del Enfriamiento Acelerado con Nitrógeno



Unidad de Hidrocrqueo – Ecopetrol Cartagena

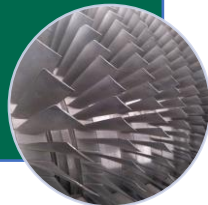
Reducir los tiempos de enfriamiento de los reactores R-001 y R-002 dentro del proceso de sacar de servicio la unidad de Hidrocrqueo para una parada para el reemplazo del catalizador en los reactores garantizando cero impactos a personas, medio ambiente, calidad de los productos e instalaciones



# Operación del Compresor de Gas de Reciclo C-001 y Cuidados Especiales para Mantener la Integridad del Sistema

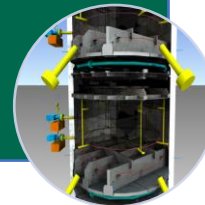
- El equipo cuenta con dos modos de operación: Modo Hidrógeno a Altas RPM  
Modo Nitrógeno a Bajas RPM

## Compresor de Gas de Reciclo C-001



- La temperatura de integridad de las torres, intercambiadores y tambores de las secciones de alta y baja presión de la unidad es **20°F**

## Integridad del Sistema



- Se instaló un SIS por muy baja temperatura cuya acción era suspender el suministro de nitrógeno apagando las bombas de inyección
- Y termocuplas locales para monitorear las temperaturas de piel en los puntos de inyección de nitrógeno.

## Control de Temperatura



# Uso de Nitrógeno Líquido para Enfriamiento de los Reactores de la Unidad de Hidrocraqueo

## Premisas

La misma cantidad de nitrógeno líquido que se adiciona debe ser purgada para mantener la presión de la unidad, y evitar que aumente por acumulación de nitrógeno en el sistema.

Los flujos de nitrógeno a través de los reactores R-001 y R-002 se deben balancear para alcanzar las velocidades de enfriamiento deseadas, y finalizar en enfriamiento de los dos reactores en forma simultánea.

Monitorear la temperatura de entrada a los reactores R-001 y R-002 de forma que se mantenga una diferencia de temperatura máxima ( $\Delta T_{\text{máx}}$ ) de **120°F** entre la temperatura máxima del lecho ( $T_{\text{avemáxLecho}}$ ) y la temperatura de entrada al reactor ( $T_{\text{inRx}}$ ).



## Uso de Nitrógeno Líquido para Enfriamiento de los Reactores de la Unidad de Hidrocraqueo



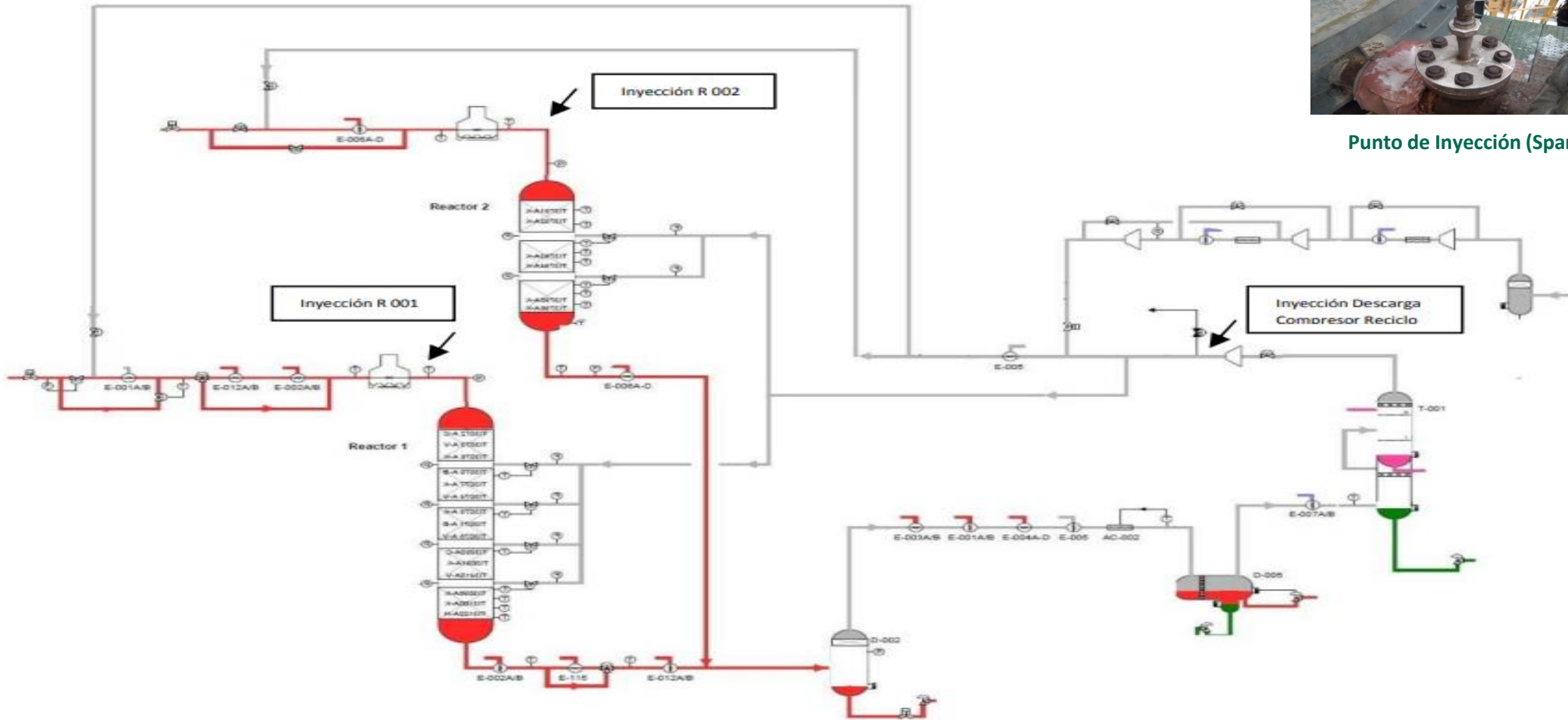
**Se instalaron 3 puntos de inyección de Nitrógeno Líquido al Sistema:**

- Línea de salida del horno de la etapa 1 de reacción
- Línea de salida del horno de la etapa 2 de reacción
- Línea de descarga del Compresor de Gas de Reciclo

Los puntos de inyección principal fueron las líneas de salida de los pasos de los hornos F-001/F-002 y se realizó el ajuste fino con la inyección de nitrógeno en la descarga del compresor de reciclo C-001

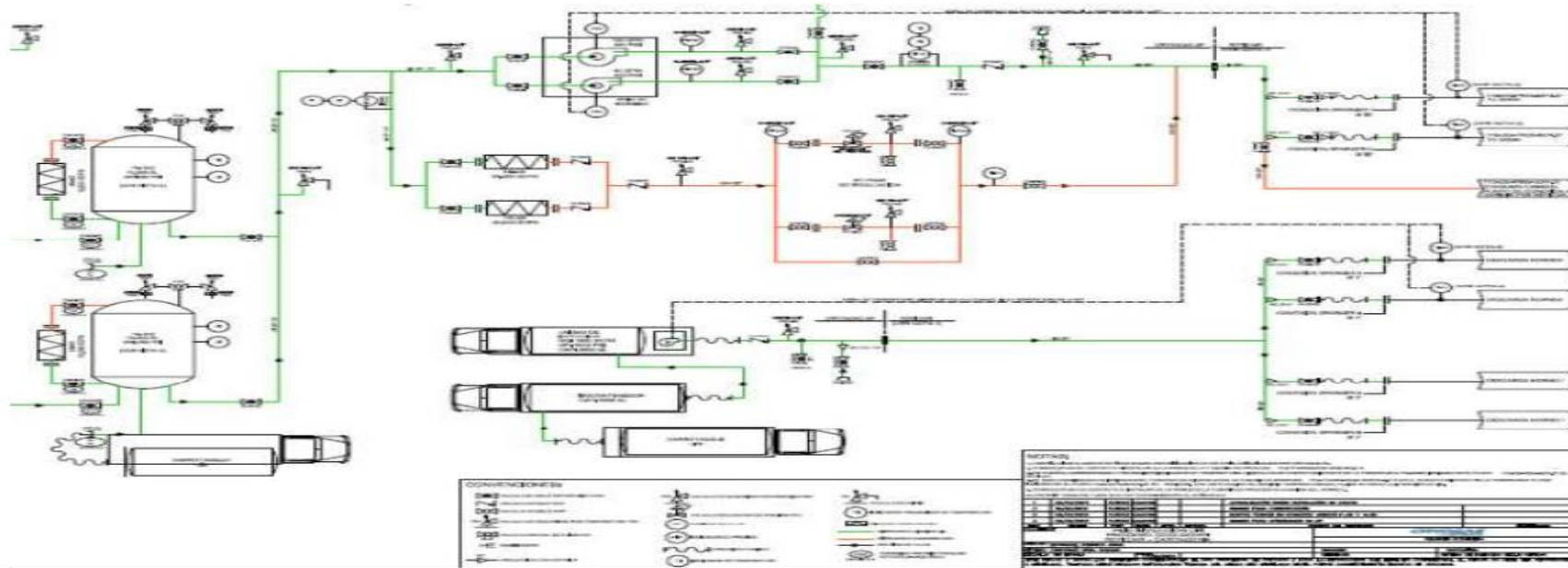


# Puntos de inyección de Nitrógeno Líquido para Enfriamiento Acelerado de los Reactores



Punto de Inyección (Sparger)

## Estaciones de Suministro de Nitrógeno Líquido para Enfriamiento Acelerado de los Reactores



Sin embargo, la empresa CryoGas encargada del enfriamiento, instaló dos estaciones para la inyección de nitrógeno una de 22000 galones para inyectar en la entrada de los reactores y una unidad de inyección aguas abajo del compresor de reciclo de 8000 galones.

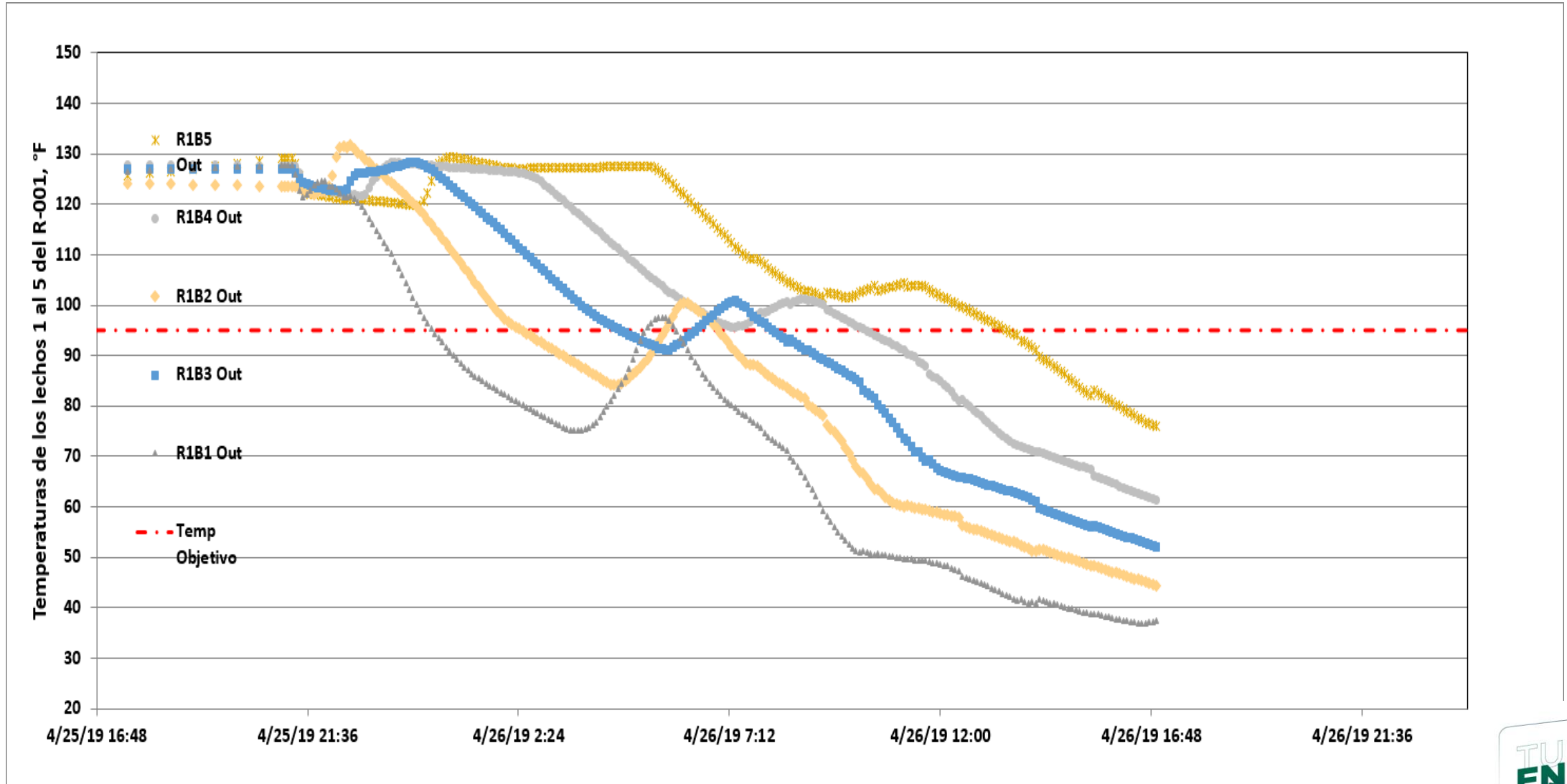
## Temperaturas Alcanzadas Durante el Proceso de Enfriamiento Acelerado con Nitrógeno

Enfriamiento Acelerado con Nitrógeno del Reactor R-001 de la Unidad de Hidrocraqueo				
Lecho	Temperaturas Lecho (°F)		Temperaturas Piel (°F)	
	Inicial	Final	Inicial	Final
1	137	46	154	114
2	126	46	126	93
3	129	51	135	94
4	136	66	146	110
5	132	76	167	140



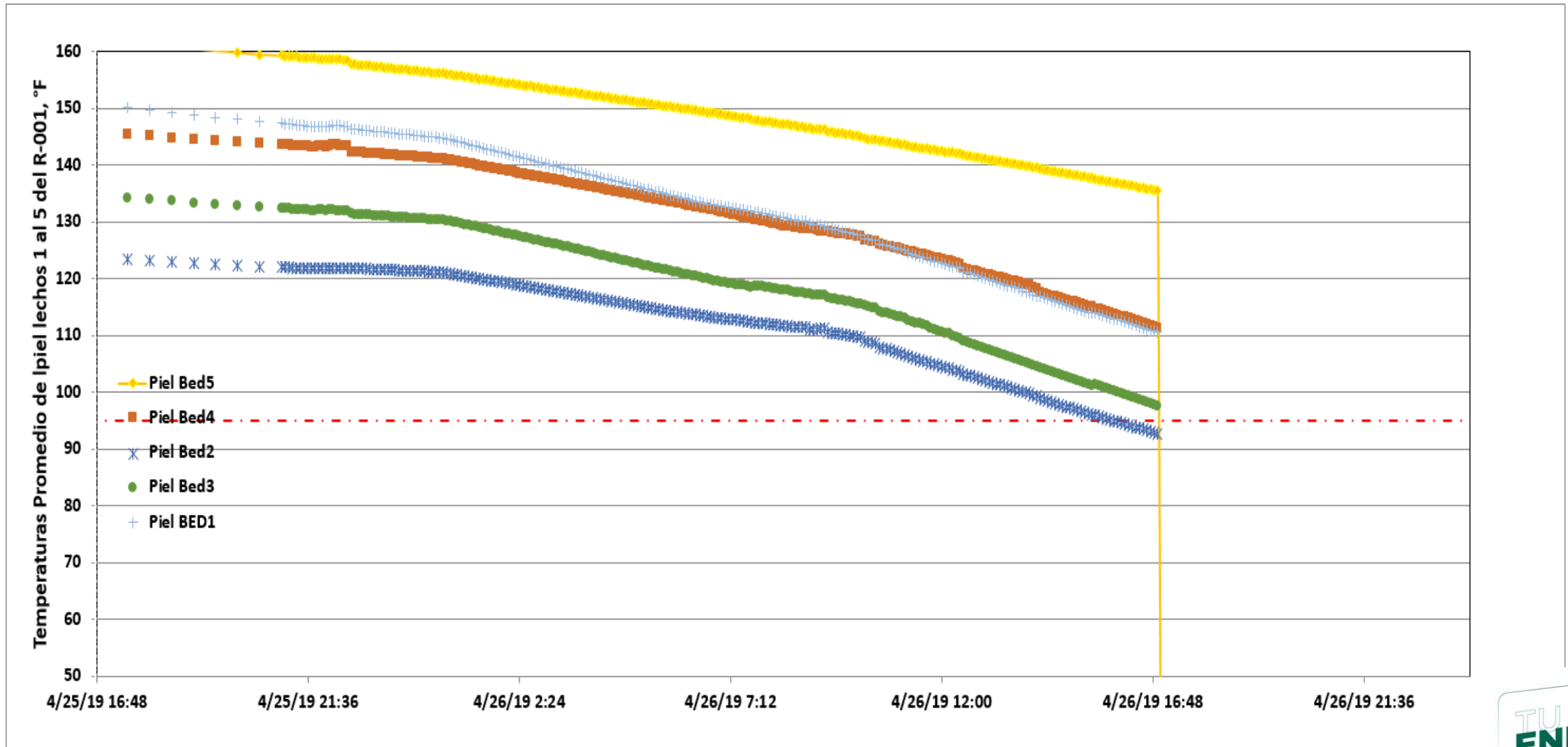
Octubre 18, 23

# Temperaturas de los 5 lechos del R-001



Octubre 18, 23

# Temperaturas de piel de los 5 lechos del R-001



## Temperaturas Alcanzadas Durante el Proceso de Enfriamiento Acelerado con Nitrógeno

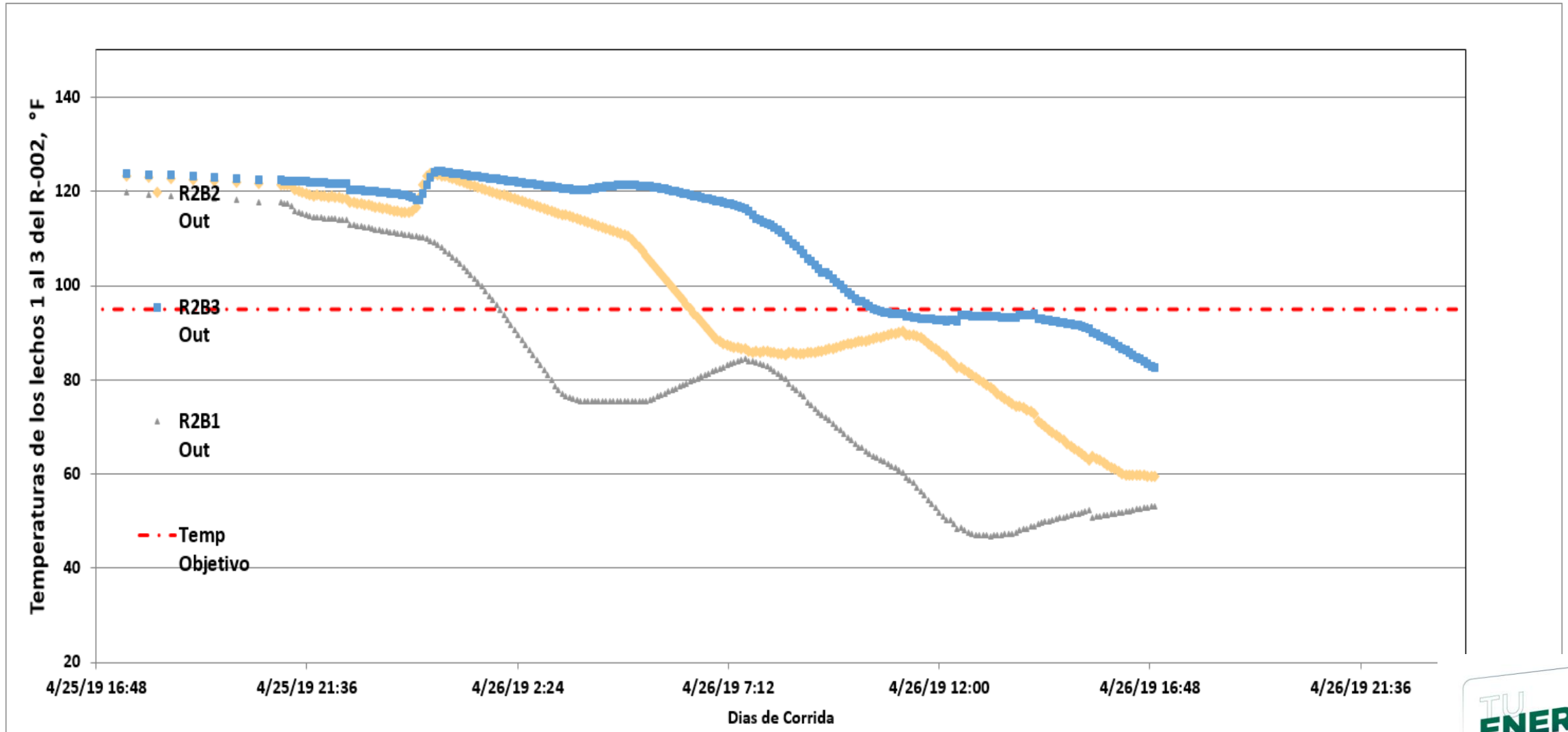
Enfriamiento Acelerado con Nitrógeno del Reactor R-002 de la Unidad de Hidrocraqueo				
Lecho	Temperaturas Lecho (°F)		Temperaturas Piel (°F)	
	Incial	Final	Incial	Final
1	121	53	143	122
2	124	62	132	119
3	126	82	128	120

Sin embargo, la empresa CryoGas encargada del enfriamiento, instaló dos estaciones para la inyección de nitrógeno una de 22000 galones para inyectar en la entrada de los reactores y una unidad de inyección aguas abajo del compresor de reciclo de 8000 galones.



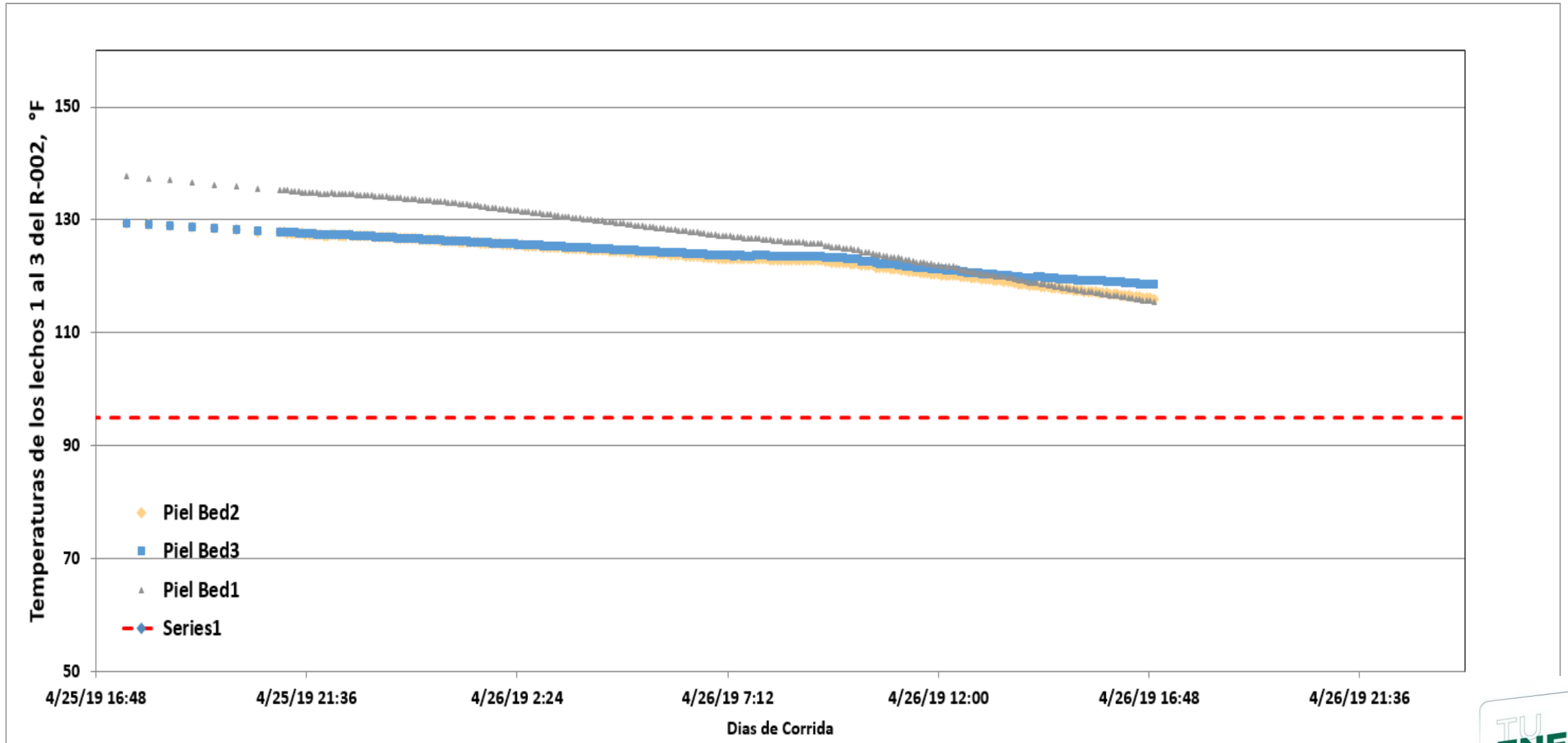
Octubre 18, 23

# Temperaturas de los 3 lechos del R-002



Octubre 18, 23

# Temperaturas de piel de los 3 lechos del R-002





Octubre 18, 23

# Consumo y Calidad del Nitrógeno Requerido y Tiempo Utilizado para el Enfriamiento

