

# **Universidad Nacional de Ingeniería**

**Facultad de Ingeniería de Petróleo, Gas Natural y Petroquímica**




**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**“Diseño de una Estación de Compresión, con Selección de  
Compresores Booster para el Abastecimiento de Gas Natural  
en el Perú”**

Para obtener el Título Profesional de  
**Ingeniero Petroquímico**


Elaborado por

**Piermarco Stefano Contreras Salazar**

 0009-0005-9842-0197

Asesor

**M.Sc. Herbert Jhordy Manrique Olortegui**

 0000-0002-1980-8304

**LIMA – PERÚ**

**2024**

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Citar/How to cite            | Piermarco Contreras [1]   |
| Referencia/Reference         | [1] P. Contreras Salazar. Diseño de una Estación de Compresión y Selección de Compresores Booster para Abastecimiento de Gas Natural en el Perú [Tesis de pregrado]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2024. |
| Estilo/Style:<br>IEEE (2020) |   |

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Citar/How to cite              | (Contreras, 2024)   |
| Referencia/Reference           | Contreras, P. (2024). Diseño de una Estación de Compresión y Selección de Compresores Booster para Abastecimiento de Gas Natural en el Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI. |
| Estilo/Style:<br>APA (7ma ed.) |   |

### ***Dedicatoria***

*A mis padres, por su sabiduría y sacrificios, por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.*

*A mi querida hermana, por ser siempre un ejemplo de perseverancia y dedicación. Tu sabiduría y constante aliento me han guiado en momentos difíciles y han sido un faro en mi vida*

*A mis hijos, cuyas sonrisas y abrazos me llenan de energía y motivación cada día. Gracias por ser mi inspiración constante y recordarme siempre la importancia de seguir adelante.*

*A mi amada esposa, cuyo amor y apoyo incondicional han sido mi fuerza y motivación en cada paso de este camino. Gracias por estar siempre a mi lado, por creer en mí y por compartir conmigo cada triunfo y desafío.*

*Esta tesis es tanto de ustedes como mía.*

## **Agradecimientos**

Agradezco a mis compañeros y mentores Mauricio Pinaya y Franklin Sucla, por brindarme todos sus conocimientos y experiencia durante el desarrollo de Proyectos de Ingeniería en el sector hidrocarburos. Ambos forman parte de mi crecimiento en mi formación como ingeniero de procesos y proyectos.

## Resumen

El gas natural utilizado en Perú proviene de pozos o campos gasíferos, siendo Camisea el más importante por su mayor cantidad de reservas probadas. A pesar de que el gas sale a la superficie con una presión elevada, se necesitan compresores para hacer llegar el gas hasta las plantas procesadoras. Sin embargo, con el paso del tiempo, las condiciones de operación de los pozos tienden a deteriorarse y esto significa que los compresores inicialmente seleccionados, diseñados para funcionar en un determinado rango de operación, podrían llegar a operar fuera de los límites seguros y normales. De llegar a este punto, no solo se pone en peligro la seguridad de las personas y de la facilidad de producción, también existe el riesgo que no llegue el caudal de gas necesario a las plantas de procesamiento y, por tanto, se ponga en riesgo el abastecimiento de gas natural en el país.

Siendo un hecho que la presión de los pozos productores está disminuyendo, el presente estudio buscó realizar el diseño y la selección de un nuevo sistema de compresores *booster* en una Estación de Compresión que operen en estas nuevas condiciones y así asegurar el abastecimiento de gas natural en el Perú. Para esto, se determinaron los perfiles de producción del 2023 al 2042 de uno de los campos gasíferos que suministra gas natural hacia la Planta Procesadora de Gas Malvinas, ubicada en la selva del Perú, además de parámetros de operación como la presión de ingreso y descarga.

Adicionalmente, se estableció la configuración de los compresores existentes y los nuevos compresores *booster*, determinando el número de unidades en operación, unidades en *stand by* y unidades instaladas. En el trabajo también se realizó una evaluación hidráulica que permitió dimensionar, conforme a criterios de diseño y buenas prácticas de ingeniería, los diámetros de las tuberías colectoras de gas, de succión y descarga de gas asociados a los nuevos compresores.

Como resultado, se determinó que el tipo de compresor más adecuado fue del tipo recíprocante del fabricante Ariel y modelo KBZ6. Dicho compresor satisface las condiciones de operación de caudal de producción, presión de ingreso y descarga. Adicionalmente, la selección del modelo KBZ6 permitió asegurar que no ocurrieran problemas de sobre carga al compresor y de esta manera evitar poner en riesgo la integridad del equipo y la seguridad de la operación.

Finalmente, a partir de los análisis realizados y de la selección del modelo de compresor *booster*, para el periodo de operación evaluado, se estableció que para el año 2026 se deberían tener instalados como mínimo tres compresores *booster* del modelo seleccionado y a partir del año 2031 se debería contar con el cuarto compresor *booster* instalado.

Palabras clave – Diseño, selección, compresores recíprocantes, Gas Natural, abastecimiento

## **Abstract**

*The natural gas used in Peru comes from gas wells or fields, with Camisea being the most important due to its greater amount of proven reserves. Although the gas comes to the surface at high pressure, compressors are needed to deliver the gas to the processing plants. However, over time, the operating conditions of the wells tend to deteriorate and this means that the compressors initially selected, designed to operate in a certain operating range, could end up operating outside of safe and normal limits. If this point is reached, not only is the safety of people and the ease of production at risk, there is also the risk that the necessary gas flow will not reach the processing plants and, therefore, the supply of natural gas in the country is put at risk.*

*Given that the pressure of the producing wells is decreasing, the present study sought to design and select new booster compressors system in a Compression Station that operate under these new conditions and thus ensure the supply of natural gas in Peru. For this purpose, the production profiles from 2023 to 2042 of one of the gas fields that supplies natural gas to the Malvinas Gas Processing Plant, located in the Peruvian jungle, were determined, in addition to operating parameters such as inlet and discharge pressure.*

*Additionally, the configuration of the existing compressors and the new booster compressors was established, determining the number of units in operation, units on standby and units installed. The work also carried out a hydraulic evaluation that allowed sizing, according to design criteria and good engineering practices, the diameters of the gas collector, suction and discharge pipes associated with the new compressors.*

*As a result, the most suitable type of compressor will be determined to be the reciprocating type from the manufacturer Ariel and model KBZ6. Said compressor satisfies the operating*

*conditions of production flow, inlet and discharge pressure. In addition, the selection of the KBZ6 model made it possible to ensure that overload problems did not occur to the compressor and thus avoid putting the integrity of the equipment and the safety of the operation at risk.*

*Finally, based on the analyses carried out and the selection of the booster compressor model, for the evaluated operating period, it was established that by 2026 at least three booster compressors of the selected model should be installed and from 2031 the fourth booster compressor should be installed.*

*Keywords – Design, selection, reciprocating compressors, Natural Gas, supply*



# Tabla de Contenido

|   | Pág. |
|---|------|
| Dedicatoria .....                                 | ii   |
| Agradecimientos .....                             | iii  |
| Resumen .....                                     | iv   |
| Abstract .....                                    | vi   |
| Tabla de Contenido.....                           | viii |
| Lista de Tablas .....                             | xi   |
| Lista de Figuras .....                            | xiii |
| Introducción .....                                | xiv  |
| Capítulo I. Parte introductoria del trabajo ..... | 1    |
| 1.1. Situación Problemática .....                 | 1    |
| 1.1.1. Problema general .....                     | 3    |
| 1.1.2. Problema específico .....                  | 3    |
| 1.2. Objetivos del estudio .....                  | 4    |
| 1.2.1. Objetivo general .....                     | 4    |
| 1.2.2. Objetivos específicos .....                | 4    |
| 1.3. Antecedentes Referenciales .....             | 4    |
| 1.4. Hipótesis.....                               | 8    |
| 1.4.1. Hipótesis general .....                    | 8    |
| 1.4.2. Hipótesis específicas .....                | 8    |
| 1.5. Matriz de consistencia .....                 | 8    |
| Capítulo II. Marco teórico y conceptual .....     | 10   |
| 2.1. Marco Teórico.....                           | 10   |
| 2.1.1. Gas Natural .....                          | 10   |
| 2.1.2. Composición Típica del Gas Natural.....    | 11   |
| 2.1.3. Estación de Compresión.....                | 12   |
| 2.1.4. Tipos de Compresores de Gas .....          | 12   |
| 2.1.1. Compresores Booster .....                  | 13   |

|  |   |    |
|--|---|----|
| 2.1.5.   | Diseño y Selección de Compresores .....                                 | 14 |
| 2.1.6.   | Diseño de Tuberías de Gas Natural.....                                  | 15 |
| 2.1.7.   | Servicios Auxiliares Vinculados a la operación de Compresores .....     | 17 |
| 2.1.8.   | Tuberías para Gas Natural .....   | 18 |
| 2.2.   | Marco Conceptual.....   | 19 |
| Capítulo III: Desarrollo del trabajo de investigación..... |   | 21 |
| 3.1.   | Bases y Consideraciones para el Diseño.....                             | 21 |
| 3.1.1.   | Condiciones Ambientales .....   | 21 |
| 3.1.2.   | Capacidad de Operación de la Planta.....                                | 21 |
| 3.1.3.   | Límites de Batería.....   | 21 |
| 3.1.4.   | Equipos Existentes en la Estación U-400 .....                           | 22 |
| 3.1.5.   | Consumo de Servicios Auxiliares.....                                    | 25 |
| 3.2.   | Perfiles y Horizonte de Producción .....                                | 25 |
| 3.1.1.   | Producción de Gas en periodo 2023 al 2042 .....                         | 25 |
| 3.1.2.   | Perfil de Presiones – Periodo 2023 al 2042 .....                        | 26 |
| 3.1.3.   | Perfil de Temperatura – Periodo 2023 al 2042.....                       | 26 |
| 3.1.4.   | Composición del Gas – Periodo 2023 al 2042 .....                        | 27 |
| 3.3.   | Diseño de Sistema de Compresión Booster.....                            | 27 |
| 3.1.1.   | Metodología de Evaluación – Simulación de Compresores .....             | 27 |
| 3.1.2.   | Diagrama de Flujo del Sistema de Compresión .....                       | 30 |
| 3.1.3.   | Determinación del Periodo de Ingreso de Compresores Booster.....        | 31 |
| 3.1.4.   | Evaluación de Compresores Existentes.....                               | 33 |
| 3.1.5.   | Evaluación de Compresores Booster.....                                  | 37 |
| 3.4.   | Diseño de Tuberías del Sistema de Compresión Booster .....              | 42 |
| Capítulo IV: Análisis de Resultados .....                  |   | 51 |
| 4.1.   | Análisis del Desempeño de los Compresores Principales.....              | 51 |
| 4.2.   | Análisis Comparativo para la Selección de los Compresores Booster ..... | 52 |
| 4.3.   | Análisis de los resultados Hidráulicos .....                            | 53 |
| 4.4.   | Análisis de Sistema de Alivios .....                                    | 55 |

|   |    |
|---|----|
| 4.5. Plan de Instalación de Compresores ..... | 56 |
| 4.5.1. Cargabilidad de Compresores .....      | 56 |
| 4.5.2. Configuración de Compresores .....     | 57 |
| Conclusiones .....                            | 59 |
| Recomendaciones .....                         | 61 |
| Referencias bibliográficas .....              | 62 |
| Anexos.....                                   | 65 |

## Lista de Tablas

|   | Pág. |
|---|------|
| <b>Tabla 1</b> Matriz de consistencia .....   | 9    |
| <b>Tabla 2</b> Composición Típica de Gas Natural.....   | 11   |
| <b>Tabla 3</b> Especificación de Tuberías Comerciales en Acero al Carbono .....                                       | 18   |
| <b>Tabla 4</b> Condiciones Ambientales .....  | 21   |
| <b>Tabla 5</b> Datos Técnicos de los Compresores Existentes .....   | 24   |
| <b>Tabla 6</b> Consumo de Servicios Auxiliares.....   | 25   |
| <b>Tabla 7</b> Composición del gas para el periodo 2023 – 2042 .....  | 27   |
| <b>Tabla 8</b> Datos Técnicos de los Modelos de Compresor <i>Booster</i> a Evaluar .....                              | 28   |
| <b>Tabla 9</b> Año de Operación de Compresor <i>Booster</i> – Unidades en Operación e Instaladas<br>.....             | 32   |
| <b>Tabla 10</b> Configuración de Compresores Ejemplo Año 2025.....  | 33   |
| <b>Tabla 11</b> Datos de Partida para Evaluación de Compresores Existentes .....                                      | 34   |
| <b>Tabla 12</b> Compresor modelo JGT4 – Performance Periodo 2023 al 2042 .....  | 35   |
| <b>Tabla 13</b> Compresor modelo JGC4 – Performance Periodo 2023 al 2042.....   | 36   |
| <b>Tabla 14</b> Datos de Partida para Evaluación de Compresores Existentes .....                                      | 37   |
| <b>Tabla 15</b> Compresor <i>Booster</i> modelo KBC4 – Performance Periodo 2023 al 2042 .....                         | 38   |
| <b>Tabla 16</b> Compresor <i>Booster</i> modelo KBZ4 – Performance Periodo 2023 al 2042.....                          | 39   |
| <b>Tabla 17</b> Compresor <i>Booster</i> modelo KBC6 – Performance Periodo 2023 al 2042 .....                         | 40   |
| <b>Tabla 18</b> Compresor <i>Booster</i> modelo KBZ6 – Performance Periodo 2023 al 2042.....                          | 41   |
| <b>Tabla 19</b> Criterios de Diseño para Líneas de Gas .....  | 43   |
| <b>Tabla 20</b> Criterios de Diseño para Líneas de Compresores.....   | 43   |
| <b>Tabla 21</b> Años seleccionados para diseño de tuberías del Sistema de Compresión<br><i>Booster</i> .....          | 44   |
| <b>Tabla 22</b> Evaluación hidráulica año 2030 (2 compresores <i>Booster</i> @131.2 MMSCFD y<br>590.2 PSIG C/U) ..... | 45   |

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 23</b> Evaluación hidráulica año 2031 (3 compresores <i>Booster</i> @87.76 MMSCFD y 438 PSIG C/U).....   | 46 |
| <b>Tabla 24</b> Evaluación hidráulica año 2032 (4 compresores <i>Booster</i> @65.33 MMSCFD y 268.1 PSIG C/U)..... | 47 |
| <b>Tabla 25</b> Evaluación hidráulica año 2034 (4 compresores <i>Booster</i> @65.78 MMSCFD y 268.1 PSIG C/U)..... | 49 |
| <b>Tabla 26</b> Cobertura de Flujo por año Compresores modelo JGT4 y JGC4 .....                                   | 51 |
| <b>Tabla 27</b> Resultados Velocidad Erosional ( $V_e$ ) – Año 2032 .....   | 54 |
| <b>Tabla 28</b> Dimensionamiento PSV Compresores <i>Booster</i> - Datos de Entrada .....                          | 55 |
| <b>Tabla 29</b> Dimensionamiento PSV Compresores <i>Booster</i> - Resultados .....                                | 56 |
| <b>Tabla 30</b> Resumen de flujo y cargabilidad por tipo de compresor periodo 2023 – 2042 .                       | 56 |
| <b>Tabla 31</b> Resumen de configuración de compresores periodo 2023 – 2042.....                                  | 57 |

## Lista de Figuras

|  | Pág. |
|--|------|
| <b>Figura 1</b> Consumo de Energía Primaria por Combustible: Perú, 1965-2022 .....               | 1    |
| <b>Figura 2</b> Producción Fiscalizada de Gas Natural en el Perú.....                            | 2    |
| <b>Figura 3</b> Reservas de Gas Natural en el Perú 2016 – 2022 <sup>(1)</sup> .....              | 2    |
| <b>Figura 4</b> Sistema de Recolección de Gas Lote 57 y Lote 56 .....                            | 3    |
| <b>Figura 5</b> Diagrama de Bloques Industria del Gas Natural.....                               | 11   |
| <b>Figura 6</b> <i>Clasificación y Tipos de Compresores de Gas</i> .....                         | 13   |
| <b>Figura 7</b> <i>Clasificación de Compresores Según el Servicio</i> .....                      | 13   |
| <b>Figura 8</b> <i>Cuadro de Selección del Compresor Según Flujo y Presión de Descarga</i> ..... | 14   |
| <b>Figura 9</b> <i>Diagrama de Bloques de la Estación de Compresión U-400</i> .....              | 23   |
| <b>Figura 10</b> <i>Distribución de los Compresores en la Estación</i> .....                     | 24   |
| <b>Figura 11</b> Producción de Gas para el periodo 2023 – 2042.....                              | 25   |
| <b>Figura 12</b> Perfil de Presiones para el periodo 2023 – 2042.....                            | 26   |
| <b>Figura 13</b> Perfil de Temperaturas para el periodo 2023 – 2042.....                         | 26   |
| <b>Figura 14</b> Selección del tipo de compresor <i>Booster</i> .....                            | 28   |
| <b>Figura 15</b> Diferencia de Presión en la Succión y Descarga Periodo 2023 - 2042 .....        | 30   |
| <b>Figura 16</b> Diagrama de Bloques Sistema de Compresores <i>Booster</i> .....                 | 31   |
| <b>Figura 17</b> Diámetros de Tubería del Sistema de Compresión <i>Booster</i> .....             | 55   |

## Introducción

La vida útil de los pozos productores de gas natural es un aspecto crucial en la gestión de recursos energéticos, ya que afecta directamente la planificación y rentabilidad de los proyectos de explotación. A medida que los pozos envejecen, la presión del yacimiento y el flujo de gas tienden a disminuir, lo que plantea desafíos significativos para mantener la producción a niveles óptimos. Este fenómeno de declive en la producción requiere estrategias y tecnologías avanzadas para maximizar la recuperación de gas y extender la vida útil de los pozos. En este contexto, la implementación de estaciones de compresión de gas se vuelve indispensable para gestionar el transporte del gas desde los pozos hasta las instalaciones de almacenamiento y procesamiento.

Las estaciones de compresión de gas juegan un papel esencial en el sistema de transporte de gas natural, asegurando que el gas producido en los pozos llegue de manera eficiente y segura a su destino final. Estas estaciones funcionan incrementando la presión del gas, lo que permite su flujo continuo a través de largas distancias en las redes de tuberías. El diseño y la operación de estas estaciones requieren una comprensión detallada de varios parámetros, incluyendo la presión de succión y descarga, el volumen de gas a transportar, y las características del gas mismo. La eficiencia de estas estaciones es crítica para la viabilidad económica del transporte de gas natural, y su diseño debe ser optimizado para minimizar costos operativos y maximizar la seguridad y fiabilidad del sistema.

En una estación de compresión típica, varios equipos trabajan en conjunto para cumplir con los requisitos operativos y de diseño. Entre los componentes más importantes se encuentran los compresores, que pueden ser de tipo centrífugo o reciprocante, los enfriadores de gas, los sistemas de separación de líquidos, los sistemas de control y monitoreo, y los equipos auxiliares como generadores eléctricos y unidades de tratamiento

de aire. Los parámetros de diseño de estos equipos deben ser cuidadosamente seleccionados y calibrados para asegurar un rendimiento óptimo y prolongar la vida útil de la estación. Además, es fundamental considerar aspectos como la eficiencia energética, el mantenimiento predictivo y la gestión de riesgos para garantizar operaciones seguras y sostenibles. Este capítulo proporciona una visión general de estos elementos, estableciendo el contexto para un análisis más profundo en los capítulos subsiguientes.



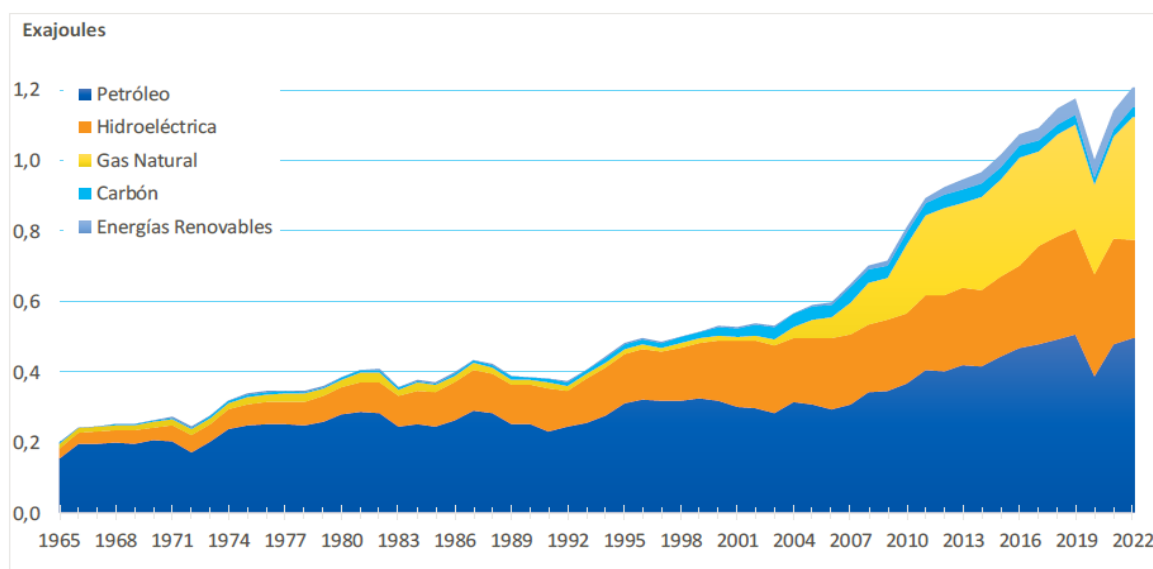
## Capítulo I. Parte introductoria del trabajo

### 1.1. Situación Problemática

Durante los últimos 50 años la demanda energética en el Perú ha ido incrementando considerablemente, siendo el petróleo la principal fuente de energía en el periodo 1965 hasta el año 2000. Sin embargo, en la Figura 1 se visualiza que a partir del 2001 la demanda gas natural, como otra fuente de energía primaria, mostró un incremento. Con el inicio de Camisea en el 2004, como principal proyecto de producción de Gas Natural en el Perú, y los proyectos de masificación de gas en el periodo 2010 – 2020, el gas natural sigue mostrando hasta hoy una demanda proyectada de forma ascendente. (Osinergrmin, 2024)

**Figura 1**

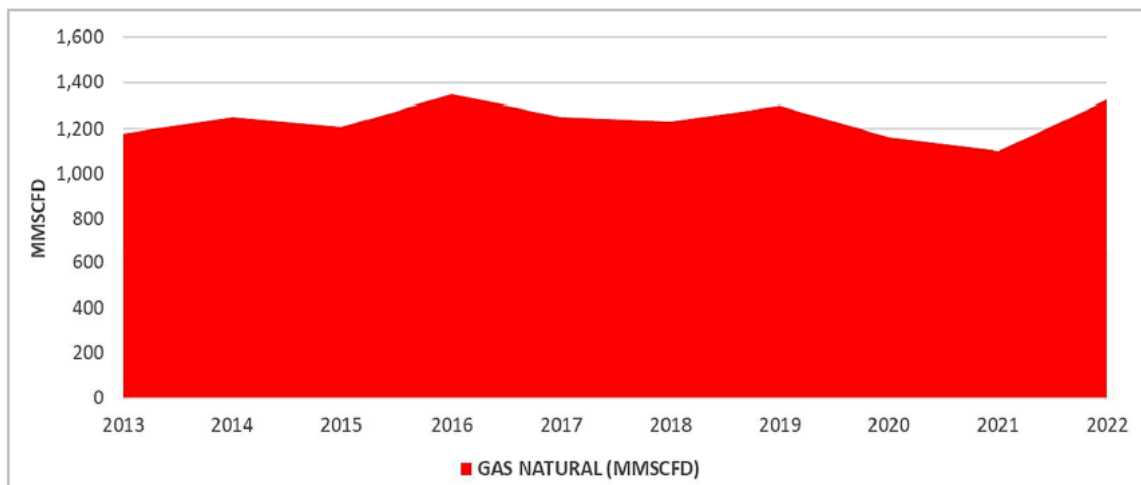
*Consumo de Energía Primaria por Combustible: Perú, 1965-2022*



Fuente: Tomado de (Osinergrmin, 2024)

En la misma línea, para el periodo 2010 – 2021, la producción de gas natural fiscalizado deriva en su mayoría de los Lotes 56, 57 y 88 (Gran Camisea). Teniendo como limitante la capacidad de procesamiento de la Planta de Malvinas de 1680 MMSCFD (Osinergrmin, 2024), se cubre la demanda del mercado interno y la exportación de gas. En el año 2022 la producción fiscalizada fue aproximadamente 325 MMSCFD tal como se muestra en la Figura 2.

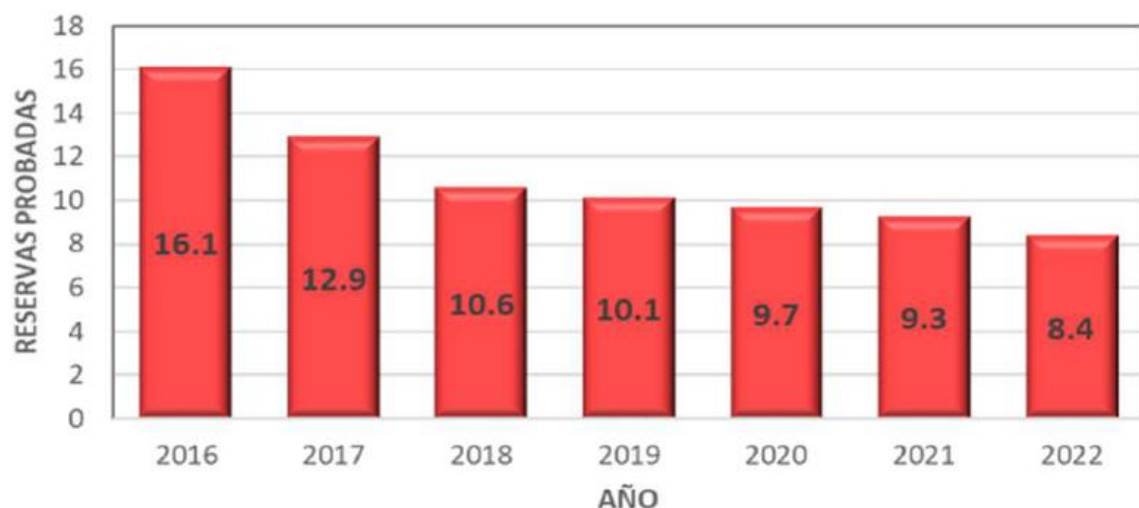
**Figura 2**  
Producción Fiscalizada de Gas Natural en el Perú



Fuente: Tomado de (MINEM, 2023)

No obstante, las reservas de gas natural en el Perú, conformadas por las reservas probadas, probables y posibles, han presentado una tendencia decreciente en los últimos 10 años (Osinergrmin, 2021). La Figura 3, se muestra que en el 2016 se reportó 16.1 TCF, mientras que en el año 2022 disminuyó a 8.4 TCF, lo que representó una disminución significativa de 52% en 6 años.

**Figura 3**  
Reservas de Gas Natural en el Perú 2016 – 2022<sup>(1)</sup>.



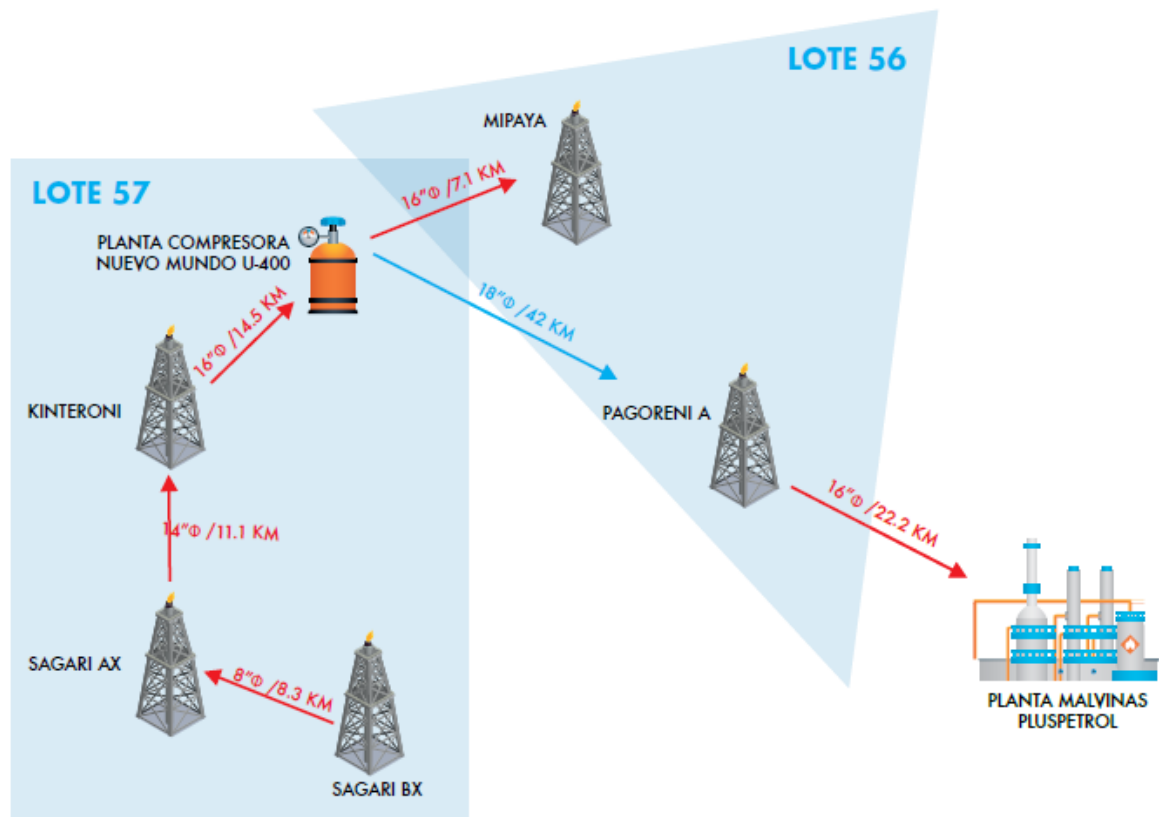
<sup>(1)</sup> En unidades TCF: Trillones americanos de pies cúbicos

Fuente: Tomado de (MINEM, 2023)

Como parte de la producción del gas, la Figura 4 muestra de las facilidades y sistemas de transporte utilizados para la recolección y abastecimiento a una planta

procesadoras de gas. Para el ejemplo, por medio de la Planta Compresora Nuevo Mundo U-400, que recolecta gas de los campos Kinteroni, Sagari AX y SAgari BX, se eleva la presión para su transporte por un gasoducto de 42 km hacia Pagoreni A y posterior mente, por medio de un gasoducto de 22.2 km, hacia Planta de Separación de Malvinas.

**Figura 4**  
*Sistema de Recolección de Gas Lote 57 y Lote 56*



Fuente: Tomado de (Osinergmin, 2021).

Por consiguiente, amerita evaluar los límites operativos de los sistemas de transporte y compresión de gas, con la finalidad de brindar soluciones técnicas y factibles para hacer frente a la disminución de las reservas y satisfacer la demanda del gas natural.

#### **1.1.1. Problema general**

¿Cuál sería el mejor diseño de una Estación de Compresión, con selección de compresores *booster* para el abastecimiento de gas natural en el Perú?

#### **1.1.2. Problema específico**

- ¿Es posible determinar el horizonte de producción del campo de reservorio de gas?

- ¿Cómo se puede diseñar y seleccionar el sistema de compresores *booster* requerido?
- ¿Cuál sería el plan de instalación y puesta de operación en la planta de compresión?

## **1.2. Objetivos del estudio**

### **1.2.1. Objetivo general**

Diseñar una Estación de Compresión, con selección de compresores *booster* para el abastecimiento de gas natural en el Perú.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Determinar el horizonte de producción del campo de reservorio de gas.
- Realizar el diseño y selección del sistema de compresores *booster* requeridos.
- Elaborar un plan de instalación y puesta de operación en la planta de compresión.

## **1.3. Antecedentes Referenciales**

- Aliaga Manrique, R. A. (2020). Evaluación de un Sistema de Transporte de Gas Natural en la Zona Norte del Perú.

Estudio donde se realizó la factibilidad técnica, económica y financiera de la puesta en operación de un Sistema de Transporte de Gas Natural localizado en el norte del Perú, específicamente en los departamentos de La Libertad, Lambayeque y Piura. Dicho sistema, compuesto por una estación de compresión y un gaseoducto.

Se determinó que el abastecimiento de gas sería por parte de los lotes petroleros ubicados en la zona y para ello se determinó que el 97% de la demanda en el norte del Perú sería cubierto por el mercado industrial costeña y el 3% sería cubierto por demanda de consumo residencial.

Se tubo como base las características del gas natural para determinar la selección de los compresores a utilizar y el diseño del gasoducto a requerir, teniendo en cuenta el cumplimiento de la normatividad nacional de transporte de gas.

Adicionalmente, se estimaron los costos de inversión y retorno, como también la determinación del precio del gas.

Finalmente, se obtuvo como resultado que el proyecto es rentable desde el punto de vista de la tarifa del gas a comparación con un gaseoducto virtual, obteniendo una reducción entre el 15 a 20%. (Aliaga Manrique, 2020)

- León Castro, R. J. (2014). Estudio de ampliación de un sistema de transporte por ductos de gas natural de 200 MMSCFD de capacidad y 100 KM de longitud.

Tesis donde se realizó una evaluación técnica-económica de dos alternativas para la ampliación de un sistema de transporte por ductos de Gas Natural. Dichas alternativas consisten en la incorporación de una Estación de Compresión caso contrario, por medio de la instalación de un Loop o ducto en paralelo al existente.

Mediante simulaciones hidráulicas se determinaron los parámetros técnicos de dichas alternativas, mientras que para la evaluación económica se consideró los costos que involucra la construcción, puesta en operación y mantenimiento involucrado en cada una de las alternativas propuestas.

Como parte del estudio, se brinda un breve desarrollo de la importancia del Transporte del Gas Natural y las aplicaciones que tiene en el Perú. Adicionalmente, se detalla cómo está compuesto el mercado de la Industria del Gas Natural y las principales empresas involucradas en la misma.

Durante el desarrollo de la investigación, para el escenario de la alternativa que consiste en la instalación de una Estación de Compresión, se plantea una posible ubicación de la estación, en base a la evaluación hidráulica. Asimismo, se evalúa los equipos involucrados y los costos asociados a los mismos.

Paralelamente, para el escenario del *Loop*, se realizó la evaluación hidráulica con los mismos parámetros de ampliación considerados en la primera alternativa.

Finalmente, como resultado se obtuvo que ambas alternativas disponen de consideraciones específicas a tener en cuenta para su correcta selección. Considerando

los resultados hidráulicos se explicó el comportamiento de cada alternativa. Con relación a la parte económica, si bien ambas opciones suponen una inversión, para el caso de la Estación de Compresión, se deberá tener en cuenta los costos de los equipos y su mantenimiento que son considerables, mientras que para el *Loop* se deberá tener en cuenta el costo de mantenimiento y operación. Para el estudio, no formó parte del alcance una evaluación ambiental y responsabilidad social. (León Castro, 2014).

- Baldeón Icochea, R. A., & Arredondo Medina, M. J. (2021). La confiabilidad utilizando la data del Oreda en la fase de proyecto para el control del funcionamiento de un compresor centrífugo de una estación de compresión de gas natural.

El propósito de este trabajo es utilizar datos de OREDA, software que recopila datos de operaciones de compañías en el sector oil & gas, para determinar la confiabilidad de los equipos y sistemas durante la etapa de diseño como también, ayudar al personal de operaciones y mantenimiento a tener una mejor lectura de la data que brinda dicho software, para lograr mejores estrategias de gestión de sus equipos y sistemas, en la función para la cual han sido diseñado. Entendemos Se entiende que los datos proporcionados por OREDA son una recopilación de la operación y funcionamiento de diversos equipos dentro de la industria del petróleo y el gas, inclusive dichos datos recopilados se pueden hacer uso en equipos *onshore* en la industria en general, por su alto grado de complejidad técnica durante el diseño y selección de los equipos. El estudio considera como muestra, los datos de la versión de 2002 del OREDA y usa como herramienta para el desarrollo de una fase de diseño en un proyecto. En ese sentido, esta metodología está ganando importancia debido al uso de métodos probabilísticos y otros métodos no deterministas para evaluar la confiabilidad de los equipos en la industria del petróleo y el gas como también en otras industrias, lo que la convierte en una herramienta valiosa en la etapa del proyecto. (Baldeón Icochea & Arredondo Medina, 2021)

- Gómez Quispe, J. M. (2019). Implementación del sistema automatizado para el control de índice de compresión de gas natural en la planta compresora del proyecto Camisea.

La tesis por suficiencia profesional brinda detalles de las actividades vinculadas a la implementación de un nuevo sistema de control de índice de presión a la planta compresora de gas natural Chiquintirca, ubicado en departamento de Ayacucho, como parte del Proyecto de Sistema de Transporte por Ductos de Camisea. Dichas actividades comprenden la nueva configuración del Sistema de Control Distribuido, que su vez abarca la configuración de los controladores lógicos programables (PLC), los gabinetes de control existentes y el sistema de monitoreo loca/remoto. En adición, con la finalidad de incrementar la eficiencia del diagnóstico y reposición de la planta frente paradas fortuitas, se incluye, dentro de las actividades, el registro de data de las señales críticas del proceso.

Como parte del proceso de implantación e integración del nuevo sistema de control, se presentan oportunidades de mejora en los procedimientos operativos. Por consiguiente, se mejoraría la sintonización de los controles PID y el procedimiento de pruebas punto a punto del sistema eléctrico.

Finalmente, la tesis presenta la puesta en operación del nuevo sistema de control, por medio de metodologías alternativas para la implementación progresiva de dichos nuevos sistemas. (Gómez Quispe, 2019)

- Liceta Naupari, W. J. (2015). Implementación de una estación de descompresión para el suministro de Gas Natural a través de gasoducto virtual.

Estudio que proporciona la puesta en funcionamiento de una estación de descompresión de gas natural, por medio de un gasoducto virtual proveniente del proyecto Camisea. Adicionalmente, se muestra, desde el punto de vista técnico-económico, la viabilidad de dicho proyecto.

Como parte del estudio, se detalla el marco teórico referente al gas natural, al proyecto Camisea, definiciones de las etapas de la descompresión del gas natural y la teoría de la combustión del gas. Adicionalmente, se muestra los beneficios de utilizar como matriz energética el gas natural a comparación de otros combustibles líquidos, dentro los cuales se encuentran la reducción de la contaminación ambiental, reducción en los gastos

operativos mantenimiento de equipos, instrumentos y tuberías que forman parte de la estación.

Complementando, se muestran lo correspondiente a la parte mecánica de la estación, siendo estos los equipos de acondicionamiento y descarga del gas natural comprimido, el cual se encuentra a condiciones de alta presión. Seguidamente, de las líneas de baja presión y la instalación de un compresor del gas hasta los paquetes de regulación y medición de flujo.

Finalmente, el estudio demuestra la factibilidad técnico-económica del proyecto en base un estudio del mercado, el presupuesto de inversión para el desarrollo de la obra y un comparativo costo/beneficio optar por el gas natural como matriz energética.

(Liceta Naupari, 2015)

#### **1.4. Hipótesis**

##### **1.4.1. Hipótesis general**

Es factible diseñar una Estación de Compresión, con selección de compresores *booster* para el abastecimiento de gas natural en el Perú.

##### **1.4.2. Hipótesis específicas**

- Se puede determinar el horizonte de producción del campo de reservorio de gas.
- Es posible realizar el diseño y selección del sistema de compresores *booster* requeridos.
- Se puede elaborar un plan de instalación y puesta de operación en la planta de compresión.

#### **1.5. Matriz de consistencia**

En la Tabla 1, se muestra y detalla la matriz de consistencia de la presente investigación.



**Tabla 1**  
Matriz de consistencia

| TÍTULO DEL PROYECTO  |   |  |  |   |
|--|---|--|--|---|
| Diseño de una Estación de Compresión, con Selección de Compresores <i>Booster</i> para Abastecimiento de Gas Natural en el Perú  |   |  |  |   |
| PROBLEMA   | OBJETIVOS   | HIPÓTESIS  | VARIABLES  | INDICADORES   |
| <p><b>PRINCIPAL</b></p> <p>¿Cuál sería el mejor diseño de una Estación de Compresión, con selección de compresores <i>booster</i> para el abastecimiento de gas natural en el Perú?</p> <p><b>ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ¿Es posible determinar el horizonte de producción del campo de reservorio de gas?</li> <li>✓ ¿Cómo se puede diseñar y seleccionar el sistema de compresores <i>booster</i> requeridos?</li> <li>✓ ¿Cuál sería el plan de instalación y puesta de operación en la planta de compresión?</li> </ul> | <p><b>PRINCIPAL</b></p> <p>Diseñar una Estación de Compresión, con selección de compresores <i>booster</i> para el abastecimiento de gas natural en el Perú.</p> <p><b>ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Determinar el horizonte de producción del campo de reservorio de gas.</li> <li>✓ Realizar el diseño y selección del sistema de compresores <i>booster</i> requeridos.</li> <li>✓ Elaborar un plan de instalación y puesta de operación en la planta de compresión.</li> </ul> | <p><b>PRINCIPAL</b></p> <p>Es factible diseñar una Estación de Compresión, con selección de compresores <i>booster</i> para el abastecimiento de gas natural en el Perú.</p> <p><b>ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se puede determinar el horizonte de producción del campo de reservorio de gas.</li> <li>✓ Es posible realizar el diseño y selección del sistema de compresores <i>booster</i> requeridos.</li> <li>✓ Se puede elaborar un plan de instalación y puesta de operación en la planta de compresión.</li> </ul> | <p><b>DEPENDIENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Abastecimiento de gas natural en el Perú.</li> </ul> <p><b>INDEPENDIENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Horizonte de producción de gas natural para el periodo 2023 al 2042.</li> <li>✓ Flujos volumétricos del gas natural.</li> <li>✓ Presión y temperatura de operación del gas proveniente de los campos gasíferos.</li> <li>✓ Presión y Temperatura a la salida de la estación de compresión.</li> </ul> | <p><b>DEPENDIENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ MMSCFD de gas natural.</li> </ul> <p><b>INDEPENDIENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Presión (psig) a la descarga de los compresores <i>booster</i>.</li> <li>✓ Presión (psig) a la salida de la estación de compresión.</li> <li>✓ Relación flujo producido con el flujo requerido (%).</li> <li>✓ Cargabilidad (%) del motor de los compresores <i>booster</i> y existentes.</li> <li>✓ Porcentaje del <i>road load</i> en los compresores <i>booster</i> y existentes (%).</li> </ul> |

Fuente: Elaboración propia

## Capítulo II. Marco teórico y conceptual

### 2.1. Marco Teórico

#### 2.1.1. Gas Natural

Es gas natural es una mezcla de hidrocarburos parafínicos livianos, donde el metano es su componente principalmente y otros compuestos, en menor proporción, como etano, propano, n-butano, n-pentano, hexanos e hidrocarburos más pesados. En adición, el gas natural contiene pequeñas fracciones de gases no orgánicos, dióxido de carbono, nitrógeno y ácido sulfhídrico. (Kidnay & Parrish, 2006)

El gas natural es obtenido en conjunto con el crudo de petróleo o más conocido como gas natural asociado y también de forma libre o independiente del crudo de petróleo o más conocido como gas no asociado.

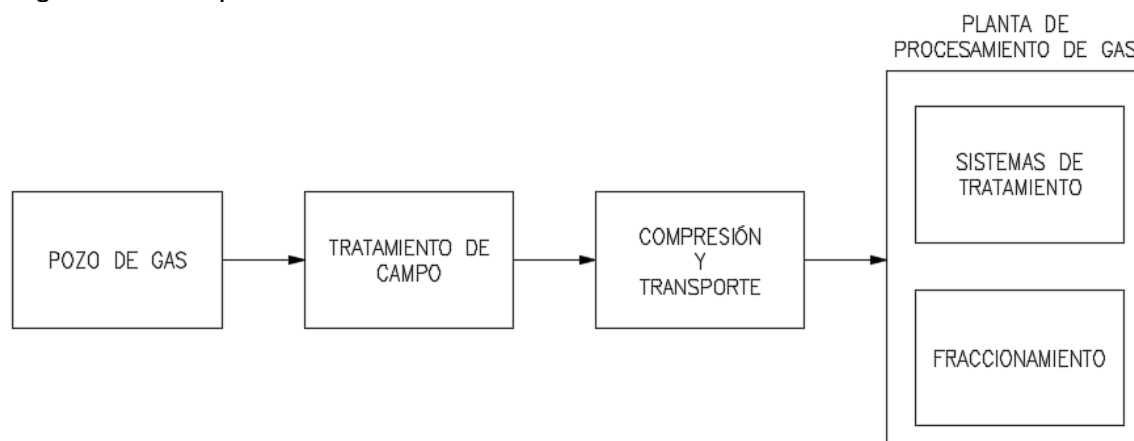
El gas natural se puede clasificar según su procedencia:

- **Gas natural asociado:** Gas en conjunto con el crudo de petróleo, extraído de un pozo o Pozo productor.
- **Gas natural no asociado:** Gas extraído de Pozos de gas natural y la presencia de crudo de petróleo, líquidos y compuestos más pesados, se encuentran en menor volumen.
- **Gas natural amargo o agrio:** gas natural con fracciones considerables de compuestos de sulfuro de hidrógeno.
- **Gas natural húmedo o rico:** Gas que contiene líquidos presentes en la mezcla.
- **Gas natural seco o pobre:** Gas producido que contiene una cantidad baja de líquidos proveniente del Pozo.

Como parte de la industria del procesamiento del gas natural, la Figura 5, muestra el diagrama de bloques del gas desde su extracción hasta su producto final y brinda una visión general de las etapas por que se tiene pasar para obtener un producto final. Cabe mencionar que dicho diagrama simplifica diversos sistemas de recolección y tratamiento del gas, que normalmente tiene un grado de complejidad elevado.

**Figura 5**

*Diagrama de Bloques Industria del Gas Natural.*



Fuente: Elaboración propia a partir de (Kidnay & Parrish, 2006)

### **2.1.2. Composición Típica del Gas Natural**

La composición del gas natural varía sustancialmente según la ubicación de los Pozos extractores de gas. La Tabla 2 muestra la composición típica del gas natural proveniente de Pozos.

**Tabla 2**

*Composición Típica de Gas Natural*

| Componente                          | Gas Natural 1 <sup>(1)</sup> | Gas Natural 2 <sup>(1)</sup> |
|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Nitrógeno, N <sub>2</sub>           | 0.51                         | 4.85                         |
| Dióxido de Carbono, CO <sub>2</sub> | 0.67                         | 0.24                         |
| Metano, C <sub>1</sub>              | 91.94                        | 83.74                        |
| Etano, C <sub>2</sub>               | 3.11                         | 5.68                         |
| Propano, C <sub>3</sub>             | 1.26                         | 3.47                         |
| Iso-Butano, i-C <sub>4</sub>        | 0.37                         | 0.30                         |
| N-Butano, n-C <sub>4</sub>          | 0.34                         | 1.01                         |
| Iso-Pentano, i-C <sub>5</sub>       | 0.18                         | 0.18                         |
| N-Pentano, n-C <sub>5</sub>         | 0.11                         | 0.19                         |
| Hexano, C <sub>6</sub>              | 0.16                         | 0.09                         |
| Heptano+, C <sub>7</sub> +          | 1.35                         | 0.25                         |
| Total                               | 100.00                       | 100.00                       |

<sup>(1)</sup> En unidades de porcentaje molar (% mol).

Fuente: Tomado de (Manning & Thompson, 1991)

Cabe mencionar, que el gas extraído contiene agua presente a las condiciones de presión y temperatura del Pozo. Sin embargo, en algunos casos el contenido de agua presente en el gas no es reportado como parte de la composición, en su lugar se indican el contenido presente como un porcentaje en volumen de flujo.

### **2.1.3. Estación de Compresión**

Como parte del procesamiento del gas, el transporte es una etapa fundamental y para ello la compresión permite, por medio de dispositivos mecánicos llamados compresores, incrementar la presión del gas mediante la reducción del volumen. En una estación de compresión, se realiza dicha operación mediante una serie de equipos complementarios a los compresores, siendo este último el equipo principal.

En una estación de compresión está conformado por los siguientes sistemas:

- Sistema de *Slug Catcher*
- Sistema de Separación
- Sistema de Medición
- Sistema de Compresión

### **2.1.4. Tipos de Compresores de Gas**

En el universo de los compresores de gas, se encuentran categorizados según aplicación y fabricación en compresores de tipo Desplazamiento Positivo, Dinámico y Térmico. (Gas Processors Suppliers Association, 1998)

Los compresores de tipo desplazamiento positivo se dividen en dos categorías básicas: reciprocantes y rotativo.

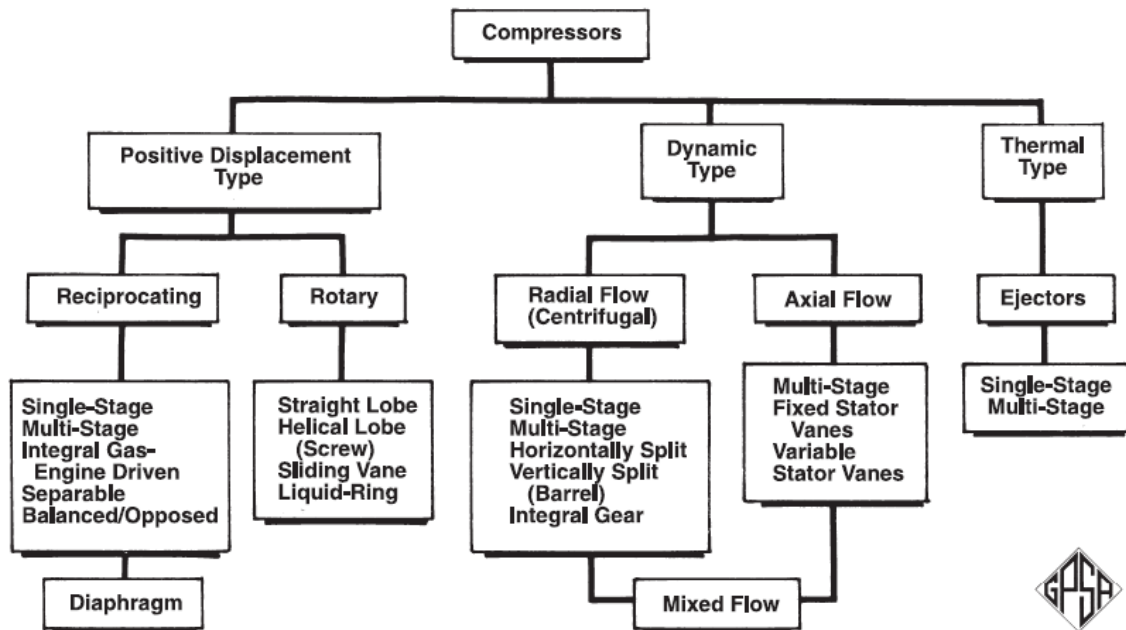
Los tipos dinámicos son equipos rotativos de flujo continuo, comprende el tipo flujo radial (flujo radial) y flujo axial. Son rotativos de flujo continuo.

Finalmente, los eyectores son compresores del tipo térmico que utilizan un chorro de gas o vapor de alta velocidad para arrastrar el gas entrante.

La

**Figura 6** brinda un cuadro resumen de dicha clasificación como también la variedad de compresores para cada tipo.

**Figura 6**  
*Clasificación y Tipos de Compresores de Gas*

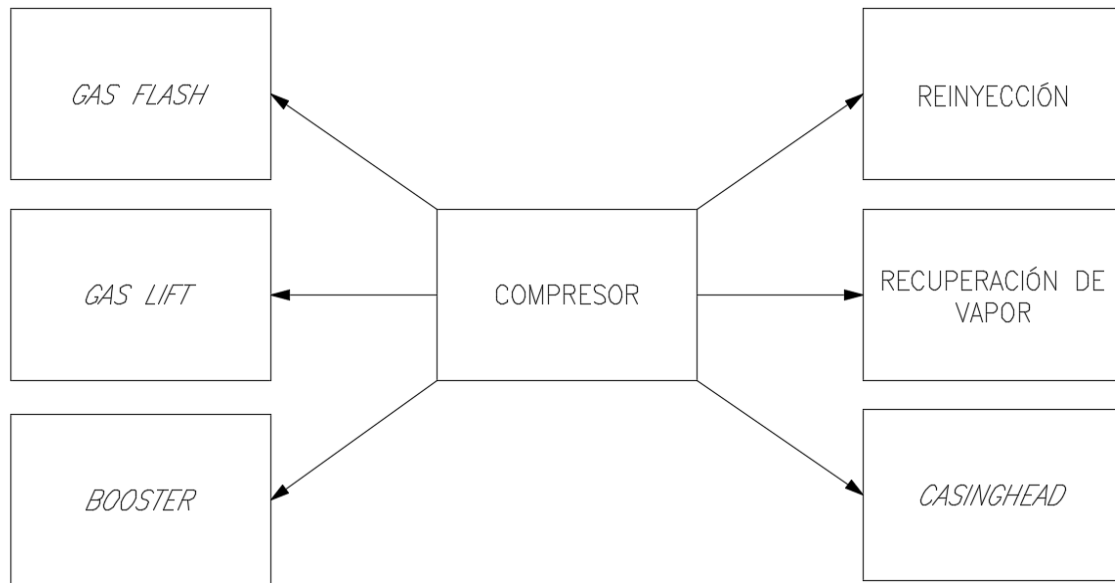


Fuente: Tomado de (Gas Processors Suppliers Association, 1998)

### 2.1.1. **Compresores Booster**

Dentro de universo de los compresores, estos se podrían clasificar de acuerdo con el tipo de servicio que brinde (Arnold, 2007). La Figura 7 resume dicha clasificación.

**Figura 7**  
*Clasificación de Compresores Según el Servicio*



Fuente: Elaborado desde (Arnold, 2007).

Particularmente los compresores *booster* se usan para sistemas de transporte y procesamiento de gas a través de gasoductos. Generalmente debido a la gran longitud de dichos ductos, las pérdidas de presión por fricción y longitud son significativas. La principal función es recibir un gas a condiciones de presión baja o intermedia para posteriormente elevarla a presiones altas.

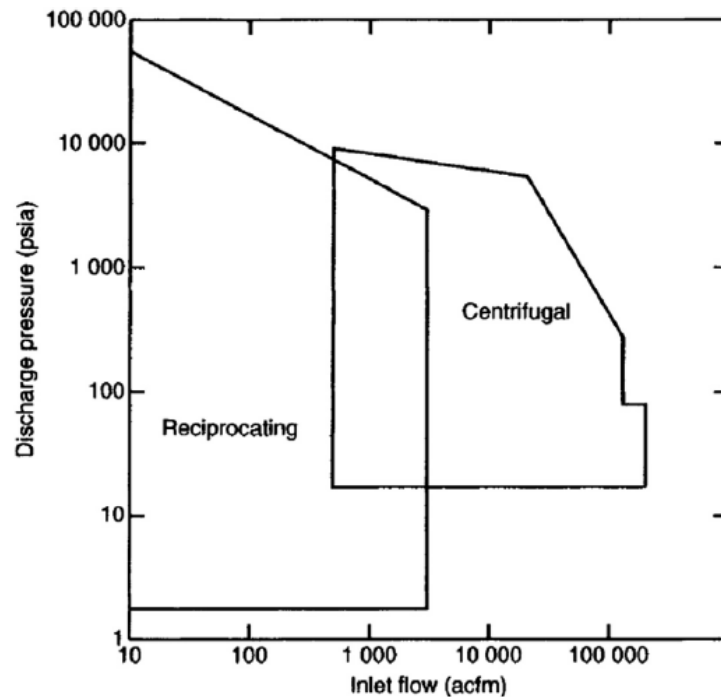
Se recomienda para estos sistemas, compresores de tipo centrífugo y reciprocantes.

### **2.1.5. Diseño y Selección de Compresores**

Para elaborar el diseño y elección de los compresores *booster*, se debe considerar diversos factores, tales como caudal comprimido, presión en la succión y descarga, temperatura, composición, gravedad específica, entre otros (Stewart, 2019). La Figura 8, brinda una relación básica entre el flujo a comprimir con la presión de descarga, que nos da un indicio de que tipo de compresor selección en función a dichos parámetros.

#### **Figura 8**

*Cuadro de Selección del Compresor Según Flujo y Presión de Descarga*



Fuente: Tomado  
(Mokhatab et al., 2015).

desde

Durante la selección del tipo de compresor, la relación de compresión permite orientar elección. La ecuación (1) se indica a continuación.

$$r_e = \frac{P_2}{P_1} \quad (1)$$

Donde:

$P_1$  = presión aguas arriba, bar

$P_2$  = presión aguas abajo, bar

Para los compresores reciprocantes se considera una relación de compresión entre 2.5 a 5.0 (Gas Processors Suppliers Association, 1998). En caso de tener una relación de compresión mayor, se recomienda evaluar tener compresores mediante una configuración en serie o compresor multietapas.

#### **2.1.6. Diseño de Tuberías de Gas Natural**

Las tuberías de gas o gaseoductos son dimensionadas en base a las siguientes ecuaciones:

- Ecuación de Weymouth: Ecuación (2) utilizada en gaseoductos con diámetros generalmente menores a 12 pulgadas y distancias menores a 32 kilómetros. Generalmente, esta ecuación utilizada para el diseño y dimensionamiento de que van desde pozos de producción hasta los sistemas de recolección (Menon, 2005).

$$Q = 3.7435xE \left( \frac{T_b}{P_b} \right) \left( \frac{P_1^2 - P_2^2}{LGZT_1} \right) D^{2.67} \quad (2)$$

Donde:

E: Factor de eficiencia (0.85 tuberías en condiciones de operación normal, 0.95 para tuberías a condiciones de operación óptimas y 1 para tuberías nuevas).

Q: Flujo de gas, m<sup>3</sup>/d

T<sub>b</sub>: Temperatura del gas a la condición base, K

P<sub>b</sub>: Presión del gas a la condición base, kPa

P<sub>1</sub>: Presión inicial, kPa

P<sub>2</sub>: Presión final, kPa

L: longitud de tubería, km

G: Gravedad específica

Z: Factor de compresibilidad

T<sub>1</sub>: Temperatura de gas inicial, K

D: Diámetro de tubería, mm

- Ecuación de Panhandle A: Ecuación (3) utilizada en gaseoductos con diámetros generalmente mayores a 12 pulgadas y distancias mayores a 32 kilómetros. Generalmente, esta ecuación utilizada para el diseño y dimensionamiento de que van desde pozos de producción hasta los sistemas de recolección (Menon, 2005).

$$Q = 4.5965 \times 10^{-3} x E \left( \frac{T_b}{P_b} \right)^{1.0788} \left( \frac{P_1^2 - P_2^2}{G^{0.961} Z T L_m} \right)^{0.5394} D^{2.6182} \quad (3)$$

Donde:

E: Factor de eficiencia (0.85 tuberías en condiciones de operación normal, 0.95 para tuberías a condiciones de operación óptimas y 1 para tuberías nuevas).

Q: Flujo de gas, m<sup>3</sup>/d

T<sub>b</sub>: Temperatura del gas a la condición base, K

P<sub>b</sub>: Presión del gas a la condición base, kPa

P<sub>1</sub>: Presión inicial, kPa

P<sub>2</sub>: Presión final, kPa

L: longitud de tubería, km

G: Gravedad específica



Z: Factor de compresibilidad  
T: Temperatura de gas inicial, K  
D: Diámetro de tubería, mm

- Ecuación de Panhandle B: Ecuación (4) utilizada en gaseoductos con diámetros generalmente mayores a 12 pulgadas y distancias mayores a 32 kilómetros. Generalmente, esta ecuación utilizada para el diseño y dimensionamiento de que van desde pozos de producción hasta los sistemas de recolección (Menon, 2005).

$$Q = 1.002 \times 10^{-2} \times E \left( \frac{T_b}{P_b} \right)^{1.02} \left( \frac{P_1^2 - P_2^2}{G^{0.961} Z T L_m} \right)^{0.51} D^{2.53} \quad (4)$$

Donde:

E: Factor de eficiencia (0.85 tuberías en condiciones de operación normal, 0.95 para tuberías a condiciones de operación óptimas y 1 para tuberías nuevas).

Q: Flujo de gas, m<sup>3</sup>/d

T<sub>b</sub>: Temperatura del gas a la condición base, K

P<sub>b</sub>: Presión del gas a la condición base, kPa

P<sub>1</sub>: Presión inicial, kPa

P<sub>2</sub>: Presión final, kPa

L: longitud de tubería, km

G: Gravedad específica

Z: Factor de compresibilidad

T: Temperatura de gas inicial, K

D: Diámetro de tubería, mm

### 2.1.7. Servicios Auxiliares Vinculados a la operación de Compresores

La estación de compresión generalmente cuenta con los siguientes servicios:

- **Sistema de Alivio de Presión:** conformado generalmente por válvulas de alivio y seguridad de los equipos, válvulas blowdown, tuberías ramales y cabezales principales del sistema de alivio y estaca de venteo o antorcha.
- **Sistema de Gas Combustible:** conformado generalmente por un recipiente acumulador de gas combustible y las tuberías que interconectan dicho sistema.
- **Sistema de aire de instrumentos y de planta:** compuesto por un sistema de compresión y secado de aire, el cual deberá de contar con un acumulador que proporcione una autonomía adecuada para eventos de emergencia.

- **Sistema de drenajes:** sistema de recolección de drenajes por mantenimiento o puesta en marcha. Conformado generalmente por un tanque sumidero, con una cámara recolectora de aceite y un colector de líquidos de gas natural.
- **Sistema de detección de fuego y gas:** Conjunto compuesto por equipos tecnológicos diseñados para identificar, en un tiempo corto, la presencia de incendios y fugas de gas.

### 2.1.8. Tuberías para Gas Natural

Las tuberías utilizadas en el transporte de gas natural están conformadas generalmente por acero al carbono y aleaciones de otros metales. Dichas especificaciones se encuentran en el estándar B36.10M del *American Society of Mechanical Engineers* (ASME), se definen diez cédulas o *Schedule* (10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120, 140 y 160) para las tuberías, donde la característica principal es el espesor de la pared en la tubería; a medida que se incrementa el número de la cédula, se incrementa el espesor. (ASME B36.10M, 2004).

En la industria se selecciona los diámetros comerciales que se encuentra en el mercado a nivel mundial, para el sector de transporte de gas natural y en estaciones de compresión, se utiliza generalmente tuberías de cédula 40, 80, 160. La Tabla 3 Especificación de Tuberías Comerciales en Acero al Carbono brinda un resumen de dichos diámetros y sus espesores acorde a su cédula.

**Tabla 3**  
*Especificación de Tuberías Comerciales en Acero al Carbono*

| Diámetro             | Sch-40                               | Sch-80 | Sch-160 |
|----------------------|--------------------------------------|--------|---------|
| pulg. <sup>(1)</sup> | Espesor nominal, (mm) <sup>(2)</sup> |        |         |
| 1"                   | 3.38                                 | 4.55   | 6.35    |
| 2"                   | 3.91                                 | 5.54   | 8.74    |
| 3"                   | 5.49                                 | 7.62   | 11.13   |
| 4"                   | 6.02                                 | 8.56   | 13.49   |
| 6"                   | 7.11                                 | 10.97  | 18.26   |
| 8"                   | 8.18                                 | 12.70  | 23.01   |
| 10"                  | 9.27                                 | 15.09  | 28.58   |
| 12"                  | 10.31                                | 17.48  | 33.32   |
| 14"                  | 11.13                                | 19.05  | 35.71   |

|     |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|
| 16" | 12.70 | 21.44 | 40.49 |
| 18" | 14.70 | 23.83 | 45.24 |
| 20" | 15.09 | 26.19 | 50.01 |
| 24" | 17.48 | 30.96 | 59.54 |

<sup>(1)</sup> En unidades inglesas pulgadas

<sup>(2)</sup> mm: milímetros

Fuente: Tomado de (ASME B36.10M, 2004)

## 2.2. Marco Conceptual

Los siguientes términos serán utilizados a lo largo del presente documento (Bloch, 2006):

- **Biela:** El componente que conecta el pistón con el cigüeñal, transmitiendo el movimiento y la fuerza entre ellos.
- **Carga sobre la Biela (Rod Load):** La fuerza ejercida sobre la biela durante el ciclo de compresión. Es una medida crítica para evaluar el esfuerzo mecánico y la durabilidad de los componentes del compresor.
- **Carrera del Pistón:** El movimiento del pistón desde el punto muerto superior (PMS) al punto muerto inferior (PMI). Incluye la carrera de succión y la carrera de compresión.
- **Cigüeñal:** El eje que convierte el movimiento lineal del pistón en movimiento rotativo y viceversa. Es una parte crítica en la transmisión de fuerza en el compresor.
- **Cilindro:** La cámara en la que el pistón se mueve para comprimir el gas. Los cilindros pueden estar dispuestos en diferentes configuraciones, como simple efecto o doble efecto.
- **Compresor Reciprocante:** Un dispositivo mecánico que utiliza un pistón en un cilindro para comprimir gases. Es ampliamente utilizado en la industria para aplicaciones de alta presión y flujo bajo.
- **Efecto Surge del Compresor:** Una condición inestable que ocurre cuando el flujo de gas a través del compresor cae por debajo de un cierto punto, causando

fluctuaciones rápidas de presión y flujo. Puede dañar el compresor y reducir su eficiencia.

- **Pistón:** El componente móvil dentro del cilindro que realiza el trabajo de compresión al moverse hacia adelante y hacia atrás.
- **Relación de Compresión:** La proporción entre la presión de descarga y la presión de succión. Es un parámetro clave que determina el rendimiento del compresor.
- **Válvula de Descarga:** Una válvula que permite la salida del gas comprimido del cilindro durante la carrera de descarga del pistón.
- **Válvula de Succión:** Una válvula que permite la entrada de gas al cilindro durante la carrera de succión del pistón y se cierra durante la compresión.

## Capítulo III: Desarrollo del trabajo de investigación

### 3.1. Bases y Consideraciones para el Diseño

#### 3.1.1. Condiciones Ambientales

La planta de compresión de gas Nuevo Mundo (U-400) está ubicado en el Lote 57, en la cuenca baja del Río Urubamba, selva central, distrito de Echarate, provincia de La Convención, Departamento del Cusco. Las condiciones climáticas de dicha zona se encuentran detallado en la Tabla 4.

**Tabla 4**  
*Condiciones Ambientales*

|  |                        |                       |                         |
|--|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| <b>Temperatura ambiental promedio</b>    | Max: 30.9 °C / 87.6 °F | Min: 19.2 °C / 66.6°F | Prom: 26.4 °C / 79.5 °F |
| <b>Presión Barométrica</b>               | Promedio: 14.13 psia   |                       |                         |
| <b>Humedad Relativa</b>                  | Máxima: 98%            | Mínima: 70%           | Promedio: 83%           |
| <b>Velocidad promedio del viento</b>     | 75 km/h                |                       |                         |
| <b>Dirección del viento predominante</b> | 7.11 Norte-Sur (1)     |                       |                         |

<sup>(1)</sup> Teniendo como referencia el norte geográfico  
Fuente: Elaboración propia.

#### 3.1.2. Capacidad de Operación de la Planta

El sistema de compresión (U-400) actualmente está diseñado para manejar los 268 MMSCFD de gas. (Perupetro S.A., n.d.)

Los nuevos sistemas de compresión estarán diseñados para manejar los caudales máximos y mínimos en los perfiles de producción en las condiciones de llegada reportadas conforme los perfiles de producción pronosticados para el periodo 2023 al 2042 (mayor detalle en el apartado 3.2).

#### 3.1.3. Límites de Batería

Los sistemas de compresión estarán diseñados acorde a los Perfiles de Producción y Composición de Gas Seco (indicados en el apartado 3.2), siendo los parámetros por considerar los siguientes:

- Presión de ingreso a la Estación U-400 (unidades psig).
- Temperatura de ingreso a la Estación U-400 (unidades °F).
- Presión de salida de la Estación U-400 (unidades psig).
- Temperatura de salida de la Estación U-400 120°F.

#### **3.1.4. Equipos Existentes en la Estación U-400**

La estación de compresión existente en Nuevo Mundo (U400) consta de las siguientes unidades de proceso:

- Slug Catcher, equipo utilizado para separar líquidos y sólidos presente en el gas procedente de los pozos productores.
- Compresores reciprocantes impulsados por motores a gas.
- Sistema de Generación de Energía (Generadores a motor de gas).
- Sistema de Bombas de Reinyección para hidrocarburos y agua.
- Filtros de Arena y Desgasificador de Bomba.

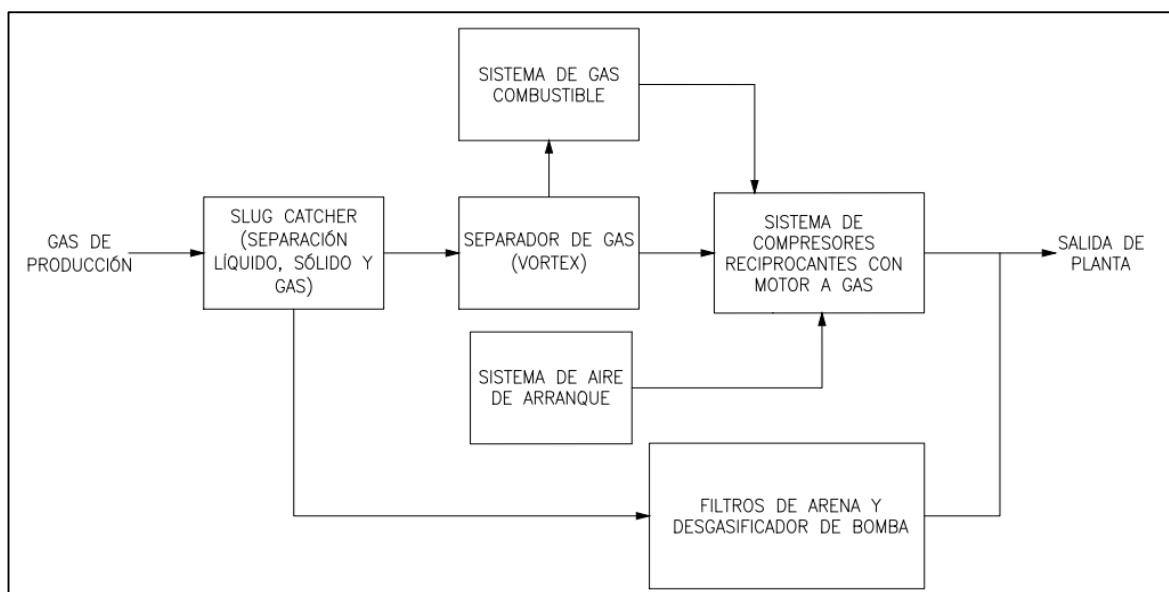
Adicionalmente, se la estación cuenta con los siguientes sistemas auxiliares:

- Sistema de aire comprimido para instrumentación.
- Sistema de aire de arranque para compresores.
- Sistema de quema (antorcha).
- Sistema contra incendios (tanque de agua contra incendios, bombas, monitores, etc.)
- Sistema de detección de incendios y gas.
- Sistema de gas combustible (para motores a gas que accionan generadores eléctricos, compresores a gas, pilotos y purgas de la antorcha).
- Sistemas de control.

La Figura 9, muestra el diagrama de bloques de la Estación de Compresión U-400, cabe indicar que dicho diagrama refleja el proceso de compresión con los equipos existentes en el año 2024. Durante del desarrollo del presente estudio y en función a los resultados de este, se actualizará dicho diagrama.

**Figura 9**

*Diagrama de Bloques de la Estación de Compresión U-400*



Fuente: Elaboración propia.

#### 3.1.4.1. Compresores de Gas Existentes

Como parte de los compresores existentes, estos son del tipo reciprocantes y están divididos en cuatro (C-3101/02/03/04) compresores pequeños (*small*), y tres (C-3105/06/07) compresores principales (*main*). Todos los compresores son operados con motores a gas natural. Respecto a la marca y modelo de los compresores, son del fabricante “*Ariel Corporation*” y los modelos JGT4 para los compresores *small*, mientras que para los compresores *main* son modelo JGC4. Mientras que los motores son del fabricante Waukesha. La ficha técnica de los compresores se podrá visualizar en los anexos adjuntos al estudio.

La Tabla 5 muestra el resumen de los datos técnicos de los compresores existentes JGT4 y JGC4, con sus respectivos motores.

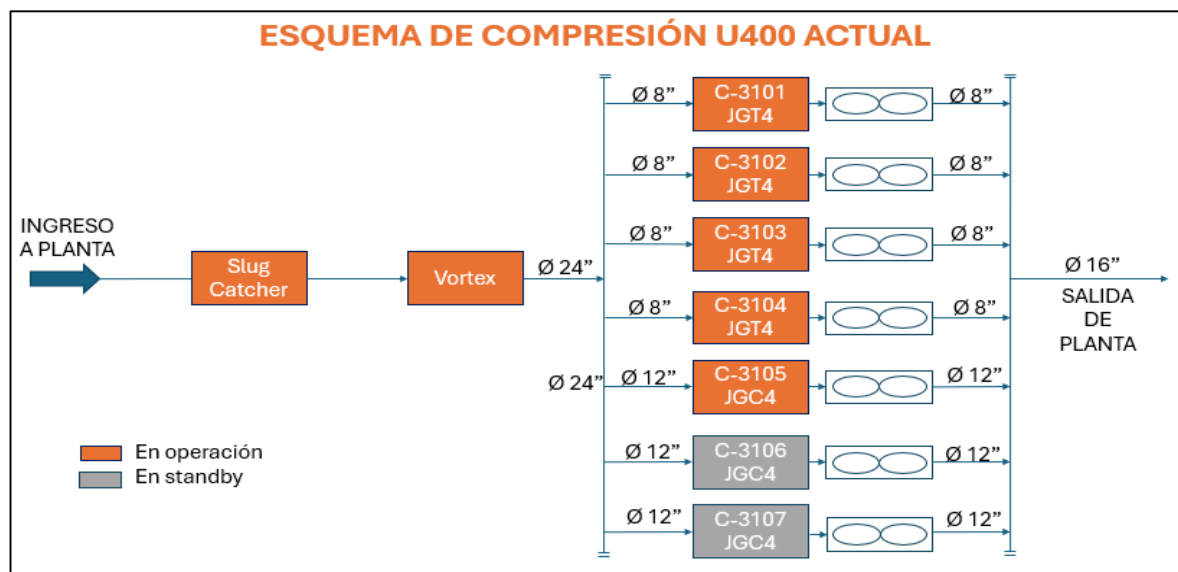
**Tabla 5**  
**Datos Técnicos de los Compresores Existentes**

| DATOS               | JGT4         | JGC4     |
|---------------------|--------------|----------|
| Marca del motor     | Waukesha     | Waukesha |
| Modelo              | VHP-L5794GSI | 12V275GL |
| Max velocidad, rpm  | 1200         | 1200     |
| Max potencia, hp    | 1380         | 3750     |
| Marca del compresor | Ariel        | Ariel    |
| Modelo              | JGT4         | JGC4     |
| Max velocidad, rpm  | 1200         | 1000     |

Fuente: Elaboración propia.

Conociendo los modelos de los compresores, la distribución actual de los mismos en la Estación de Compresión se podrá visualizar en la Figura 1.

**Figura 10**  
**Distribución de los Compresores en la Estación**



Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, el Sistema de Compresión existente cuenta con un colector de succión principal con un diámetro de 24", posteriormente, cada compresor cuenta con una tubería de succión y descarga independiente siendo para los compresores C-3101/02/03/04 de 8" de diámetro, mientras que para los compresores C-3105/06/07 de 12" de diámetro. La descarga de todos los compresores dirigen hacia la salida de planta por medio de un colector de descarga principal, siendo este de 16" de diámetro.



### 3.1.5. Consumo de Servicios Auxiliares

La Tabla 6 muestra las condiciones de operación de los servicios que generalmente tiene una planta de compresión.

**Tabla 6**  
*Consumo de Servicios Auxiliares*

| SERVICIO                  | CONDICIONES DE OPERACIÓN |            | CONDICIONES DE DISEÑO |            |
|---------------------------|--------------------------|------------|-----------------------|------------|
|                           | Presión (psig)           | Temp. (°F) | Presión (psig)        | Temp. (°F) |
| Aire de instrumentos (AI) | 100                      | 120        | 155                   | 165        |
| Aire servicio (AP)        | 75                       | 120        | 155                   | 165        |
| Aire arranque (SA)        | 200                      | 120        | 250                   | 165        |
| Agua de servicio (SW)     | 75                       | 100        | 155                   | 165        |

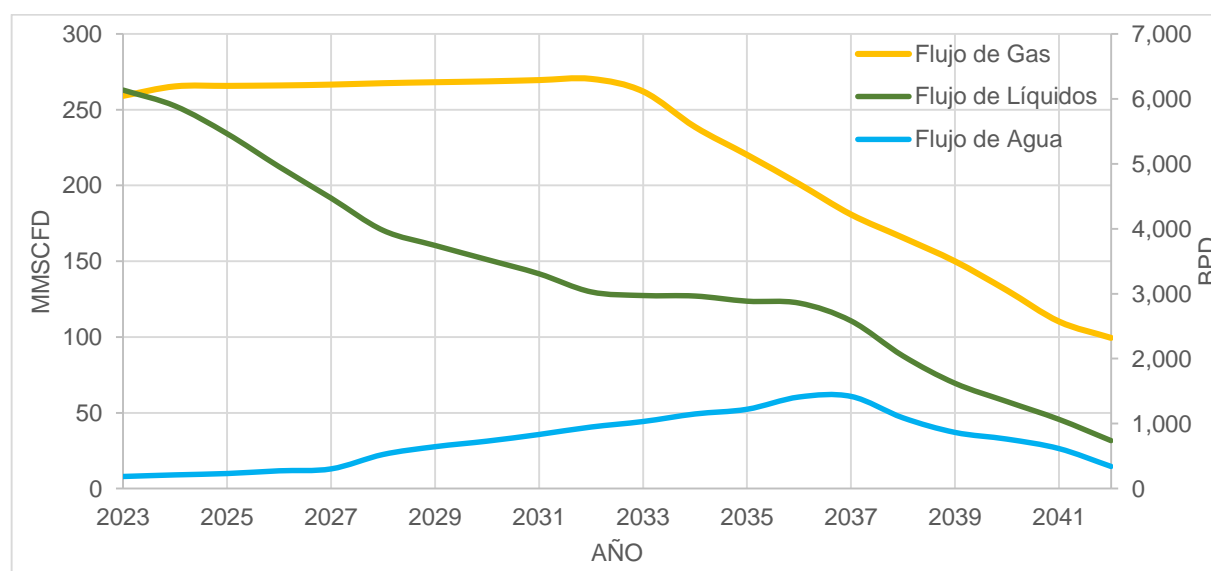
Fuente: Elaboración propia, (Gas Processors Suppliers Association, 1998)

## 3.2. Perfiles y Horizonte de Producción

### 3.1.1. Producción de Gas en periodo 2023 al 2042

La Figura 11 muestra un resumen anualizado de la producción de gas de la Estación de Compresión U-400, así como los caudales de gas y líquidos producidos para el periodo comprendido entre los años 2023 y 2042.

**Figura 11**  
*Producción de Gas para el periodo 2023 – 2042*



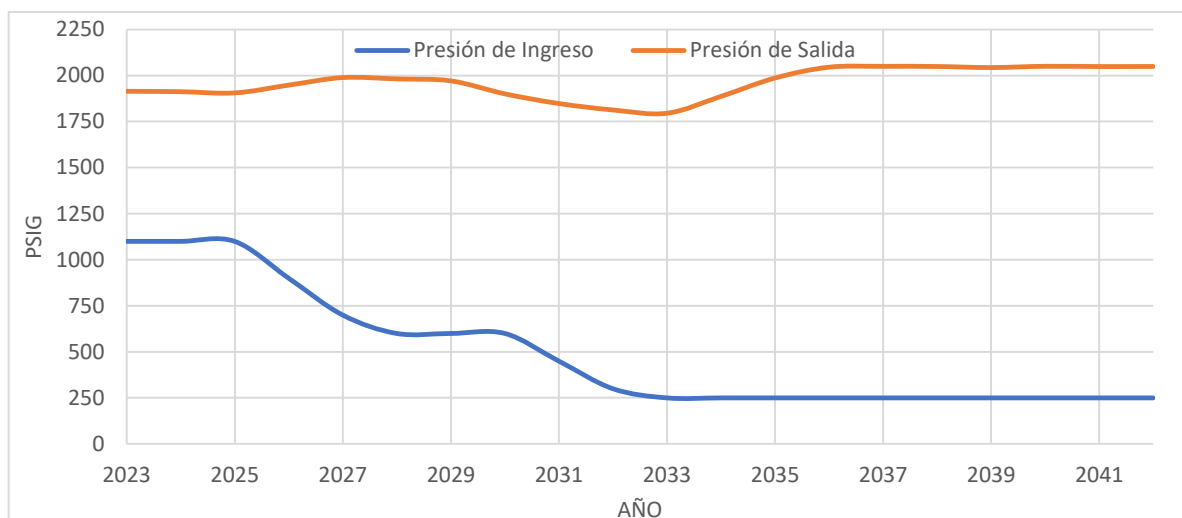
Fuente: Elaboración propia, ver los anexos con el detalle de producción por año. (Perupetro S.A., n.d.)

### 3.1.2. Perfil de Presiones – Periodo 2023 al 2042

La Figura 12 muestra un resumen anualizado del perfil de presiones del gas de entrada y salida de la Estación de Compresión U-400.

**Figura 12**

*Perfil de Presiones para el periodo 2023 – 2042*



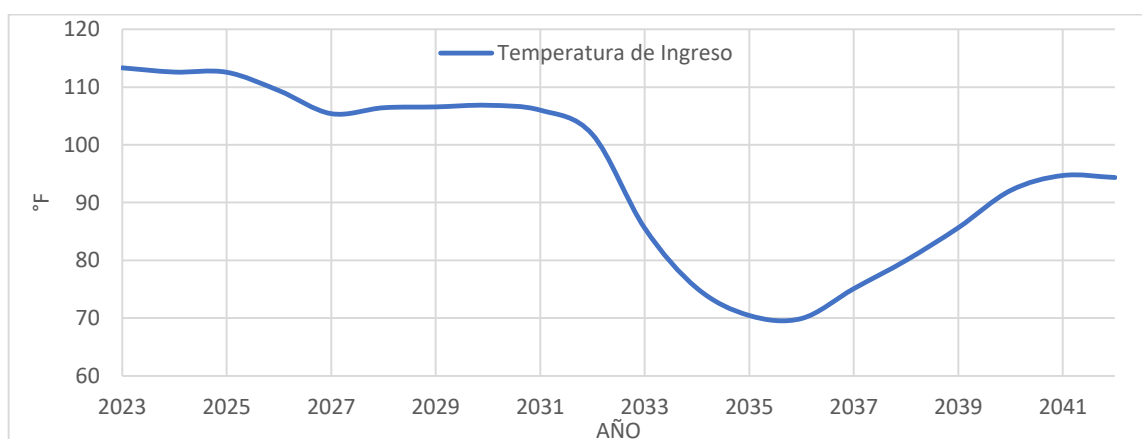
Fuente: Elaboración propia, ver los anexos con el detalle de producción por año.

### 3.1.3. Perfil de Temperatura – Periodo 2023 al 2042

La Figura 13 muestra un resumen anualizado del perfil de temperatura del gas a la entrada de la Estación de Compresión U-400.

**Figura 13**

*Perfil de Temperaturas para el periodo 2023 – 2042*



Fuente: Elaboración propia, ver los anexos con el detalle de producción por año.

### 3.1.4. Composición del Gas – Periodo 2023 al 2042

La composición del fluido al ingreso de la Estación de Compresión U-400, fue establecido para cada año de evaluación, tal como se muestra en la Tabla 7.

**Tabla 7**  
*Composición del gas para el periodo 2023 – 2042*

| AÑO  | COMPONENTE |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------|------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|      | N2         | CO2    | C1      | C2     | C3     | iC4    | nC4    | IC5    | nC5    | C6A    | C7A    | C7B    | C7C    | H2O    |
| 2023 | 1.8964     | 0.2284 | 83.0163 | 7.3673 | 3.0482 | 0.4170 | 0.9135 | 0.3574 | 0.3872 | 0.4269 | 0.7447 | 0.3475 | 0.1489 | 0.7002 |
| 2024 | 1.8953     | 0.2282 | 83.0474 | 7.3730 | 3.0464 | 0.4168 | 0.9129 | 0.3572 | 0.3771 | 0.4267 | 0.7145 | 0.3175 | 0.1290 | 0.7579 |
| 2025 | 1.8945     | 0.2281 | 83.1377 | 7.3695 | 3.0351 | 0.4166 | 0.9026 | 0.3472 | 0.3769 | 0.4166 | 0.6645 | 0.2876 | 0.1091 | 0.8140 |
| 2026 | 1.8921     | 0.2278 | 83.1250 | 7.3704 | 3.0314 | 0.4161 | 0.9015 | 0.3467 | 0.3764 | 0.4062 | 0.6241 | 0.2576 | 0.0892 | 0.9356 |
| 2027 | 1.8904     | 0.2276 | 83.1381 | 7.3736 | 3.0286 | 0.4157 | 0.9007 | 0.3464 | 0.3662 | 0.3959 | 0.5839 | 0.2276 | 0.0792 | 1.0260 |
| 2028 | 1.8880     | 0.2262 | 82.7061 | 7.3257 | 2.9991 | 0.4130 | 0.8850 | 0.3343 | 0.3638 | 0.3835 | 0.5408 | 0.2065 | 0.0688 | 1.6593 |
| 2029 | 1.8815     | 0.2254 | 82.4916 | 7.3104 | 2.9986 | 0.4116 | 0.8819 | 0.3332 | 0.3528 | 0.3822 | 0.4998 | 0.1862 | 0.0588 | 1.9861 |
| 2030 | 1.8776     | 0.2249 | 82.3788 | 7.2952 | 2.9826 | 0.4009 | 0.8801 | 0.3325 | 0.3520 | 0.3716 | 0.4694 | 0.1662 | 0.0587 | 2.2094 |
| 2031 | 1.8715     | 0.2242 | 82.1819 | 7.2717 | 2.9730 | 0.3997 | 0.8675 | 0.3314 | 0.3509 | 0.3607 | 0.4386 | 0.1560 | 0.0487 | 2.5241 |
| 2032 | 1.8648     | 0.2234 | 81.9144 | 7.2649 | 2.9720 | 0.3982 | 0.8644 | 0.3205 | 0.3496 | 0.3594 | 0.4079 | 0.1360 | 0.0388 | 2.8856 |
| 2033 | 1.8610     | 0.2229 | 81.7790 | 7.2600 | 2.9660 | 0.3974 | 0.8724 | 0.3199 | 0.3489 | 0.3489 | 0.3877 | 0.1260 | 0.0388 | 3.0710 |
| 2034 | 1.8503     | 0.2217 | 81.3171 | 7.2278 | 2.9586 | 0.4048 | 0.8673 | 0.3180 | 0.3373 | 0.3469 | 0.3662 | 0.1156 | 0.0289 | 3.6395 |
| 2035 | 1.8408     | 0.2205 | 80.9110 | 7.2004 | 2.9530 | 0.4027 | 0.8629 | 0.3164 | 0.3356 | 0.3356 | 0.3547 | 0.1055 | 0.0288 | 4.1321 |
| 2036 | 1.8215     | 0.2182 | 80.0600 | 7.1436 | 2.9315 | 0.3984 | 0.8538 | 0.3131 | 0.3320 | 0.3320 | 0.3320 | 0.1044 | 0.0285 | 5.1310 |
| 2037 | 1.8102     | 0.2168 | 79.5552 | 7.1089 | 2.9227 | 0.3960 | 0.8580 | 0.3111 | 0.3394 | 0.3300 | 0.3206 | 0.0943 | 0.0283 | 5.7085 |
| 2038 | 1.8261     | 0.2187 | 80.2236 | 7.1902 | 2.9579 | 0.3995 | 0.8655 | 0.3234 | 0.3424 | 0.3329 | 0.3234 | 0.0951 | 0.0285 | 4.8730 |
| 2039 | 1.8267     | 0.2200 | 80.6606 | 7.2397 | 2.9839 | 0.4017 | 0.8703 | 0.3252 | 0.3443 | 0.3347 | 0.3156 | 0.0861 | 0.0191 | 4.3722 |
| 2040 | 1.8251     | 0.2198 | 80.5532 | 7.2431 | 2.9909 | 0.4109 | 0.8791 | 0.3249 | 0.3440 | 0.3344 | 0.3153 | 0.0860 | 0.0191 | 4.4541 |
| 2041 | 1.8269     | 0.2200 | 80.6023 | 7.2692 | 3.0129 | 0.4113 | 0.8895 | 0.3252 | 0.3443 | 0.3443 | 0.3156 | 0.0861 | 0.0191 | 4.3332 |
| 2042 | 1.8559     | 0.2235 | 81.8729 | 7.3944 | 3.0608 | 0.4178 | 0.9037 | 0.3304 | 0.3498 | 0.3498 | 0.3109 | 0.0875 | 0.0194 | 2.8233 |

Fuente: Elaboración propia.

## 3.3. Diseño de Sistema de Compresión *Booster*

### 3.1.1. Metodología de Evaluación – Simulación de Compresores

Para el diseño se considera la siguiente metodología:

- Se crea los modelos de los compresores existentes JGT4 y JGC4 en el *software* del fabricante “ARIEL 7”, tomando como referencia la base datos del apartado 3.2.
- Para la simulación de los compresores, se considera el flujo de gas seco luego de pasar por el separador Vortex (Figura 9) y también considera el consumo de gas combustible.
- Los modelos generados se utilizan para determinar la presión de aspiración en función de las condiciones de presión y temperatura operación de ingreso y salida de la planta, indicadas en el apartado 3.2.

- iv. Obtenida la presión de aspiración de los compresores JGT4 y JGC4, se procede a crear un modelo, en el software Ariel, para los compresores *booster*. Para ello, se pre-seleccionan los modelos KBC4 / KBC6 / KBZ4 / KBZ6 del fabricante Ariel. A continuación, una tabla resumen con los modelos evaluados:

**Tabla 8**

*Datos Técnicos de los Modelos de Compresor Booster a Evaluar*

| DATOS COMPRESOR            | KGC4      | KBZ4      | KBC6      | KBZ6     |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| <b>Marca del motor</b>     | Waukesha  | Waukesha  | Waukesha  | Waukesha |
| <b>Modelo</b>              | 16V275 GL | 16V275 GL | 16V275 GL | 12V275GL |
| <b>Max velocidad, rpm</b>  | 1000      | 1000      | 1000      | 1000     |
| <b>Max potencia, hp</b>    | 4800      | 4800      | 4800      | 4800     |
| <b>Marca del compresor</b> | Ariel     | Ariel     | Ariel     | Ariel    |
| <b>Modelo</b>              | KGC4      | KBZ4      | KBC6      | KBZ6     |
| <b>Max velocidad, rpm</b>  | 1000      | 1000      | 1000      | 1000     |
| <b>Número de Cilindros</b> | 4         | 4         | 6         | 6        |

Fuente: Elaboración propia / Tomado de (Ariel Corporation, n.d.)

Cabe mencionar que conforme lo indicado en el apartado 2.1.5 y con la data base de producción de gas y condiciones de presión al ingreso de la planta, mostrada en la Figura 11, el tipo de compresores seleccionados son de tipo *reciprocante*, tal como se observa en la Figura 14

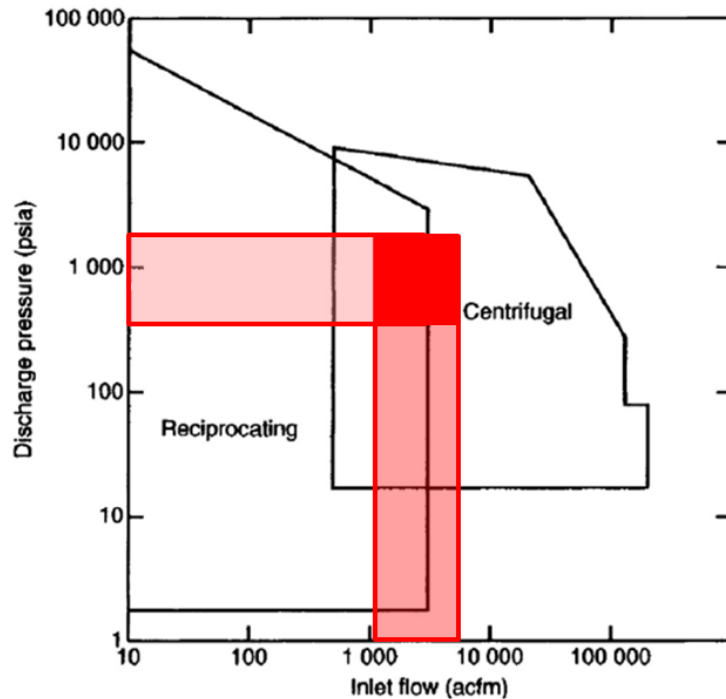
- v. La simulación de los compresores *booster* empleará la presión de aspiración obtenida mediante el Balance de Masa y Energía de la instalación (Anexos 12 y 13) y la presión de descarga obtenida en la simulación de los compresores JGT4/JGC4, las condiciones de operación indicadas en el apartado 3.2.y la composición del fluido indicado en la Tabla 7.

En Anexos 16, se muestra la vista de selección del modelo del compresión, motor y cilindro (Pestaña *Frame/Cylinder Data*).

- vi. Para la selección del diámetro de los cilindros se tiene en cuenta la librería que brinda el *software* ARIEL 7, en función de la presión, temperatura y rating de bridas del compresor. La apertura del bolsillo, como parte de la optimización del desempeño de los compresores, se realiza de manera manual e iterativa.

**Figura 14**

*Selección del tipo de compresor Booster*



Fuente: Elaboración propia.

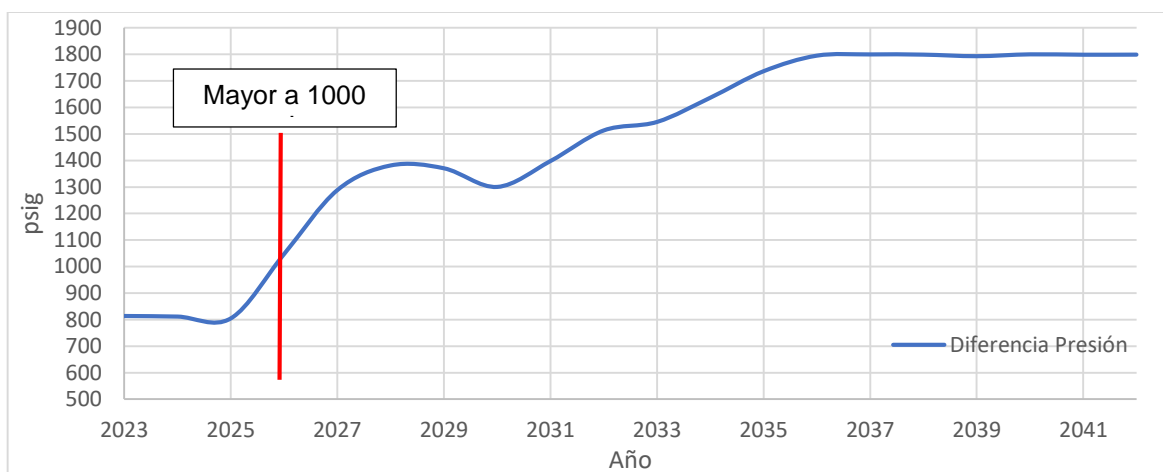
- vii. Se evalúa el performance por subsistema de compresión (JGT4/JGC4 y *Booster*), con el objetivo de determinar la presión de operación intermedia entre ambos para el máximo flujo de operación, el cual debe de ser igual o superior a la demanda de flujo indicada en los datos y condiciones de partida de la Figura 11.
- viii. Para el análisis del desempeño de los compresores a partir de la simulación en el *software* ARIEL 7 se pre-selecciona un modelo de compresor *booster* en función a la presión intermedia calculada previamente para la succión de los compresores principales, JGT4 y JGC4, considerando la ausencia de “*Rod Load*” en los mismos y la presión de entrada al sistema de compresión, considerando la mayor caída de presión de operación para el mayor flujo de procesamiento por cada periodo/año.
- ix. Se considera la temperatura de salida de los aerofriadores de los todos compresores en 120°F.
- x. Se considera una operación segura con respaldo, el cual consiste en tener siempre como respaldo y reserva un compresor en *stand-by*.

### 3.1.2. Diagrama de Flujo del Sistema de Compresión

Considerando que los equipos existentes, indicados en la Tabla 5, pueden operar en un rango de presión diferencial entre la descarga y la succión de 800 a 1000 psig. A partir del Perfil de Presiones mostrado en Figura 12, se estima la diferencia de presión entre la descarga y succión (Figura 15) de gas natural en el Sistema de Compresión.

**Figura 15**

*Diferencia de Presión en la Succión y Descarga Periodo 2023 - 2042*



Fuente: Elaboración propia.

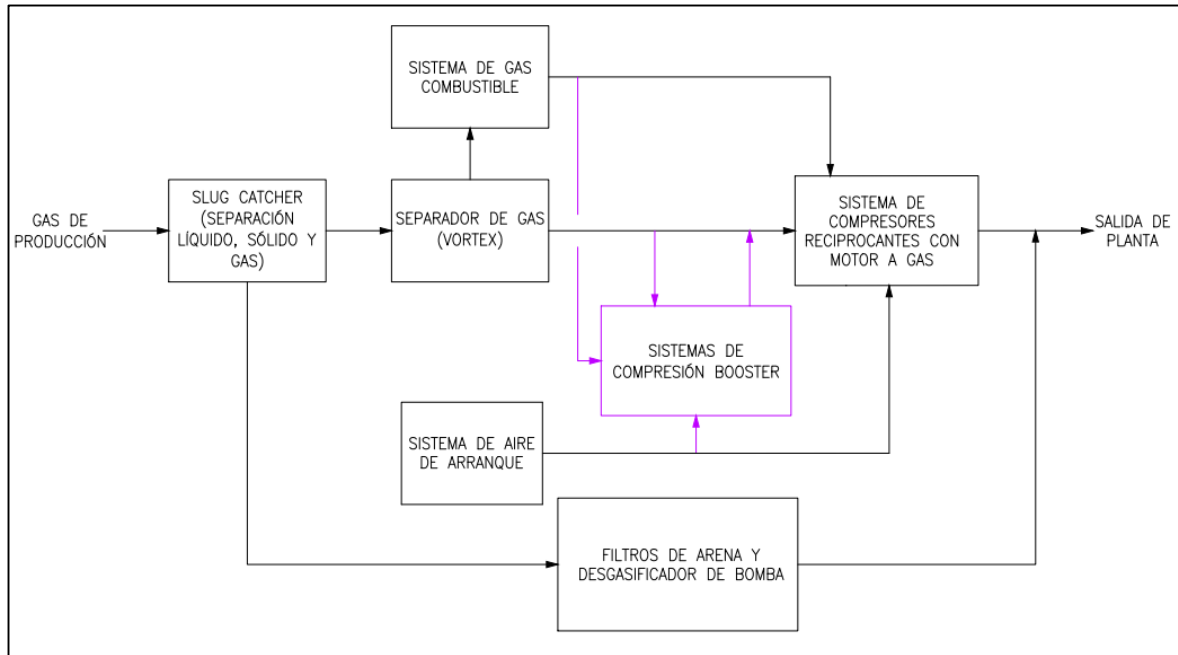
En la Figura 15, se puede visualizar que a partir del año 2026 se la diferencia de presión supera al recomendado por los equipos de compresión existente. Por consiguiente, se requiere de un Sistema *Booster* para elevar la presión aguas arriba a dicho compresores.

Considerando el arreglo del proceso existente (Figura 9), se propone la interconexión del Sistema de Compresión *Booster* aguas arriba a las tuberías de succión de los compresores C-3101/02/03/04/05/07 existentes. La Figura 16, por medio de un diagrama de bloques, se muestra la ubicación de dicho sistema.

Cabe mencionar que el año de la puesta en operación de los compresores *booster* y el número de compresores requeridos, se detalla en los apartados 3.1.3 y 3.1.4 respectivamente.

**Figura 16**

*Diagrama de Bloques Sistema de Compresores Booster*



Fuente: Elaboración propia.

### **3.1.3. Determinación del Periodo de Ingreso de Compresores Booster**

Se procedió a simular la operación de la Estación de Compresión año por año por medio del software Ariel, hasta determinar la presión mínima de trabajo en la aspiración de los compresores principales (C-3101/02/03/04/05/06/07) sin que la potencia del motor de estos supere el 98% de cargabilidad y/o que el porcentaje % *Rod Load* supere el 85%. Posteriormente, se compara dicha presión de trabajo con la presión de salida y la hidráulica del sistema.

Por consiguiente, el ingreso de los compresores *booster* será necesario cuando la presión del balance de masa (Anexos 13) es menor que la presión mínima aceptable obtenida para los compresores principales.

Una vez identificado el año (2026), se determinó que se va a requerir de tres (03) compresores *Booster* (T-3108, T-3109 y T-3110), en configuración dos compresores en operación y uno en *stand by*. Estos, deberán entrar en operación a partir del periodo 2026.

Los resultados se presentan en la Tabla 9:

**Tabla 9**

*Año de Operación de Compresor Booster – Unidades en Operación e Instaladas*

| AÑO  | Unidades Operando |      |         |       | Unidades Instaladas |      |         |       |
|------|-------------------|------|---------|-------|---------------------|------|---------|-------|
|      | JGT4              | JGC4 | Booster | Total | JGT4                | JGC4 | Booster | Total |
| 2023 | 4                 | 1    | 0       | 5     | 4                   | 3    | 0       | 7     |
| 2024 | 4                 | 1    | 0       | 5     | 4                   | 3    | 0       | 7     |
| 2025 | 3                 | 2    | 0       | 5     | 4                   | 3    | 0       | 7     |
| 2026 | 2                 | 2    | 2       | 6     | 4                   | 4    | 2       | 10    |

Fuente: Elaboración propia.

### **Ejemplo Configuración para el Año 2025**

Mediante el software Ariel 7 se realizó la simulación de los compresores existentes, para lo cual se consideró como parámetros de entrada lo siguiente:

- Flujo de gas seco (aguas abajo del Slug Catcher).
- Presión de aspiración.
- Presión de descarga.
- Temperatura de ingreso.

Se procedió a simular la operación de la Estación de Compresión año por año, hasta determinar el periodo/año en el cual es necesario el ingreso de un compresor, esa evaluación está en función de:

- Perfil de presiones.
- Demanda de caudal de la operación.
- Potencia disponible entre otros parámetros de desempeño de los compresores.
- Rod Load
- Se considera un compresor principal en *stand by*.

Tomando como ejemplo, para el año 2025 se muestra la siguiente evaluación (Tabla 10), donde se identificaron tres casos de evaluación.



**Tabla 10**  
*Configuración de Compresores Ejemplo Año 2025*

| Casos | COMPRESORES JGT4          |                     |                    |               |                          | COMPRESORES JGC4          |                     |                    |               |                          | Flujo Total [MMSCFD] | Flujo Requerido [MMSCFD] | Relación Flujo Total / Requerido |
|-------|---------------------------|---------------------|--------------------|---------------|--------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|---------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------------------|
|       | Flujo por unidad [MMSCFD] | Potencia Disponible | Potencia Operativo | % Carga Motor | Compresores en operación | Flujo por unidad [MMSCFD] | Potencia Disponible | Potencia Operativo | % Carga Motor | Compresores en operación |                      |                          |                                  |
| 1     | 25                        | 992                 | 902                | 90.93%        | 4                        | 97.62                     | 3750                | 3750               | 100.00%       | 1                        | 197.62               | 258.1                    | 76.57%                           |
| 2     | 27.57                     | 992                 | 994                | 100.20%       | 4                        | 92                        | 3750                | 3533               | 94.21%        | 1                        | 202.28               | 258.1                    | 78.37%                           |
| 3     | 25                        | 992                 | 902                | 90.93%        | 3                        | 92                        | 3750                | 3533               | 94.21%        | 2                        | 259.00               | 258.1                    | 100.35%                          |

Fuente: Elaboración propia.

En el caso N°01, se evaluó la operación de cuatro compresores JGT4 y un compresor JGC4. A pesar de que se lleva a su máxima carga del motor JGC4, no se logra cubrir la demanda de caudal de operación para el periodo evaluado (76.57%).

En el caso N°02, se evaluó la operación de cuatro compresores JGT4 y un compresor JGC4. A pesar de que se lleve a su máxima carga del motor JGT4, no se logra cubrir la demanda de caudal de operación para el periodo evaluado (78.37%).

En el caso N°03, se evaluó la operación de tres compresores JGT4 y dos compresores JGC4. Para este caso, se estaría cumpliendo con la demanda requerida para el periodo evaluado, sin embargo, al estar en operación los dos compresores principales, se va a requerir de un compresor JGC4 adicional en *stand by*.

Por consiguiente, se determinó para el año 2025 opere tres compresores JGT4 (C-3101/02/03) y dos compresores JGC4 (C-3105/06). Teniendo como compresor en *stand by* el compresor C-3107.

Es importante mencionar que si bien la configuración de los compresores en el año 2025, se tiene un compresor modelo JGT4 (C-3104) en *stand by*, debido a que la capacidad del compresor no podría operar como respaldo a un compresor modelo JGC4.

#### **3.1.4. Evaluación de Compresores Existentes**

Considerando la metodología de cálculo indicado en el apartado 3.1.1, la Tabla 12 muestra los resultados de la evaluación de los compresores existentes C-3101/02/03/04

(modelo JGT4), mientras que la Tabla 13 muestra los resultados de los compresores C-3105/06/07 (modelo JGC4).

Para ambos compresores se tuvo en cuenta los siguientes datos de partida:

**Tabla 11**

*Datos de Partida para Evaluación de Compresores Existentes*

| <b>Año</b> | <b>Flujo de Gas a U-400<br/>[MMSCFD]</b> | <b>Presión en<br/>Cabezal de<br/>Succión [psig]</b> | <b>Flujo de Gas a<br/>Compresores [MMSCFD]</b> |
|------------|--|---|--|
| 2023       | 259                                      | 1093  | 249.7  |
| 2024       | 265                                      | 1093  | 256.1  |
| 2025       | 266                                      | 1093  | 257.7  |
| 2026       | 266                                      | 893.1   | 257.9  |
| 2027       | 267                                      | 591.6   | 259.5  |
| 2028       | 268                                      | 591.5   | 260.9  |
| 2029       | 268                                      | 591.5   | 261.3  |
| 2030       | 269                                      | 591.4   | 262.6  |
| 2031       | 270                                      | 438.0   | 263.6  |
| 2032       | 270                                      | 278.9   | 264.8  |
| 2033       | 262                                      | 235.5   | 256.0  |
| 2034       | 239                                      | 237.1   | 232.4  |
| 2035       | 220                                      | 236.6   | 213.8  |
| 2036       | 201                                      | 239.8   | 195.2  |
| 2037       | 181                                      | 240.9   | 175.5  |
| 2038       | 166                                      | 240.6   | 161.3  |
| 2039       | 150                                      | 242.6   | 145.6  |
| 2040       | 131                                      | 242.6   | 126.3  |
| 2041       | 110                                      | 244.1   | 106.4  |
| 2042       | 99                                       | 244.4   | 95.45  |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 12***Compresor modelo JGT4 – Performance Periodo 2023 al 2042*

| Año  | Flujo por<br>unidad<br>[MMSCFD] | Max. Flujo<br>Alcanzable por<br>Unidad<br>[MMSCFD] | Presión<br>Aspiración por<br>compresor<br>[psig] | Temperatur<br>a Succión<br>[°F] | Presión<br>Descarga por<br>compresor<br>[psig] | %<br>Apertura<br>Bolsillo | BHP<br>Disponible | BHP<br>Operativ<br>o | %Carg<br>a Motor | Rod<br>Load | RPM  | Un. |
|------|---------------------------------|--|--|---------------------------------|--|---------------------------|-------------------|----------------------|------------------|-------------|------|-----|
| 2023 | 34                              | 40.744   | 1092   | 112.0                           | 1929   | 1.59                      | 1049              | 1028                 | 98.00%           | No          | 1000 | 4   |
| 2024 | 36                              | 40.781   | 1092   | 112.0                           | 1928   | 7.23                      | 1164              | 1107                 | 95.10%           | No          | 1100 | 4   |
| 2025 | 36                              | 41.129   | 1092   | 112.0                           | 1921   | 10.81                     | 1164              | 1098                 | 94.33%           | No          | 1100 | 4   |
| 2026 | 24                              | 29.47  | 891  | 108.0                           | 1960   | 7.33                      | 1049              | 1012                 | 96.47%           | No          | 1000 | 4   |
| 2027 | 32                              | 38.198   | 1100   | 119.9                           | 2001   | 16.42                     | 1107              | 1043                 | 94.22%           | No          | 1050 | 2   |
| 2028 | 31                              | 36.151   | 1060   | 119.9                           | 1994   | 1.84                      | 1107              | 1069                 | 96.57%           | No          | 1050 | 2   |
| 2029 | 31                              | 35.886   | 1050   | 119.9                           | 1984   | 6.99                      | 1118              | 1079                 | 96.51%           | No          | 1060 | 2   |
| 2030 | 32                              | 37.95  | 1050   | 119.9                           | 1914   | 5.61                      | 1107              | 1050                 | 94.85%           | No          | 1050 | 2   |
| 2031 | 28                              | 33.178   | 940  | 119.9                           | 1863   | 3.82                      | 1164              | 1063                 | 91.32%           | No          | 1100 | 3   |
| 2032 | 27                              | 28.742   | 829  | 119.9                           | 1829   | 7.63                      | 1222              | 1187                 | 97.14%           | No          | 1150 | 4   |
| 2033 | 26                              | 28.542   | 835  | 119.9                           | 1810   | 2.33                      | 1164              | 1060                 | 91.07%           | No          | 1100 | 4   |
| 2034 | 22                              | 25.978   | 800  | 119.9                           | 1897   | 6.47                      | 1164              | 1069                 | 91.84%           | No          | 1100 | 4   |
| 2035 | 21                              | 24.501   | 800  | 119.9                           | 1994   | 4.26                      | 1164              | 1083                 | 93.04%           | No          | 1100 | 4   |
| 2036 | 20                              | 25.162   | 840  | 119.9                           | 2051   | 0.06                      | 1072              | 994                  | 92.72%           | No          | 1020 | 3   |
| 2037 | 19                              | 25.316   | 845  | 119.9                           | 2054   | 6.39                      | 1164              | 950                  | 81.62%           | No          | 1100 | 3   |
| 2038 | 20                              | 25.233   | 842  | 119.9                           | 2052   | 2.7                       | 1107              | 996                  | 89.97%           | No          | 1050 | 2   |
| 2039 | 18                              | 25.274   | 840  | 119.7                           | 2046   | 2.91                      | 1141              | 901                  | 78.97%           | No          | 1080 | 1   |
| 2040 | 21                              | 25.313   | 843  | 119.9                           | 2052   | 0.87                      | 1256              | 1061                 | 84.47%           | No          | 1180 | 3   |
| 2041 | 21                              | 25.23  | 840  | 119.9                           | 2050   | 7.02                      | 1256              | 1063                 | 84.63%           | No          | 1180 | 2   |
| 2042 | 16                              | 25.255   | 841  | 119.9                           | 2050   | 4.78                      | 1072              | 796                  | 74.25%           | No          | 1020 | 2   |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 13***Compresor modelo JGC4 – Performance Periodo 2023 al 2042*

| Año  | Flujo por<br>unidad<br>[MMSCFD] | Max. Flujo<br>Alcanzable<br>por Unidad<br>[MMSCFD] | Presión<br>Aspiración por<br>compresor<br>[psig] | Temperatura<br>Succión [°F] | Presión<br>Descarga<br>por<br>compresor<br>[psig] | %<br>Apertura<br>Bolsillo | BHP<br>Disponible | BHP<br>Operativo | %Carga<br>Motor | Rod<br>Load | Presión<br>Aspiración<br>para Eliminar<br>Rod Load<br>(psig) | RPM  | Un. |
|------|---------------------------------|--|--|-----------------------------|---|---------------------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------|--|------|-----|
| 2023 | 114                             | 116.0  | 1092   | 111.3                       | 1935  | 27.9                      | 3750              | 3686             | 98.29%          | No          | N/A  | 1000 | 1   |
| 2024 | 113                             | 116.1  | 1092   | 111.3                       | 1933  | 35.5                      | 3750              | 3651             | 97.36%          | No          | N/A  | 1000 | 1   |
| 2025 | 114                             | 117.0  | 1092   | 111.3                       | 1927  | 31.8                      | 3750              | 3653             | 97.41%          | No          | N/A  | 1000 | 1   |
| 2026 | 81                              | 84.5   | 890  | 107.5                       | 1976  | 41.2                      | 3750              | 3593             | 95.81%          | No          | N/A  | 1000 | 2   |
| 2027 | 98                              | 109.0  | 1097   | 119.3                       | 2023  | 80.7                      | 3420              | 3341             | 97.69%          | No          | N/A  | 950  | 2   |
| 2028 | 99.5                            | 102.8  | 1057   | 119.3                       | 2017  | 64.3                      | 3750              | 3628             | 96.75%          | No          | N/A  | 1000 | 2   |
| 2029 | 100                             | 102.1  | 1047   | 119.3                       | 2007  | 52.0                      | 3750              | 3672             | 97.92%          | No          | N/A  | 1000 | 2   |
| 2030 | 100                             | 107.8  | 1047   | 119.3                       | 1937  | 63.8                      | 3750              | 3479             | 92.77%          | No          | N/A  | 1000 | 2   |
| 2031 | 90                              | 93.6   | 938  | 119.3                       | 1882  | 24.3                      | 3750              | 3564             | 95.04%          | No          | N/A  | 1000 | 2   |
| 2032 | 78.6                            | 79.1   | 833  | 119.2                       | 1841  | 3.2                       | 3750              | 3577             | 95.39%          | No          | N/A  | 1000 | 2   |
| 2033 | 77                              | 78.9   | 833  | 119.2                       | 1822  | 5.7                       | 3750              | 3575             | 95.33%          | No          | N/A  | 1000 | 2   |
| 2034 | 72.3                            | 73.1   | 834  | 119.1                       | 1908  | 4.6                       | 3750              | 3631             | 96.83%          | No          | N/A  | 1000 | 2   |
| 2035 | 65                              | 70.6   | 799  | 119.0                       | 2003  | 25.7                      | 3750              | 3455             | 92.13%          | No          | N/A  | 1000 | 2   |
| 2036 | 68                              | 72.4   | 839  | 119.1                       | 2059  | 46.1                      | 3750              | 3520             | 93.87%          | No          | 838.9  | 1000 | 2   |
| 2037 | 60                              | 72.9   | 844  | 119.3                       | 2059  | 93.7                      | 3750              | 3086             | 82.29%          | No          | 844.1  | 1000 | 2   |
| 2038 | 61                              | 72.7   | 841  | 119.0                       | 2058  | 86.2                      | 3750              | 3147             | 83.92%          | No          | 841.3  | 1000 | 2   |
| 2039 | 64                              | 72.8   | 839  | 119.1                       | 2053  | 69.3                      | 3750              | 3297             | 87.92%          | No          | 839.3  | 1000 | 2   |
| 2040 | 64                              | 72.9   | 843  | 118.3                       | 2053  | 71.4                      | 3750              | 3291             | 87.76%          | No          | 842.5  | 1000 | 1   |
| 2041 | 65                              | 72.7   | 839  | 118.3                       | 2052  | 64.1                      | 3750              | 3352             | 89.39%          | No          | 839.3  | 1000 | 1   |
| 2042 | 65                              | 72.8   | 841  | 118.3                       | 2052  | 64.9                      | 3750              | 3348             | 89.28%          | No          | 840.5  | 1000 | 1   |

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.5. Evaluación de Compresores Booster

Considerando la metodología de cálculo indicado en el apartado 3.1.1 y lo indicado en la Tabla 8, se muestra a continuación los resultados de la evaluación de los siguientes compresores *booster* evaluados:

- Modelo KBC4 – Tabla 15
- Modelo KBZ4 – Tabla 16
- Modelo KBC6 – Tabla 17
- Modelo KBZ6 – Tabla 18

Para la evaluación de los compresores *booster* propuestas, se consideró los siguientes datos de partida:

**Tabla 14**  
*Datos de Partida para Evaluación de Compresores Existentes*

| Año  | Presión Succión [psig] | Presión descarga [psig] | Flujo de Gas a U-400 [MMSCFD] | Cantidad Compresores Booster | Flujo por unidad Requerido [MMSCFD] |
|------|------------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| 2026 | 792.7                  | 1914                    | 266                           | 2                            | 128.8                               |
| 2027 | 591.6                  | 1912                    | 267                           | 2                            | 129.7                               |
| 2028 | 591.5                  | 1949                    | 268                           | 2                            | 130.5                               |
| 2029 | 591.5                  | 1947                    | 268                           | 2                            | 130.7                               |
| 2030 | 591.4                  | 1990                    | 269                           | 2                            | 131.3                               |
| 2031 | 450.0                  | 1988                    | 270                           | 3                            | 87.9                                |
| 2032 | 285.0                  | 1981                    | 269                           | 4                            | 66.1                                |
| 2033 | 285.0                  | 1970                    | 262                           | 4                            | 62.8                                |
| 2034 | 250.0                  | 1848                    | 239                           | 4                            | 58.1                                |
| 2035 | 250.0                  | 1813                    | 220                           | 4                            | 53.5                                |
| 2036 | 250.0                  | 1776                    | 201                           | 4                            | 48.8                                |
| 2037 | 250.0                  | 1795                    | 181                           | 4                            | 43.9                                |
| 2038 | 250.0                  | 1825                    | 166                           | 3                            | 53.8                                |
| 2039 | 250.0                  | 1886                    | 150                           | 3                            | 48.5                                |
| 2040 | 250.0                  | 1986                    | 131                           | 3                            | 42.1                                |
| 2041 | 250.0                  | 2045                    | 110                           | 3                            | 35.5                                |
| 2042 | 250.0                  | 2049                    | 99                            | 3                            | 31.8                                |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 15***Compresor Booster modelo KBC4 – Performance Periodo 2023 al 2042*

| Año  | Flujo por<br>unidad<br>[MMSCFD] | Relación<br>Flujo<br>Requerido/<br>Total | Max. Flujo<br>Alcanzable<br>[MMSCFD] | Presión<br>Succión<br>[psig] | Temp.<br>Succión<br>°F | Presión<br>Descarga<br>[psig] | %<br>Bolsillo | BHP<br>Disponible | BHP<br>Operativo | %Carga<br>Motor | Rod<br>Load | Presión<br>Succión<br>Eliminar<br>Rod Load<br>(psig) | RPM  | Un. |
|------|---------------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------|--|------|-----|
| 2026 | 129                             | 100%                                     | 162.639                              | 791.8                        | 106.0                  | 1200                          | 10.5          | 4260              | 2876             | 67.51%          | No          | N/A  | 900  | 2   |
| 2027 | 130                             | 100%                                     | 140.807                              | 590.3                        | 104.0                  | 1100                          | 0.53          | 4735              | 4366             | 92.21%          | No          | N/A  | 1000 | 2   |
| 2028 | 131                             | 100%                                     | 143.982                              | 590.2                        | 104.9                  | 1060                          | 1.84          | 4735              | 4156             | 87.77%          | No          | N/A  | 1000 | 2   |
| 2029 | 131                             | 100%                                     | 144.52                               | 590.2                        | 105.9                  | 1050                          | 1.88          | 4735              | 4100             | 86.59%          | No          | N/A  | 1000 | 2   |
| 2030 | 132                             | 101%                                     | 144.527                              | 590.2                        | 105.9                  | 1050                          | 1.38          | 4735              | 4131             | 87.24%          | No          | N/A  | 1000 | 2   |
| 2031 | 88                              | 100%                                     | 90.995                               | 438                          | 104.7                  | 940                           | 1.15          | 4735              | 3688             | 77.89%          | No          | N/A  | 1000 | 3   |
| 2032 | 55                              | 83%                                      | 55.072                               | 230.6                        | 88.6                   | 835                           | 0             | 4735              | 4236             | 89.46%          | Si          | 380  | 1000 | 4   |
| 2033 | 58                              | 92%                                      | 57.952                               | 232.6                        | 88.6                   | 835                           | 0             | 4735              | 4299             | 90.79%          | Si          | 380  | 1000 | 4   |
| 2034 | 58                              | 100%                                     | 61.533                               | 234.7                        | 74.0                   | 800                           | 1.18          | 4735              | 4095             | 86.48%          | Si          | 380  | 1000 | 4   |
| 2035 | 54                              | 100%                                     | 63.084                               | 236.6                        | 69.3                   | 800                           | 0.57          | 4735              | 3716             | 78.48%          | Si          | 380  | 1000 | 4   |
| 2036 | 49                              | 100%                                     | 61.590                               | 238.1                        | 69.5                   | 840                           | 2.07          | 4735              | 3527             | 74.49%          | Si          | 380  | 1000 | 4   |
| 2037 | 44                              | 100%                                     | 61.209                               | 239.5                        | 74.4                   | 845                           | 2.08          | 4735              | 3200             | 67.58%          | Si          | 380  | 1000 | 4   |
| 2038 | 54                              | 100%                                     | 61.133                               | 240.6                        | 79.3                   | 842                           | 2.09          | 4735              | 3927             | 82.94%          | Si          | 380  | 1000 | 3   |
| 2039 | 49                              | 101%                                     | 60.831                               | 241.6                        | 85.2                   | 840                           | 0.74          | 4735              | 3586             | 75.73%          | Si          | 380  | 1000 | 3   |
| 2040 | 42                              | 100%                                     | 60.285                               | 242.6                        | 91.0                   | 843                           | 0.44          | 4735              | 3125             | 66.00%          | Si          | 380  | 1000 | 3   |
| 2041 | 36                              | 100%                                     | 60.423                               | 243.5                        | 93.8                   | 840                           | 17.12         | 4735              | 2631             | 55.56%          | Si          | 380  | 1000 | 3   |
| 2042 | 32                              | 100%                                     | 60.720                               | 244                          | 92.8                   | 841                           | 31.66         | 4735              | 2354             | 49.71%          | Si          | 380  | 1000 | 3   |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16***Compresor Booster modelo KBZ4 – Performance Periodo 2023 al 2042*

| Año  | Flujo por<br>unidad<br>[MMSCFD] | Relación Flujo<br>Requerido/Total | Max. Flujo<br>Alcanzable<br>[MMSCFD] | Presión<br>Succión<br>[psig] | Temperatura<br>succión °F | Presión<br>Descarga<br>[psig] | %<br>Bolsillo | BHP<br>Disponible | BHP<br>Operativo | %Carga<br>Motor | Rod<br>Load | RPM  | Un. |
|------|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------|------|-----|
| 2026 | 129                             | 100%                              | 154.942                              | 791.8                        | 106.0                     | 1200                          | 0.9           | 4260              | 3243             | 76.13%          | No          | 900  | 2   |
| 2027 | 130                             | 100%                              | 130                                  | 590.3                        | 104.0                     | 1100                          | 0.94          | 4735              | 4700             | 99.26%          | No          | 1000 | 2   |
| 2028 | 131                             | 100%                              | 134.821                              | 590.2                        | 104.9                     | 1060                          | 1.26          | 4735              | 4605             | 97.25%          | No          | 1000 | 2   |
| 2029 | 131                             | 100%                              | 136.496                              | 590.2                        | 105.9                     | 1050                          | 1.16          | 4735              | 4549             | 96.07%          | No          | 1000 | 2   |
| 2030 | 132                             | 101%                              | 136                                  | 590.2                        | 105.9                     | 1050                          | 0.58          | 4735              | 4583             | 96.79%          | No          | 1000 | 2   |
| 2031 | 88                              | 100%                              | 97.608                               | 438                          | 104.7                     | 940                           | 1.35          | 4735              | 3998             | 84.44%          | No          | 1000 | 3   |
| 2032 | 52.07                           | 79%                               | 52.07                                | 230.6                        | 88.6                      | 835                           | 0             | 4735              | 3980             | 84.05%          | Si          | 1000 | 4   |
| 2033 | 54.818                          | 87%                               | 54.818                               | 232.6                        | 88.6                      | 830                           | 0             | 4735              | 4039             | 85.30%          | Si          | 1000 | 4   |
| 2034 | 58.1                            | 100%                              | 58.27                                | 234.7                        | 74.0                      | 800                           | 0.65          | 4735              | 4064             | 85.83%          | No          | 1000 | 4   |
| 2035 | 53.5                            | 100%                              | 59.751                               | 236.6                        | 69.3                      | 800                           | 2.23          | 4735              | 3688             | 77.89%          | No          | 1000 | 4   |
| 2036 | 49                              | 100%                              | 58.28                                | 238.1                        | 69.5                      | 840                           | 2.16          | 4735              | 3501             | 73.94%          | No          | 1000 | 4   |
| 2037 | 44                              | 100%                              | 57.917                               | 239.5                        | 74.4                      | 845                           | 2.2           | 4735              | 3178             | 67.12%          | No          | 1000 | 4   |
| 2038 | 54                              | 100%                              | 57.854                               | 240.6                        | 79.3                      | 842                           | 2.08          | 4735              | 3898             | 82.32%          | No          | 1000 | 3   |
| 2039 | 49                              | 101%                              | 57.575                               | 241.6                        | 85.2                      | 840                           | 0.65          | 4735              | 3561             | 75.21%          | No          | 1000 | 3   |
| 2040 | 42.2                            | 100%                              | 57.056                               | 242.6                        | 91.0                      | 843                           | 0.36          | 4735              | 3103             | 65.53%          | No          | 1000 | 3   |
| 2041 | 35.5                            | 100%                              | 57.195                               | 243.5                        | 93.8                      | 840                           | 5.11          | 4735              | 2615             | 55.23%          | No          | 1000 | 3   |
| 2042 | 31.8                            | 100%                              | 57.478                               | 244                          | 92.8                      | 841                           | 19.63         | 4735              | 2340             | 49.42%          | No          | 1000 | 3   |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 17***Compresor Booster modelo KBC6 – Performance Periodo 2023 al 2042*

| Año  | Flujo por<br>unidad<br>[MMSCFD] | Relación Flujo<br>Requerido/Total | Max. Flujo<br>Alcanzable<br>[MMSCFD] | Presión<br>Succión<br>[psig] | Temperatura<br>succión °F | Presión<br>Descarga<br>[psig] | %<br>Bolsillo | BHP<br>Disponible | BHP<br>Operativo | %Carga<br>Motor | Rod<br>Load | RPM  | Un. |
|------|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------|------|-----|
| 2026 | 129.23                          | 100%                              | 210.2                                | 791.8                        | 106.0                     | 1200                          | 100           | 4125              | 3466             | 84.02%          | No          | 825  | 2   |
| 2027 | 129.61                          | 100%                              | 159.6                                | 691.1                        | 104.0                     | 1100                          | 1.5           | 5000              | 4226             | 84.52%          | No          | 1000 | 2   |
| 2028 | 128.36                          | 98%                               | 150.0                                | 596.0                        | 104.9                     | 1060                          | 6.2           | 4990              | 4790             | 95.99%          | No          | 1000 | 2   |
| 2029 | 130.12                          | 100%                              | 152.1                                | 600.0                        | 105.9                     | 1050                          | 6.7           | 5000              | 4765             | 95.30%          | No          | 980  | 2   |
| 2030 | 129.91                          | 99%                               | 152.1                                | 595.0                        | 105.9                     | 1050                          | 5.8           | 4900              | 4795             | 97.86%          | No          | 1000 | 2   |
| 2031 | 89.99                           | 102%                              | 113.8                                | 438.0                        | 104.7                     | 940                           | 2.3           | 5000              | 4279             | 85.58%          | No          | 1000 | 3   |
| 2032 | 68.56                           | 104%                              | 68.6                                 | 260.0                        | 88.6                      | 815                           | 0             | 5000              | 4702             | 94.04%          | Si          | 1000 | 4   |
| 2033 | 65.14                           | 104%                              | 65.1                                 | 265.0                        | 88.6                      | 815                           | 0             | 5000              | 4253             | 85.06%          | Si          | 1000 | 4   |
| 2034 | 58.25                           | 100%                              | 68.2                                 | 235.7                        | 74.0                      | 800                           | 0             | 5000              | 4055             | 81.10%          | Si          | 1000 | 4   |
| 2035 | 54.00                           | 101%                              | 69.3                                 | 236.0                        | 69.3                      | 800                           | 0             | 5000              | 3774             | 75.48%          | Si          | 1000 | 4   |
| 2036 | 48.76                           | 100%                              | 66.9                                 | 238.1                        | 69.5                      | 840                           | 0             | 5000              | 3521             | 70.42%          | Si          | 1000 | 4   |
| 2037 | 44.01                           | 100%                              | 66.2                                 | 240.6                        | 74.4                      | 845                           | 0             | 4900              | 3196             | 65.22%          | Si          | 980  | 4   |
| 2038 | 53.38                           | 99%                               | 66.1                                 | 240.6                        | 79.3                      | 842                           | 0             | 5000              | 3895             | 77.90%          | Si          | 1000 | 3   |
| 2039 | 48.64                           | 100%                              | 65.7                                 | 241.6                        | 85.2                      | 840                           | 0             | 5000              | 3576             | 71.52%          | Si          | 1000 | 3   |
| 2040 | 42.44                           | 101%                              | 65.1                                 | 242.6                        | 91.0                      | 843                           | 0             | 5000              | 3161             | 63.22%          | Si          | 1000 | 3   |
| 2041 | 35.48                           | 100%                              | 65.1                                 | 243.5                        | 93.8                      | 840                           | 0             | 5000              | 2649             | 52.98%          | Si          | 1000 | 3   |
| 2042 | 31.97                           | 100%                              | 65.3                                 | 244.0                        | 92.8                      | 841                           | 0.14          | 5000              | 2385             | 47.70%          | Si          | 1000 | 3   |

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 18***Compresor Booster modelo KBZ6 – Performance Periodo 2023 al 2042*

| Año  | Flujo por<br>unidad<br>[MMSCFD] | Relación Flujo<br>Requerido/Total | Max. Flujo<br>Alcanzable<br>[MMSCFD] | Presión<br>Succión<br>[psig] | Temperatura<br>succión °F | Presión<br>Descarga<br>[psig] | %<br>Bolsillo | BHP<br>Disponible | BHP<br>Operativo | %Carga<br>Motor | Rod<br>Load | RPM   | Un. |
|------|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------|-------|-----|
| 2026 | 129.051                         | 100%                              | 170.0                                | 791.8                        | 107.0                     | 1200                          | 100           | 4350              | 3372             | 77.52%          | No          | 870   | 2   |
| 2027 | 130.166                         | 100%                              | 160.2                                | 691                          | 105.0                     | 1100                          | 100           | 4066              | 3599             | 88.51%          | No          | 813.2 | 2   |
| 2028 | 130.500                         | 100%                              | 135.0                                | 590.2                        | 104.9                     | 1060                          | 94.16         | 4625              | 4603             | 99.52%          | No          | 925   | 2   |
| 2029 | 130.887                         | 100%                              | 135.1                                | 590                          | 105.9                     | 1050                          | 4.33          | 4700              | 4570             | 97.23%          | No          | 940   | 2   |
| 2030 | 131.341                         | 100%                              | 133.0                                | 591                          | 105.9                     | 1050                          | 96.02         | 4625              | 4567             | 98.75%          | No          | 925   | 2   |
| 2031 | 87.939                          | 100%                              | 99.6                                 | 438                          | 104.7                     | 940                           | 1.17          | 4624              | 4004             | 86.59%          | No          | 924.8 | 3   |
| 2032 | 68.442                          | 104%                              | 68.4                                 | 260                          | 88.6                      | 815                           | 1.1           | 5000              | 4567             | 91.34%          | No          | 1000  | 4   |
| 2033 | 67.152                          | 107%                              | 68.0                                 | 265                          | 88.6                      | 815                           | 50            | 5000              | 4406             | 88.12%          | No          | 1000  | 4   |
| 2034 | 58.147                          | 100%                              | 61.8                                 | 235.7                        | 74.0                      | 800                           | 0             | 4715              | 4012             | 85.09%          | No          | 943   | 4   |
| 2035 | 53.964                          | 101%                              | 62.6                                 | 236                          | 69.3                      | 800                           | 0.09          | 4550              | 3669             | 80.64%          | No          | 910   | 4   |
| 2036 | 49.129                          | 101%                              | 60.8                                 | 238.1                        | 69.5                      | 840                           | 0             | 4068              | 3402             | 83.63%          | No          | 813.5 | 4   |
| 2037 | 43.929                          | 100%                              | 55.2                                 | 240                          | 74.4                      | 845                           | 0.66          | 5000              | 3219             | 64.38%          | No          | 1000  | 4   |
| 2038 | 54.03                           | 100%                              | 60.4                                 | 240.6                        | 79.3                      | 842                           | 0.34          | 4488              | 3831             | 85.36%          | No          | 897.5 | 3   |
| 2039 | 48.744                          | 100%                              | 59.8                                 | 241.6                        | 85.2                      | 840                           | 1.56          | 4105              | 3435             | 83.68%          | No          | 821   | 3   |
| 2040 | 42.061                          | 100%                              | 54.3                                 | 242.6                        | 91.0                      | 843                           | 0             | 5000              | 3141             | 62.82%          | No          | 1000  | 3   |
| 2041 | 35.568                          | 100%                              | 54.5                                 | 243.5                        | 93.8                      | 840                           | 0             | 5000              | 2633             | 52.66%          | No          | 1000  | 3   |
| 2042 | 32.000                          | 101%                              | 40.1                                 | 244                          | 92.8                      | 841                           | 0.39          | 4032              | 2284             | 56.65%          | No          | 806.5 | 3   |

Fuente: Elaboración propia

### **3.4. Diseño de Tuberías del Sistema de Compresión *Booster***

#### **3.4.1. Consideraciones para el Diseño**

Para el diseño de las tuberías del Sistema de Compresión *Booster*, se tuvo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para las longitudes de las tuberías se tuvo como referencia el Esquema de Distribución de Equipos y Tuberías de la Planta U-400 del Anexos 7.
- A dichas longitudes de tuberías se ha aplicado un 10% de longitud equivalente adicional como factor de seguridad y 15% de longitud equivalente adicional por accesorios.
- Se realizará la evaluación de por lo menos dos (02) tuberías de distintos diámetros.
- Los caudales considerados son los reflejados en el balance de materia y energía del Anexos 13.
- Los diámetros de tubería se han validado de acuerdo con los criterios de velocidad y pérdida de carga indicado en el apartado 3.4.2.
- Los espesores de las tuberías fueron considerados según lo indicado en la Tabla 3.
- Se estima presencia de agua en la descarga de los compresores *booster*. Bajo ese sentido, para evaluar las tuberías en la descarga, se considerará el criterio de velocidad erosional y el aseguramiento de un régimen de flujo controlado, evitando el régimen de flujo del tipo “*slug*” o “*slug flow*”; esto debido a que dicho régimen de flujo puede causar pulsaciones y vibraciones, sobre todo en válvulas, accesorios y otros dispositivos de restricción.

#### **3.4.2. Criterios de Diseño**

##### **Líneas de Gas**

Las líneas de gas son diseñadas en base a los límites de velocidad y caída de presión detalladas a continuación.

**Tabla 19**  
*Criterios de Diseño para Líneas de Gas*

| Presión operación, PO (psig) | DP/100 ft máximo (psi) | Velocidad m/s (ft/s) <sup>(1)</sup> |
|------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| 0 a 100                      | 0.05 a 0.2             |                                     |
| 100 a 500                    | 0.2 a 0.5              | 21.33 (70)                          |
| 500 a 2000                   | 0.5 a 1.2              |                                     |
| >2000                        | PO /7000               |                                     |

Fuente: Elaboración propia. (American Society of Mechanical Engineers, 2022)

(1) Velocidad para evitar problemas de ruido y vibración.

(2) DP/100 ft: Diferencia de Presión por cada 100 pies de tubería.

### **Líneas de Compresores**

Para líneas de succión y descarga de compresores, se utiliza el siguiente criterio.

**Tabla 20**  
*Criterios de Diseño para Líneas de Compresores*

| Tipo de compresor                | DP/100 ft (psi)                  | Vmax (ft/min)           |
|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| Compresor reciprocante, succión  | $0.043 \cdot P^{0.5}$<br>Max 1.0 | $<2000/(28.8/MW)^{0.5}$ |
| Compresor reciprocante, descarga | $0.043 \cdot P^{0.5}$<br>Max 1.0 | $<3000/(28.8/MW)^{0.5}$ |

Fuente: Elaboración propia. (American Petroleum Institute, 2007)

(1) P representa la presión en unidades psia y MW el peso molecular del gas.

Los siguientes puntos deberán tenerse también en cuenta:

- Para la pérdida de carga específica (DP/100 ft), se verificará adicionalmente el criterio indicado en la Tabla 19 en caso de que fuera más restrictivo.
- El límite máximo de velocidad indicado en la Tabla 19 (70 ft/s), sigue siendo de aplicación.
- El criterio mostrado en esta sección aplica únicamente a las líneas individuales en succión y descarga de cada compresor, pero no a los colectores comunes en succión y descarga.

### **Tuberías con flujo multifásico**

Se recomienda una velocidad mínima para fluidos multifásicos de 10 ft/s (American Petroleum Institute, 1991), a fin de evitar el régimen de flujo del tipo “slug”. Por consiguiente, se considera que la velocidad del fluido calculada para el flujo de operación máximo deberá ser menor al 90% de la velocidad de erosión o no menor al valor de 60 ft/s.

### 3.4.3. Selección de Escenarios Evaluados

Los escenarios por evaluar para cada tipo de compresore se determinan teniendo en cuenta el número de compresores en operación (configuración esperada), el caudal máximo asociado por compresor y la menor presión de operación.

La Tabla 21, muestra los años a ser evaluados para los cálculos hidráulicos de las tuberías de compresores *booster* (C-3108/09/10/11).

**Tabla 21**

*Años seleccionados para diseño de tuberías del Sistema de Compresión Booster*

| Año  | Compresores<br>Booster (unid.) | Gas al Sistema<br>de Compresión<br>MMSCFD | Caudal por<br>Compresor<br>Booster<br>MMSCFD | Presión Succión<br>(psig) | Presión<br>descarga<br>(psig) |
|------|--------------------------------|---|--|---------------------------|-------------------------------|
| 2030 | 2                              | 262.4                                     | 131.2  | 590.2                     | 1050                          |
| 2031 | 3                              | 263.3                                     | 87.8   | 438.0                     | 940                           |
| 2032 | 4                              | 261.3                                     | 65.3   | 268.1                     | 815                           |
| 2034 | 4                              | 231.8                                     | 58.0   | 234.8                     | 800                           |

Fuente: Elaboración propia.

Notas:

- Configuración de compresores según lo indicado en el informe en el apartado 4.5.
- Datos de compresores en operación, caudal por compresor, presión de succión y descarga, fueron obtenidos de la Tabla 18.
- La presión de succión corresponde a la presión entre el cabezal de succión y la tubería de ingreso a los compresores.

### 3.4.4. Resultados del Diseño de Tuberías

Los resultados del dimensionamiento de las tuberías para cada escenario seleccionado en el apartado 3.4.3, se muestra en las siguientes tablas:

**Tabla 22**

*Evaluación hidráulica año 2030 (2 compresores Booster @131.2 MMSCFD y 590.2 PSIG C/U)*

| DESCRIPCIÓN DE TUBERÍA                   |   | DATOS DE ENTRADA |                |                  |                 |                  | CRITERIO        |           | RESULTADOS |                  |       |                           |
|--|---|------------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------|------------|------------------|-------|---------------------------|
| Desde                                    | Hasta                                       | DN<br>in         | Longitud<br>ft | Caudal<br>MMscfd | Presión<br>psig | MW<br>mol-<br>lb | DP<br>psi/100ft | v<br>ft/s | v<br>ft/s  | DP<br>psi/ 100ft | psi   | Presión<br>Salida<br>psig |
| Cabezal Principal Existente              | Cabezal de succión del compresor booster    | 24"              | 330.44         | 262.39           | 590.90          | 19.38            | 0.54            | 70.0      | 28.4       | 0.123            | 0.406 | 590.2                     |
|  |   | 20"              | 326.17         | 262.34           | 591.26          | 19.38            |                 |           | 41.0       | 0.318            | 1.038 | 590.2                     |
| Cabezal de succión del compresor booster | Compresor booster C-3108                    | 14"              | 231.11         | 131.20           | 590.16          | 19.38            | 0.54            | 27.4      | 42.3       | 0.519            | 1.200 | 589.1                     |
|  |   | 12"              | 215.40         | 131.20           | 590.16          | 19.38            |                 |           | 51.1       | 0.846            | 1.823 | 588.5                     |
| Cabezal de succión del compresor booster | Compresor booster C-3109                    | 14"              | 202.16         | 131.20           | 590.16          | 19.38            | 0.54            | 27.4      | 42.3       | 0.519            | 1.049 | 589.3                     |
|  |   | 12"              | 187.89         | 131.20           | 590.16          | 19.38            |                 |           | 51.1       | 0.846            | 1.590 | 588.7                     |
| Compresor booster C-3108                 | Cabezal de descarga de compresor booster    | 14"              | 149.94         | 131.20           | 1050.00         | 19.38            | 1.00            | 41.0      | 23.3       | 0.788            | 1.182 | 1047.2                    |
|  |   | 12"              | 140.47         | 131.20           | 1050.00         | 19.38            |                 |           | 28.2       | 1.302            | 1.829 | 1046.9                    |
| Compresor booster C-3109                 | Cabezal de descarga de compresor booster    | 14"              | 83.30          | 131.20           | 1050.00         | 19.38            | 1.00            | 41.0      | 23.3       | 0.716            | 0.596 | 1047.6                    |
|  |   | 12"              | 77.94          | 131.20           | 1050.00         | 19.38            |                 |           | 28.2       | 1.234            | 0.962 | 1047.4                    |
| Cabezal de descarga de compresor booster | Cabezal de succión de compresores JGT y JGC | 24"              | 357.06         | 262.40           | 1047.24         | 19.38            | 1.00            | 70.0      | 15.7       | 0.105            | 0.374 | 1047.0                    |
|  |   | 20"              | 350.45         | 262.40           | 1047.24         | 19.38            |                 |           | 22.7       | 0.473            | 1.657 | 1045.9                    |
|  |   | 16"              | 330.31         | 262.40           | 1047.24         | 19.38            |                 |           | 35.7       | 1.573            | 5.196 | 1042.7                    |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 23**

*Evaluación hidráulica año 2031 (3 compresores Booster @87.76 MMSCFD y 438 PSIG C/U)*

| DESCRIPCIÓN DE TUBERÍA                   |   | DATOS DE ENTRADA |                |                  |                 |                  | CRITERIO        |           |           | RESULTADOS       |       |                        |
|--|---|------------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------|-----------|------------------|-------|------------------------|
| Desde                                    | Hasta                                       | DN<br>in         | Longitud<br>ft | Caudal<br>MMscfd | Presión<br>psig | MW<br>mol-<br>lb | DP<br>psi/100ft | v<br>ft/s | v<br>ft/s | DP<br>psi/ 100ft | psi   | Presión Salida<br>psig |
| Cabezal Principal Existente              | Cabezal de succión del compresor booster    | 24"              | 330.44         | 263.26           | 438.64          | 19.41            | 0.45            | 70.0      | 39.0      | 0.170            | 0.561 | 438.0                  |
|  |   | 20"              | 326.17         | 263.26           | 439.49          | 19.41            |                 |           | 56.3      | 0.438            | 1.430 | 438.0                  |
| Cabezal de succión del compresor booster | Compresor booster C-3108                    | 14"              | 231.11         | 87.76            | 438.03          | 19.41            | 0.45            | 27.4      | 38.7      | 0.320            | 0.739 | 437.4                  |
|  |   | 12"              | 215.40         | 87.76            | 438.03          | 19.41            |                 |           | 46.7      | 0.521            | 1.122 | 437.0                  |
| Cabezal de succión del compresor booster | Compresor booster C-3109                    | 14"              | 202.16         | 87.76            | 438.03          | 19.41            | 0.45            | 27.4      | 38.7      | 0.320            | 0.646 | 437.5                  |
|  |   | 12"              | 187.89         | 87.76            | 438.03          | 19.41            |                 |           | 46.7      | 0.521            | 0.979 | 437.2                  |
| Cabezal de succión del compresor booster | Compresor booster C-3110                    | 14"              | 244.20         | 87.76            | 438.03          | 19.41            | 0.45            | 27.4      | 38.7      | 0.320            | 0.781 | 437.3                  |
|  |   | 12"              | 227.23         | 87.76            | 438.03          | 19.41            |                 |           | 46.8      | 0.521            | 1.184 | 436.9                  |
| Compresor booster C-3108                 | Cabezal de descarga de compresor booster    | 14"              | 149.94         | 87.76            | 940.00          | 19.41            | 1.00            | 41.0      | 17.6      | 0.230            | 0.344 | 938.6                  |
|  |   | 12"              | 140.47         | 87.76            | 940.00          | 19.41            |                 |           | 21.3      | 0.605            | 0.849 | 938.3                  |
| Compresor booster C-3109                 | Cabezal de descarga de compresor booster    | 14"              | 83.30          | 87.76            | 940.00          | 19.41            | 1.00            | 41.0      | 17.6      | 0.354            | 0.295 | 938.7                  |
|  |   | 12"              | 77.94          | 87.76            | 940.00          | 19.41            |                 |           | 21.3      | 0.702            | 0.547 | 938.6                  |
| Compresor booster C-3110                 | Cabezal de descarga de compresor booster    | 14"              | 82.76          | 87.76            | 940.00          | 19.41            | 1.00            | 41.0      | 17.6      | 0.373            | 0.309 | 938.7                  |
|  |   | 12"              | 77.40          | 87.76            | 940.00          | 19.41            |                 |           | 21.3      | 0.674            | 0.521 | 938.6                  |
| Cabezal de descarga de compresor booster | Cabezal de succión de compresores JGT y JGC | 24"              | 357.06         | 263.25           | 938.33          | 19.41            | 1.00            | 70.0      | 17.8      | 0.120            | 0.429 | 938.1                  |
|  |   | 20"              | 350.45         | 263.25           | 938.33          | 19.41            |                 |           | 25.7      | 0.506            | 1.772 | 936.9                  |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 24**

*Evaluación hidráulica año 2032 (4 compresores Booster @65.33 MMSCFD y 268.1 PSIG C/U)*

| DESCRIPCIÓN DE TUBERÍA                                   |  | DATOS DE ENTRADA |                |                  |                 |                  | CRITERIO        |           | RESULTADOS |                  |       |                        |
|--|--|------------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------|------------|------------------|-------|------------------------|
| Desde  | Hasta  | DN<br>in         | Longitud<br>ft | Caudal<br>MMscfd | Presión<br>psig | MW<br>mol-<br>lb | DP<br>psi/100ft | v<br>ft/s | v<br>ft/s  | DP<br>psi/ 100ft | psi   | Presión Salida<br>psig |
| Cabezal Principal<br>Existente                           | Cabezal de<br>succión del<br>compresor<br><i>booster</i> | 24               | 330.44         | 261.26           | 269.0           | 19.39            | 0.33            | 70.0      | 61.7       | 0.266            | 0.879 | 268.1                  |
|  |  | 20"              | 326.17         | 261.26           | 270.33          | 19.39            |                 |           | 89.1       | 0.688            | 2.243 | 268.1                  |
| Cabezal de<br>succión del<br>compresor<br><i>booster</i> | Compresor<br><i>booster</i><br>C-3108                    | 16"              | 254.90         | 65.33            | 268.10          | 19.39            | 0.33            | 27.4      | 35.0       | 0.141            | 0.360 | 267.8                  |
|  |  | 14"              | 231.11         | 65.33            | 268.10          | 19.39            |                 |           | 46.0       | 0.284            | 0.656 | 267.5                  |
|  |  | 12"              | 215.40         | 65.33            | 268.10          | 19.39            |                 |           | 55.5       | 0.462            | 0.995 | 267.2                  |
| Cabezal de<br>succión del<br>compresor<br><i>booster</i> | Compresor<br><i>booster</i><br>C-3109                    | 16"              | 223.77         | 65.33            | 268.10          | 19.39            | 0.33            | 27.4      | 35.0       | 0.141            | 0.316 | 267.8                  |
|  |  | 14"              | 202.16         | 65.33            | 268.10          | 19.39            |                 |           | 46.0       | 0.284            | 0.573 | 267.6                  |
|  |  | 12"              | 187.89         | 65.33            | 268.10          | 19.39            |                 |           | 55.5       | 0.462            | 0.868 | 267.3                  |
| Cabezal de<br>succión del<br>compresor<br><i>booster</i> | Compresor<br><i>booster</i><br>C-3110                    | 16"              | 269.89         | 65.33            | 268.10          | 19.39            | 0.33            | 27.4      | 35.1       | 0.141            | 0.381 | 267.8                  |
|  |  | 14"              | 244.20         | 65.33            | 268.10          | 19.39            |                 |           | 46.0       | 0.284            | 0.693 | 267.4                  |
|  |  | 12"              | 227.23         | 65.33            | 268.10          | 19.39            |                 |           | 55.5       | 0.462            | 1.050 | 267.1                  |
| Cabezal de<br>succión del<br>compresor<br><i>booster</i> | Compresor<br><i>booster</i><br>C-3111                    | 16"              | 183.44         | 65.33            | 268.10          | 19.39            | 0.33            | 27.4      | 35.0       | 0.141            | 0.259 | 267.9                  |
|  |  | 14"              | 165.94         | 65.33            | 268.10          | 19.39            |                 |           | 46.0       | 0.284            | 0.471 | 267.7                  |
|  |  | 12"              | 154.34         | 65.33            | 268.10          | 19.39            |                 |           | 55.5       | 0.462            | 0.713 | 267.4                  |
| Compresor<br><i>booster</i><br>C-3108                    | Cabezal de<br>descarga de<br>compresor<br><i>booster</i> | 14"              | 149.94         | 65.33            | 815.00          | 19.39            | 1.00            | 41.0      | 15.4       | 0.095            | 0.143 | 814.1                  |
|  |  | 12               | 140.47         | 65.33            | 815.00          | 19.39            |                 |           | 18.5       | 0.155            | 0.217 | 814.0                  |
|  |  | 10"              | 124.79         | 65.33            | 815.00          | 19.39            |                 |           | 26.2       | 0.379            | 0.473 | 813.8                  |

|  |  |     |        |        |        |       |      |      |      |       |       |       |
|--|--|-----|--------|--------|--------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Compresor<br><i>booster</i><br>C-3109                    | Cabezal de<br>descarga de<br>compresor<br><i>booster</i> | 8"  | 108.28 | 65.33  | 815.00 | 19.39 | 1.00 | 41.0 | 41.3 | 1.227 | 1.328 | 812.9 |
|  |  | 14" | 83.30  | 65.33  | 815.00 | 19.39 |      |      | 15.4 | 0.095 | 0.079 | 814.2 |
|  |  | 12" | 77.94  | 65.33  | 815.00 | 19.39 |      |      | 18.6 | 0.155 | 0.121 | 814.2 |
|  |  | 10" | 69.06  | 65.33  | 815.00 | 19.39 |      |      | 26.2 | 0.379 | 0.262 | 814.0 |
| Compresor<br><i>booster</i><br>C-3110                    | Cabezal de<br>descarga de<br>compresor<br><i>booster</i> | 8"  | 59.72  | 65.33  | 815.00 | 19.39 | 1.00 | 41.0 | 41.3 | 1.226 | 0.732 | 813.5 |
|  |  | 14" | 82.76  | 65.33  | 815.00 | 19.39 |      |      | 15.4 | 0.095 | 0.079 | 814.2 |
|  |  | 12" | 77.40  | 65.33  | 815.00 | 19.39 |      |      | 18.6 | 0.155 | 0.120 | 814.2 |
|  |  | 10" | 68.52  | 65.33  | 815.00 | 19.39 |      |      | 26.2 | 0.379 | 0.260 | 814.0 |
| Compresor<br><i>booster</i><br>C-3111                    | Cabezal de<br>descarga de<br>compresor<br><i>booster</i> | 8"  | 59.18  | 65.33  | 815.00 | 19.39 | 1.00 | 41.0 | 41.3 | 1.226 | 0.726 | 813.5 |
|  |  | 14" | 82.76  | 65.33  | 815.00 | 19.39 |      |      | 15.4 | 0.095 | 0.079 | 814.2 |
|  |  | 12" | 77.40  | 65.33  | 815.00 | 19.39 |      |      | 18.6 | 0.155 | 0.120 | 814.2 |
|  |  | 10" | 68.52  | 65.33  | 815.00 | 19.39 |      |      | 26.2 | 0.379 | 0.260 | 814.0 |
| Cabezal de<br>descarga de<br>compresor<br><i>booster</i> | Cabezal de<br>succión de<br>compresores JGT<br>y JGC     | 8"  | 59.18  | 65.33  | 815.00 | 19.39 | 1.00 | 70.0 | 41.3 | 1.226 | 0.726 | 813.5 |
|  |  | 24" | 357.06 | 261.26 | 814.03 | 19.39 |      |      | 20.6 | 0.089 | 0.318 | 813.8 |
|  |  | 20" | 350.45 | 261.26 | 814.03 | 19.39 |      |      | 29.8 | 0.231 | 0.808 | 813.3 |
|  |  | 16" | 330.33 | 261.26 | 814.03 | 19.39 |      |      | 47.0 | 0.742 | 2.453 | 811.7 |
|  |  | 14" | 323.54 | 261.26 | 814.03 | 19.39 |      |      | 61.7 | 1.501 | 4.856 | 809.3 |

Fuente: Elaboración propia.



**Tabla 25**

*Evaluación hidráulica año 2034 (4 compresores Booster @65.78 MMSCFD y 268.1 PSIG C/U)*

| DESCRIPCIÓN DE TUBERÍA                          |   | DATOS DE ENTRADA |          |        |         |        | CRITERIO  |      |      | RESULTADOS |                |       |
|---|---|------------------|----------|--------|---------|--------|-----------|------|------|------------|----------------|-------|
| Desde   | Hasta   | DN               | Longitud | Caudal | Presión | MW     | DP        | v    | v    | DP         | Presión Salida |       |
|   |   | in               | ft       | MMscfd | psig    | mol-lb | psi/100ft | ft/s | ft/s | psi/ 100ft | psi            | psig  |
| Cabezal Principal Existente                     | Cabezal de succión del compresor <i>booster</i> | 24"              | 330.44   | 231.79 | 235.54  | 19.35  | 0.30      | 70.0 | 60.6 | 0.231      | 0.765          | 234.7 |
|   |   | 20"              | 326.17   | 231.79 | 236.69  | 19.35  |           |      | 87.5 | 0.598      | 1.950          | 234.7 |
| Cabezal de succión del compresor <i>booster</i> | Compresor <i>booster</i> C-3108                 | 14"              | 231.11   | 57.95  | 234.75  | 19.35  | 0.30      | 27.4 | 45.1 | 0.247      | 0.570          | 234.2 |
|   |   | 12"              | 215.40   | 57.95  | 234.75  | 19.35  |           |      | 54.5 | 0.402      | 0.865          | 233.9 |
| Cabezal de succión del compresor <i>booster</i> | Compresor <i>booster</i> C-3109                 | 14"              | 202.16   | 57.95  | 234.75  | 19.35  | 0.30      | 27.4 | 45.1 | 0.247      | 0.499          | 234.3 |
|   |   | 12"              | 187.89   | 57.95  | 234.75  | 19.35  |           |      | 54.5 | 0.402      | 0.755          | 234.1 |
| Cabezal de succión del compresor <i>booster</i> | Compresor <i>booster</i> C-3110                 | 14"              | 244.20   | 57.95  | 234.75  | 19.35  | 0.30      | 27.4 | 45.1 | 0.247      | 0.603          | 234.2 |
|   |   | 12"              | 227.23   | 57.95  | 234.75  | 19.35  |           |      | 54.5 | 0.402      | 0.913          | 233.9 |
| Cabezal de succión del compresor <i>booster</i> | Compresor <i>booster</i> C-3111                 | 14"              | 165.94   | 57.95  | 234.75  | 19.35  | 0.30      | 27.4 | 45.1 | 0.247      | 0.409          | 234.4 |
|   |   | 12"              | 154.34   | 57.95  | 234.75  | 19.35  |           |      | 54.5 | 0.402      | 0.620          | 234.2 |
| Compresor <i>booster</i> C-3108                 | Cabezal de descarga de compresor <i>booster</i> | 14"              | 149.94   | 57.95  | 800.00  | 19.35  | 1.00      | 41.0 | 13.9 | 0.076      | 0.115          | 799.2 |
|   |   | 12"              | 140.47   | 57.95  | 800.00  | 19.35  |           |      | 16.8 | 0.124      | 0.175          | 799.2 |
| Compresor <i>booster</i> C-3109                 | Cabezal de descarga de compresor <i>booster</i> | 14"              | 83.30    | 57.95  | 800.00  | 19.35  | 1.00      | 41.0 | 13.9 | 0.076      | 0.064          | 799.3 |
|   |   | 12"              | 77.94    | 57.95  | 800.00  | 19.35  |           |      | 16.8 | 0.124      | 0.097          | 799.3 |
| Compresor <i>booster</i> C-3110                 | Cabezal de descarga de compresor <i>booster</i> | 14"              | 82.76    | 57.95  | 800.00  | 19.35  | 1.00      | 41.0 | 13.9 | 0.076      | 0.063          | 799.3 |
|   |   | 12"              | 77.40    | 57.95  | 800.00  | 19.35  |           |      | 16.8 | 0.124      | 0.096          | 799.3 |

|  |  |     |        |        |        |       |      |      |      |       |       |       |
|--|--|-----|--------|--------|--------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Compresor<br><i>booster</i><br>C-3111                    | Cabezal de<br>descarga de<br>compresor<br><i>booster</i> | 14" | 82.76  | 57.95  | 800.00 | 19.35 | 1.00 | 41.0 | 13.9 | 0.076 | 0.063 | 799.3 |
|  |  | 12" | 77.40  | 57.95  | 800.00 | 19.35 |      |      | 16.8 | 0.124 | 0.096 | 799.3 |
| Cabezal de<br>descarga de<br>compresor<br><i>booster</i> | Cabezal de<br>succión de<br>compresores<br>JGT y JGC     | 24" | 357.06 | 231.79 | 799.18 | 19.35 | 1.00 | 70.0 | 18.7 | 0.072 | 0.256 | 799.0 |
|  |  | 20" | 350.45 | 231.79 | 799.18 | 19.35 |      |      | 27.0 | 0.185 | 0.649 | 798.6 |

Fuente: Elaboración propia

## Capítulo IV: Análisis de Resultados

### 4.1. Análisis del Desempeño de los Compresores Principales

Conforme los resultados de la evaluación de los compresores existente C-3101/02/03/04/05/06/07, modelos JGT4 y JGC4 (Tabla 12 y Tabla 13), se analizó lo siguiente:

- La presión de succión por cada compresor a partir del año 2026 se incrementa debido al inicio de operación de los compresores *booster* aguas arriba a los existentes.
- A partir del año 2036, se determinó que la presión mínima de trabajo intermedia es de 840 psig. Por debajo de dicha presión, se generarían problemas de *Rod Load* en los compresores con el modelo JGC4. Mientras que los compresores JGT4 no presentan problemas de *Rod Load* entre los años 2023 hasta 2042.
- El valor de la potencia (BHP) disponible varía en el tiempo debido a la variación de las revoluciones del motor del compresor (rpm).
- Se logró mantener el porcentaje de carga al motor (cargabilidad) por debajo del 98% conforme lo recomendado.
- Respecto a la cobertura de la demanda por año, se logró satisfacer el 100% del flujo total. La Tabla 26 resume lo indicado.

**Tabla 26**

*Cobertura de Flujo por año Compresores modelo JGT4 y JGC4*

| Año  | Flujo Total <sup>(1)</sup><br>[MMSCFD] | Máximo Flujo Alcanzable<br>Total <sup>(2)</sup><br>[MMSCFD] | Relación Flujo<br>Requerido/Total (%) |
|------|--|---|---------------------------------------|
| 2023 | 250.0                                  | 278.9   | 100.1%                                |
| 2024 | 257.0                                  | 279.2   | 100.4%                                |
| 2025 | 258.0                                  | 281.5   | 100.1%                                |
| 2026 | 258.0                                  | 286.9   | 100.0%                                |
| 2027 | 260.0                                  | 294.4   | 100.2%                                |
| 2028 | 261.0                                  | 278.0   | 100.0%                                |
| 2029 | 262.0                                  | 276.0   | 100.3%                                |

|      |       |       |        |
|------|-------|-------|--------|
| 2030 | 264.0 | 291.4 | 100.5% |
| 2031 | 264.0 | 286.7 | 100.2% |
| 2032 | 264.8 | 273.2 | 100.0% |
| 2033 | 256.0 | 272.0 | 100.0% |
| 2034 | 232.6 | 250.1 | 100.1% |
| 2035 | 214.0 | 239.1 | 100.1% |
| 2036 | 196.0 | 220.4 | 100.4% |
| 2037 | 177.0 | 221.7 | 100.9% |
| 2038 | 162.0 | 195.8 | 100.4% |
| 2039 | 146.0 | 170.8 | 100.3% |
| 2040 | 127.0 | 148.9 | 100.6% |
| 2041 | 107.0 | 123.2 | 100.6% |
| 2042 | 97.0  | 123.3 | 101.6% |

Fuente: Elaboración propia.

(1) Suma de los flujos por cada compresor JGT4 y JGC4 de Tabla 12 y Tabla 13.

(2) Suma de máximos flujos alcanzable por cada compresor JGT4 y JGC4 de Tabla 12 y Tabla 13.

#### 4.2. Análisis Comparativo para la Selección de los Compresores *Booster*

Conforme los resultados de la evaluación de los compresores *booster* en el apartado 3.1.5 se analizó lo siguiente:

- Con la configuración KBC4 se observa que a partir del 2032 y hasta el 2042 no se cubre la demanda de producción (Tabla 15 columna Relación Flujo Requerido/Total). Por otro lado, se observa que a partir del 2032 y hasta el 2039 no se cubre la demanda de producción y además se reporta “*rod load*” en estos años. Para eliminar el “*rod load*” se debe incrementar la presión de succión hasta 380 psig, por lo que esta presión se debe de mantener hasta el 2042. De acuerdo con estos resultados, se descarta esta configuración y modelo de compresor.
- Con la configuración KBZ4 se observa que a partir del 2032 y hasta el 2040 no se cubre la demanda de producción (Tabla 16 columna Relación Flujo Requerido/Total). Por otro lado, se observa que solo durante los años 2032 y

hasta el 2033 no se cubre la demanda de producción y además se reporta “*rod load*” en estos años. Para eliminar el “*rod load*” se debe de incrementar la presión de succión desde 235 psig hasta 330 psig. Con este incremento de presión se logra alcanzar la producción requerida. De acuerdo con estos resultados, se descarta esta configuración y modelo de compresor.

- Para la configuración KBC6 (Tabla 17) se observa que los valores de % de *Rod Load* se encuentran por encima del 85% durante los años 2032 – 2042, además de no satisfacer la producción requerida para la segunda mitad del año 2032 y primera mitad del año 2033. Con un incremento de la presión de succión en 35 psig se lograría alcanzar la producción en los años 2032 y 2033, pero no se logran reducir los % de *rod load*. De acuerdo con estos resultados, se descarta esta configuración y modelo de compresor.
- Para la configuración KBZ6 (Tabla 18) se observa que satisface el diferencial de presión y la producción requerida, salvo en el año 2032 y durante todo el año 2033. Con un incremento de la presión de succión en 35 psig se lograría alcanzar la producción en dichos años. Este modelo de compresor es el único que no presenta problemas de *rod load* en ningún año de la operación.

#### **4.3. Análisis de los resultados Hidráulicos**

Con relación al diseño de las tuberías que formaran parte del Sistema de Compresión *Booster* (apartado 3.4), se analizó lo siguiente:

- Los años 2032 y 2034 (Tabla 24 y Tabla 25) determinan la selección de diámetro para las líneas y colector de succión, debido a la reducción significativa de la presión de trabajo mientras se mantienen altos caudales de gas. La selección final ha sido de 14” para las líneas individuales de succión y de 24” para el nuevo colector común de succión.
- Los años 2030 y 2031 (Tabla 22 y Tabla 23) determinan la selección de diámetro para las líneas y colector de descarga, debido a la conjunción de altos

caudales de operación, una disminución paulatina de presión, pero, sobre todo, al número de compresores *booster* en operación (sólo dos equipos, lo que aumenta el caudal por compresor). La selección final ha sido de 14" para las líneas individuales de descarga y de 20" para el nuevo colector común de descarga.

- Las tuberías de descarga individuales de los compresores *booster* no se pueden reducir a 12" ya que en los primeros años de producción (año 2030, Tabla 22) se excedería (entre 0.23 y 0.30 psi/100ft) el criterio de pérdida de presión por unidad de longitud.
- El diámetro del cabezal de descarga de los compresores *booster* no puede bajarse de 20" ya que se excedería el criterio de pérdida de presión para el año 2030 (en 0.60 psi/100ft).
- Si bien existe presencia de líquidos en la descarga de los compresores *booster* para el año 2032 (Balance de masa y energía, Anexos 13), los resultados hidráulicos mostrados en la Tabla 27, indican que el diámetro seleccionado para las tuberías y colector de descarga se encuentra dentro de los rangos normales del criterio de evaluación de tuberías según la velocidad erosional.

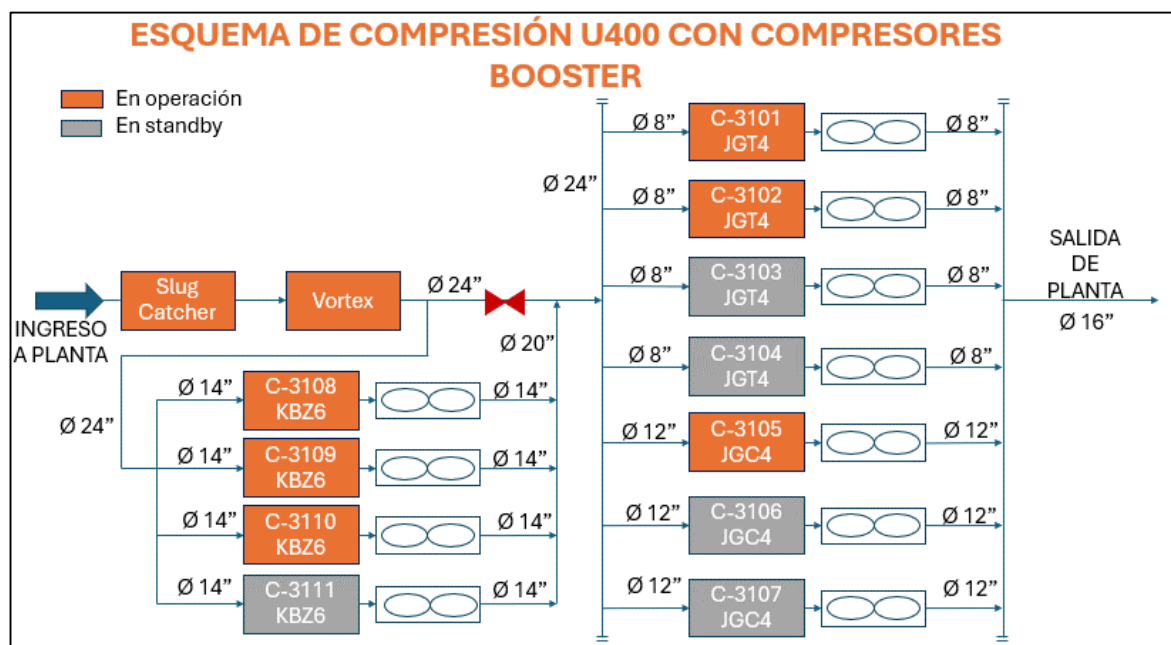
**Tabla 27**  
*Resultados Velocidad Erosional ( $V_e$ ) – Año 2032*

| DESCRIPCIÓN DE TUBERÍA                          |   | DATOS DE ENTRADA |          |        |         | RESULTADOS |       |          |
|---|---|------------------|----------|--------|---------|------------|-------|----------|
| Desde   | Hasta   | DN               | Longitud | Caudal | Presión | $V_e$      | V     | V/ $V_e$ |
|   |   | in               | ft       | MMscfd | psig    | ft/s       | ft/s  |          |
| Compresor <i>booster</i> C-3108                 | Cabezal de descarga de compresor <i>booster</i> | 14"              | 149.94   | 65.9   | 835.0   | 67.02      | 15.04 | 0.22     |
|   |   | 12               | 140.47   | 65.9   | 835.0   | 67.03      | 18.18 | 0.27     |
| Compresor <i>booster</i> C-3109                 | Cabezal de descarga de compresor <i>booster</i> | 14"              | 83.30    | 65.9   | 835.0   | 67.02      | 15.05 | 0.22     |
|   |   | 12               | 77.94    | 65.9   | 835.0   | 67.02      | 18.18 | 0.27     |
| Compresor <i>booster</i> C-3110                 | Cabezal de descarga de compresor <i>booster</i> | 14"              | 82.76    | 65.9   | 835.0   | 67.02      | 15.05 | 0.22     |
|   |   | 12               | 77.40    | 65.9   | 835.0   | 67.03      | 18.18 | 0.27     |
| Compresor <i>booster</i> C-3111                 | Cabezal de descarga de compresor <i>booster</i> | 14"              | 82.76    | 65.9   | 835.0   | 67.02      | 15.05 | 0.22     |
|   |   | 12               | 77.40    | 65.9   | 835.0   | 67.03      | 18.18 | 0.27     |
| Cabezal de descarga de compresor <i>booster</i> | Cabezal de succión de compresores JGT y JGC     | 24"              | 357.06   | 263.4  | 832.1   | 67.12      | 20.29 | 0.30     |
|   |   | 20"              | 350.45   | 263.4  | 832.1   | 67.17      | 29.36 | 0.44     |

Fuente: Elaboración propia.

En ese sentido, la Figura 17 muestra los diámetros de tubería seleccionado para el Sistema de Compresión *Booster*.

**Figura 17**  
*Diámetros de Tubería del Sistema de Compresión Booster*



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4. Análisis de Sistema de Alivios

Considerando el modelo de los compresores *booster* seleccionado en el apartado 4.2, se dimensionan las válvulas de alivio de presión (PSV) en base al estándar de diseño de dispositivos de alivio presión "API STD 520 Part I: *Sizing, Selection, and Installation of Pressure-relieving Devices*".

Se consideró el flujo de operación del año 2030 (caso de mayor flujo por unidad compresora). En el Anexos 17 se adjunta la hoja de cálculo de las válvulas. El escenario de diseño es Bloqueo a la Descarga. (American Petroleum Institute, 2014)

**Tabla 28**  
*Dimensionamiento PSV Compresores Booster - Datos de Entrada*

| PSV TAG  | Presión de Alivio (Set), psig | Temperatura ingreso, °F | Flujo Alivio, lb/h | Peso Molecular | Factor Z | Cp/Cv Ideal |
|----------|-------------------------------|-------------------------|--------------------|----------------|----------|-------------|
| PSV-3108 | 1300                          | 205.6                   | 279 416.0          | 19.38          | 0.8982   | 1.232       |
| PSV-3109 | 1300                          | 205.6                   | 279 416.0          | 19.38          | 0.8982   | 1.232       |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 29***Dimensionamiento PSV Compresores Booster - Resultados*

| PSV TAG  | Compresor asociado | Área orificio Requerido, in <sup>2</sup> | Orificio Seleccionado | Área Seleccionada | Relación Rating/Requerido |
|----------|--------------------|--|-----------------------|-------------------|---------------------------|
| PSV-3108 | C-3108             | 3.23                                     | M                     | 3.6               | 1.114                     |
| PSV-3109 | C-3109             | 3.23                                     | M                     | 3.6               | 1.114                     |

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5. Plan de Instalación de Compresores

##### 4.5.1. Cargabilidad de Compresores

La Tabla 30 corresponde a la configuración de los compresores desde el año 2023 hasta el 2042, en dicha tabla se muestra la información la cantidad de compresores principales existentes (JGT4 y JGC4) y los compresores *booster* (KBZ6) que deben estar en servicio para garantizar la nominación de producción de la estación de compresor.

**Tabla 30***Resumen de flujo y cargabilidad por tipo de compresor periodo 2023 – 2042*

| Año  | Gas Seco [MMSCFD] | Principales (JGT4)        |              |     | Principales (JGC4)        |              |     | Booster (KBZ6)            |              |     |
|------|-------------------|---------------------------|--------------|-----|---------------------------|--------------|-----|---------------------------|--------------|-----|
|      |                   | Flujo por unidad [MMSCFD] | %Carga Motor | Un. | Flujo por unidad [MMSCFD] | %Carga Motor | Un. | Flujo por unidad [MMSCFD] | %Carga Motor | Un. |
| 2023 | 249.7             | 34                        | 98.00%       | 4   | 114                       | 98.29%       | 1   | -                         | -            | -   |
| 2024 | 256.1             | 36                        | 95.10%       | 4   | 113                       | 97.36%       | 1   | -                         | -            | -   |
| 2025 | 257.7             | 36                        | 94.33%       | 4   | 114                       | 97.41%       | 1   | -                         | -            | -   |
| 2026 | 257.6             | 31                        | 84.90%       | 2   | 98                        | 92.75%       | 2   | 128.8                     | 77.52%       | 2   |
| 2027 | 259.4             | 32                        | 94.22%       | 2   | 98                        | 97.69%       | 2   | 129.7                     | 88.51%       | 2   |
| 2028 | 260.9             | 31                        | 96.57%       | 2   | 99.5                      | 96.75%       | 2   | 130.5                     | 99.52%       | 2   |
| 2029 | 261.3             | 31                        | 96.51%       | 2   | 100                       | 97.92%       | 2   | 130.7                     | 97.23%       | 2   |
| 2030 | 262.6             | 32                        | 94.85%       | 2   | 100                       | 92.77%       | 2   | 131.3                     | 98.75%       | 2   |
| 2031 | 263.6             | 28                        | 91.32%       | 3   | 90                        | 95.04%       | 2   | 87.9                      | 86.59%       | 3   |
| 2032 | 264.2             | 27                        | 97.14%       | 4   | 78.6                      | 95.39%       | 2   | 56.8                      | 91.34%       | 4   |
| 2033 | 256               | 24                        | 91.07%       | 4   | 78                        | 95.33%       | 2   | 59.1                      | 88.12%       | 4   |
| 2034 | 232.4             | 22                        | 91.84%       | 4   | 72.3                      | 96.83%       | 2   | 58.1                      | 85.09%       | 4   |
| 2035 | 213.8             | 21                        | 93.04%       | 4   | 65                        | 92.13%       | 2   | 53.5                      | 80.64%       | 4   |
| 2036 | 195.2             | 20                        | 92.72%       | 3   | 68                        | 93.87%       | 2   | 48.8                      | 83.63%       | 4   |
| 2037 | 175.5             | 19                        | 81.62%       | 3   | 60                        | 82.29%       | 2   | 43.9                      | 64.38%       | 4   |
| 2038 | 161.3             | 20                        | 89.97%       | 2   | 61                        | 83.92%       | 2   | 53.8                      | 85.36%       | 3   |



|      |       |    |        |   |    |        |   |      |        |   |
|------|-------|----|--------|---|----|--------|---|------|--------|---|
| 2039 | 145.6 | 18 | 78.97% | 1 | 64 | 87.92% | 2 | 48.5 | 83.68% | 3 |
| 2040 | 126.3 | 21 | 84.47% | 3 | 64 | 87.76% | 1 | 42.1 | 62.82% | 3 |
| 2041 | 106.4 | 21 | 84.63% | 2 | 65 | 89.39% | 1 | 35.5 | 52.66% | 3 |
| 2042 | 95.45 | 16 | 74.25% | 2 | 65 | 89.28% | 1 | 31.8 | 56.65% | 3 |

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.2. Configuración de Compresores

La Tabla 31 muestra el resumen de la configuración de los compresores desde el 2023 hasta el 2042. Se debe tener en cuenta que en todo momento se mantiene un compresor principal en “stand by” y para el caso de los compresores *booster*, solo se puede contar con un compresor de los 4 previstos en “stand by”, durante los periodos 2026 al 2031 y del 2038 al 2042.

**Tabla 31**

*Resumen de configuración de compresores periodo 2023 – 2042*

| Año  | Unidades en operación |      |                |       | Unidades Instaladas |      |                |       |
|------|-----------------------|------|----------------|-------|---------------------|------|----------------|-------|
|      | JGT4                  | JGC4 | Booster (KBZ6) | Total | JGT4                | JGC4 | Booster (KBZ6) | Total |
| 2023 | 4                     | 1    |                | 5     | 4                   | 3    |                | 7     |
| 2024 | 4                     | 1    |                | 5     | 4                   | 3    |                | 7     |
| 2025 | 4                     | 1    |                | 5     | 4                   | 3    |                | 7     |
| 2026 | 4                     | 2    | 2              | 6     | 4                   | 3    | 3              | 10    |
| 2027 | 2                     | 2    | 2              | 6     | 4                   | 3    | 3              | 10    |
| 2028 | 2                     | 2    | 2              | 6     | 4                   | 3    | 3              | 10    |
| 2029 | 2                     | 2    | 2              | 6     | 4                   | 3    | 3              | 10    |
| 2030 | 2                     | 2    | 2              | 6     | 4                   | 3    | 3              | 10    |
| 2031 | 3                     | 2    | 3              | 8     | 4                   | 3    | 4              | 11    |
| 2032 | 4                     | 2    | 4              | 10    | 4                   | 3    | 4              | 11    |
| 2033 | 4                     | 2    | 4              | 10    | 4                   | 3    | 4              | 11    |
| 2034 | 4                     | 2    | 4              | 10    | 4                   | 3    | 4              | 11    |
| 2035 | 4                     | 2    | 4              | 10    | 4                   | 3    | 4              | 11    |
| 2036 | 3                     | 2    | 4              | 9     | 4                   | 3    | 4              | 11    |
| 2037 | 3                     | 2    | 4              | 9     | 4                   | 3    | 4              | 11    |
| 2038 | 2                     | 2    | 3              | 7     | 4                   | 3    | 4              | 11    |
| 2039 | 1                     | 2    | 3              | 6     | 4                   | 3    | 4              | 11    |

|      |   |   |   |   |   |   |   |    |
|------|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 2040 | 3 | 1 | 3 | 7 | 4 | 3 | 4 | 11 |
| 2041 | 2 | 1 | 3 | 6 | 4 | 3 | 4 | 11 |
| 2042 | 2 | 1 | 3 | 6 | 4 | 3 | 4 | 11 |

Fuente: Elaboración propia.

## Conclusiones

- La implementación y selección adecuada de compresores *booster* en la Estación de Compresión diseñada ha demostrado ser fundamental para asegurar el abastecimiento continuo y eficiente de gas natural en el Perú. Por consiguiente, a través del análisis técnico y la consideración de las condiciones operativas específicas, se diseñó el Sistema de Compresión *Booster*, el cual estará aguas arriba a los compresores de gas existentes de la Estación de Compresión U-400, estará conformado por cuatro nuevos compresores instalados periódicamente desde el año 2026 hasta el 2042, con una capacidad máxima de procesamiento de hasta 130 MMscfd y manejando diferenciales de presión de hasta 600 psig. Este diseño no solo satisface las necesidades energéticas actuales, sino que también establece una base sólida para futuras expansiones en la infraestructura de gas natural del país.
- Tras el análisis de los perfiles de producción de la Estación de Compresión U-400, que abastece de gas natural a la Planta de Procesamiento de Gas – Malvinas, se obtuvo que para un periodo de operación comprendido entre los años 2023 al 2042, la producción de gas para los 10 primeros años será aproximadamente de 260 MMSCFD, con una presión de entrega entre 1780 a 1990 psig. Mientras que, para los últimos 10 años, comprendido entre 2034 al 2042, la producción de gas disminuiría entre 260 a 100 MMSCFD de manera progresiva, con una presión de entrega entre 1813 a 2048 respectivamente.
- En base a lo anteriormente expuesto y con la finalidad de satisfacer la demanda de producción, se requiere de un Sistema de Compresión *Booster*, el cual deberá ser instalado aguas arriba a los compresores existentes. En ese sentido, los hallazgos del estudio indican que los compresores serán del tipo reciprocante y el modelo preseleccionado Ariel KBZ6, satisface el diferencial de presión y la producción requerida. Los modelos de compresor *booster* KBC4 y KBZ4, también evaluados, quedan descartados por presentar problemas de “*Rod Load*”. Por otro lado, si bien el

modelo de compresor *Booster* KBC6 no presenta problemas de “*rod load*”, los valores de % de *Rod Load* se encuentran por encima del 85% durante los años 2032 – 2042, además de no satisfacer la producción requerida en el año 2032 y el año 2033.

- A partir del modelo de compresor *booster* seleccionado y los resultados de cargabilidad a la planta, se establece que para el año 2026, se deberá tener instalado como mínimo tres compresores *booster* del modelo seleccionado y a partir del año 2031 se deberá contar con el cuarto compresor *booster* instalado. Adicionalmente, La configuración de los compresores será conforme la demanda, por lo cual el número de compresores en operación no necesariamente será similar a la cantidad de compresores instalados.
- Con relación a las evaluaciones hidráulicas para el nuevo Sistema de Compresión *Booster*, las condiciones de operación de los años 2032 y 2034 determinan la selección de diámetro para las líneas y colector de succión, debido a la reducción significativa de la presión de trabajo mientras se mantienen altos caudales de gas. La selección final ha sido de 14” para las líneas individuales de succión y de 24” para el nuevo colector común. Por otro lado, las condiciones de operación de los años 2030 y 2031 determinan la selección de diámetro para las líneas y colector de descarga de los compresores *booster*, debido a la conjunción de altos caudales de operación, una disminución paulatina de presión, pero, sobre todo, al número de compresores *booster* en operación (sólo dos equipos, lo que aumenta el caudal por compresor). La selección final ha sido de 14” para las líneas individuales de descarga y de 20” para el nuevo colector común de descarga.

## Recomendaciones

Del proyecto se recomienda lo siguiente:

- Los perfiles de producción para el periodo de tiempo analizado fueron obtenidos conforme a la simulación del software de uso libre, que brinda el proveedor, Ariel 7. Por consiguiente, se recomienda realizar el mismo análisis realizado en el presente estudio por medio de uso de un software de simulación más riguroso el cual involucre la posibilidad de evaluar mayores escenarios y realizar una comparativa de resultados con los perfiles de producción lo obtenidos
- Si bien los modelos de compresores reciprocantes evaluados durante el estudio obedecen a mantener un mismo fabricante de los compresores, debido a que desde el punto de vista de operación dicha tecnología es conocida por el personal que opera la planta, se recomienda realizar la evaluación de modelos de compresores reciprocantes de otros fabricantes con similares virtudes y características, con la finalidad de analizar optimización del proceso.
- Los cálculos y evaluaciones realizadas están en base los parámetros y perfiles de operación estimadas en un periodo a futuro, lo cual amerita realizar una reevaluación y análisis de la misma magnitud frecuentemente durante la operación, con la finalidad de mantener actualizado las configuraciones de los compresores y garantizar la satisfacer la demanda de gas.
- Se recomienda realizar un análisis o estudio de flexibilidad de tuberías diseñadas para el Sistema de Compresión *Booster* previo a la adquisición de los equipos.

## Referencias bibliográficas

- Aliaga Manrique, R. A. (2020). Evaluación de un Sistema de Transporte de Gas Natural en la Zona Norte del Perú [Universidad Nacional de Ingeniería].  
<http://hdl.handle.net/20.500.14076/21335>
- American Petroleum Institute, A. (1991). Recommended Practice for Design and Installation of Offshore Production Platform Piping Systems, API 14E (5th ed.). API Standards Department.
- American Petroleum Institute, A. (2007). Reciprocating Compressors for Petroleum, Chemical, and Gas Industry Services - ANSI/API STANDARD 618 (5th ed.). API Standards Department.
- American Petroleum Institute, A. (2014). Sizing, Selection, and Installation of Pressure-relieving Devices. API STD 520 Part I-Sizing and Selection. (9th ed.). API Standards Department.
- American Society of Mechanical Engineers, A. (2022). Gas Transmission and Distribution Piping Systems, ASME B31.8. <http://go.asme.org/B31committee>.
- Ariel Corporation. (n.d.). Base de Datos y Equipos Ariel Corporation. Retrieved August 2, 2024, from <https://es.arielcorp.com/>
- Arnold, K. E. (2007). Facilities and Construction Engineering - Petroleum Engineering Handbook: Vol. Volumen III (Lake, Larry W.). Society of Petroleum Engineers.
- ASME B36.10M. (2004). Welded and Seamless Wrought Steel Pipe (pp. 1–24). The American Society of Mechanical Engineers.
- Baldeón Icochea, R. A., & Arredondo Medina, M. J. (2021). La confiabilidad utilizando la data del oreda en la fase de proyecto para el control del funcionamiento de un compresor centrífugo de una estación de compresión de gas natural [Universidad Nacional de Ingeniería]. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/22866>
- Bloch, H. P. (2006). Compressors and Modern Process Applications.
- Gas Processors Suppliers Association. (1998). Engineering Data Book.

- Gómez Quispe, J. M. (2019). Implementación del sistema automatizado para el control de índice de compresión de gas natural en la planta compresora del proyecto Camisea [Universidad Nacional de Ingeniería]. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/18680>
- Kidnay, A. J., & Parrish, W. R. (2006). Fundamentals of Natural Gas Processing.
- León Castro, R. J. (2014). Estudio de ampliación de un sistema de transporte por ductos de gas natural de 200 MMSCFD de capacidad y 100 KM de longitud. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Liceta Naupari, W. J. (2015). Implementación de una estación de descompresión para el suministro de Gas Natural a través de gasoducto virtual [Universidad Nacional de Ingeniería]. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/13504>
- Manning, F. S., & Thompson, R. E. (1991). Oilfield Processing of Petroleum, Volume One: Natural Gas: Vol. Volume I. PennWell Publishing Company.
- Menon, E. S. (2005). Gas pipeline hydraulics. Taylor & Francis.
- MINEM. (2023). Libro Anual de Recursos de Hidrocarburos 2022. <https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/4601938-libro-de-recursos-de-hidrocarburos-2022>
- Mokhatab, S., Poe, W. A., & Mak, J. Y. (2015). Handbook of natural gas transmission and processing: Principles and Practices (Third Edition). Elsevier.
- Osinermin. (2021). La Industria del Gas Natural en el Perú - Mirando al Bicentenario y Perspectivas Recientes. <https://www.gob.pe/institucion/osinermin/informes-publicaciones/1948898-la-industria-del-gas-natural-en-el-peru-mirando-al-bicentenario-y-perspectivas-recientes>
- Osinermin. (2024). Boletín Estadístico - Procesamiento, Producción, Transporte y Consumo de Gas Natural. <https://www.gob.pe/institucion/osinermin/informes-publicaciones/5253861-boletin-estadistico-de-gas-natural-trimestre-2023-iv>
- Perupetro S.A. (n.d.). Estadística de Producción Diaria de Hidrocarburos en el Perú. Reporte Hidrocarburos. Retrieved August 2, 2024, from <https://www.perupetro.com.pe/wps/portal/corporativo/PerupetroSite/estadisticas/prod>

ucci%C3%B3n%20hidrocarburos/producci%C3%B3n%20diaria/!ut/p/z1/pZHbCoJAE  
IZfpReIWU9rXRaJB9QSPM5NSEgteAizoLfPrW4dg-ZqF75v-  
JkfEHLAtnylczmIri3r8V8gP4aqpTuOrnj2IVixSI93Xjw-toEK2RtgE7NhgNO-  
4utffwKIVE75gc8gBQS8VWV\_ukT3qn9CUXdDtTBMevPa1KjNVsppXwJlByd9Gf2fy0  
gAf2mGAJAuLpOXnemWyGBHlSeBT7skoBkzgG\_SAN8bcG2SpFkm4-  
RMuMJ9AWndUec!/dz/d5/L2dBISevZ0FBIS9nQSEh/

Stewart, M. (2019). Surface Production Operations, Pumps and Compressors: Vol.  
Volume IV. Elsevier.



## Anexos

|   |    |
|---|----|
| Anexo 1 Acta de Sustentación .....  | 1  |
| Anexo 2 Autorización para la publicación en Acceso Abierto en el Repositorio institucional de la UNI..... | 2  |
| Anexo 3 Hoja de Metadatos complementarios .....   | 4  |
| Anexo 4 Constancia de originalidad.....   | 6  |
| Anexo 5 Reporte de análisis de originalidad .....   | 7  |
| Anexo 6. Ubicación Geográfica de Lote 57 .....  | 8  |
| Anexo 7. Esquema de Distribución la Estación de Compresión .....  | 9  |
| Anexo 8. Parámetros de Entrada y Salida de Estación de Compresión U-400.....                              | 10 |
| Anexo 9. Composición del gas – Periodo 2023 al 2042 Estación de Compresión U-400                          | 11 |
| Anexo 10. Diagrama de Flujo Inicial Estación de Compresión U-400.....                                     | 12 |
| Anexo 11. Diagrama de Flujo incluido los Compresores <i>Booster</i> en Estación de Compresión U-400.....  | 13 |
| Anexo 12. Resumen Balance de Masa y Energía del Sistema de Compresión U-400 ....                          | 14 |
| Anexo 13. Balance de Masa y Energía del Sistema de Compresión U-400 por año .....                         | 16 |
| Anexo 14. Esquemas de Configuración de Compresores .....  | 54 |
| Anexo 15. Fichas Técnicas de Compresores .....  | 63 |
| Anexo 16. Procedimiento de Simulación Software Ariel 7.0 .....  | 66 |
| Anexo 17. Hoja de Cálculo de Válvulas de Alivios .....  | 68 |

## **Anexo 1**

### **Acta de sustentación**

## Anexo 2

### Autorización para la publicación en Acceso Abierto en el Repositorio institucional de la UNI

---

#### Datos del autor

Nombre y Apellidos: Piermarco Stefano Contreras Salazar

DNI / Carné de extranjería / Pasaporte No: 71618890

Correo electrónico: pcontrerass@fip.uni.edu.pe

Teléfono: 999906598

---

#### Datos del documento:

Modalidad de sustentación:

- Tesis
- Trabajo de suficiencia profesional
- Tesina

|                                     |
|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/>            |
| <input checked="" type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/>            |

Nombre del grado o título:

Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Petroquímico

*Ejm: para obtener el grado de bachiller en ciencias con mención en física*

Nombre del documento:

Diseño de una Estación de Compresión con Selección de Compresores *Booster* para Abastecimiento de Gas Natural en el Perú

Asesor(es):

Ing. Herbert Jhordy Manrique Olortegui

Facultad:

Facultad de Ingeniería de Petróleo, Gas Natural y Petroquímica

Declaración:

Con la presentación de este documento, el (la) autor (a) confirman la originalidad de la obra y que el contenido redactado es producto de su trabajo. Asimismo, garantiza ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual. También, acepta que los contenidos entregados se pueden leer, descargar,

reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna para su posterior registro en el Repositorio Institucional -UNI.

Por lo tanto, Autorizo a la Universidad Nacional de Ingeniería a publicar la obra en el Repositorio Institucional de la UNI avalado por la Ley N° 30035 que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, su Reglamento (DS N° 006-2015-PCM), así como sus modificatorias, sustitutorias y conexas con el propósito de conservar, preservar y dar acceso abierto a estos recursos.

En consecuencia, la Universidad Nacional de Ingeniería tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna en los medios, canales y plataformas que la Universidad, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los contenidos, e incluirlos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover la investigación y el trabajo colaborativo.

Autorizo que el documento sea puesto a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Firma: \_\_\_\_\_

Nombre: Piermarco Stefano Contreras Salazar

DNI / Carné de extranjería / Pasaporte N°: 71618890

Domicilio: Jr. Mariano Angulo 2870, Mirones Bajos

\_\_/\_\_/\_\_  
Fecha

## Anexo 3

### Hoja de Metadatos complementarios

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Datos de autor</b>          |  |
| Nombres y Apellidos            |  |
| DNI o Pasaporte                |  |
| ORCID                          |  |
| <b>Datos de asesor</b>         |  |
| Nombres y Apellidos            |  |
| DNI o pasaporte                |  |
| ORCID                          |  |
| <b>Presidente del jurado 1</b> |  |
| Nombres y Apellidos            |  |
| DNI                            |  |
| <b>Miembro del Jurado 2</b>    |  |
| Nombres y Apellidos            |  |
| DNI                            |  |
| <b>Miembro del Jurado 3</b>    |  |
| Nombres y Apellidos            |  |
| DNI                            |  |

| Datos de investigación                                 |  |
|--|--|
| Línea de investigación                                 |  |
| Grupo de investigación                                 |  |
| Agencia financiadora                                   |  |
| Ubicación geográfica de la investigación               |  |
| Año o rango de años en que se realizó la investigación |  |
| URL de disciplinas OCDE                                |  |

## **Anexo 4 Constancia de originalidad**

## **Anexo 5 Reporte de análisis de originalidad**

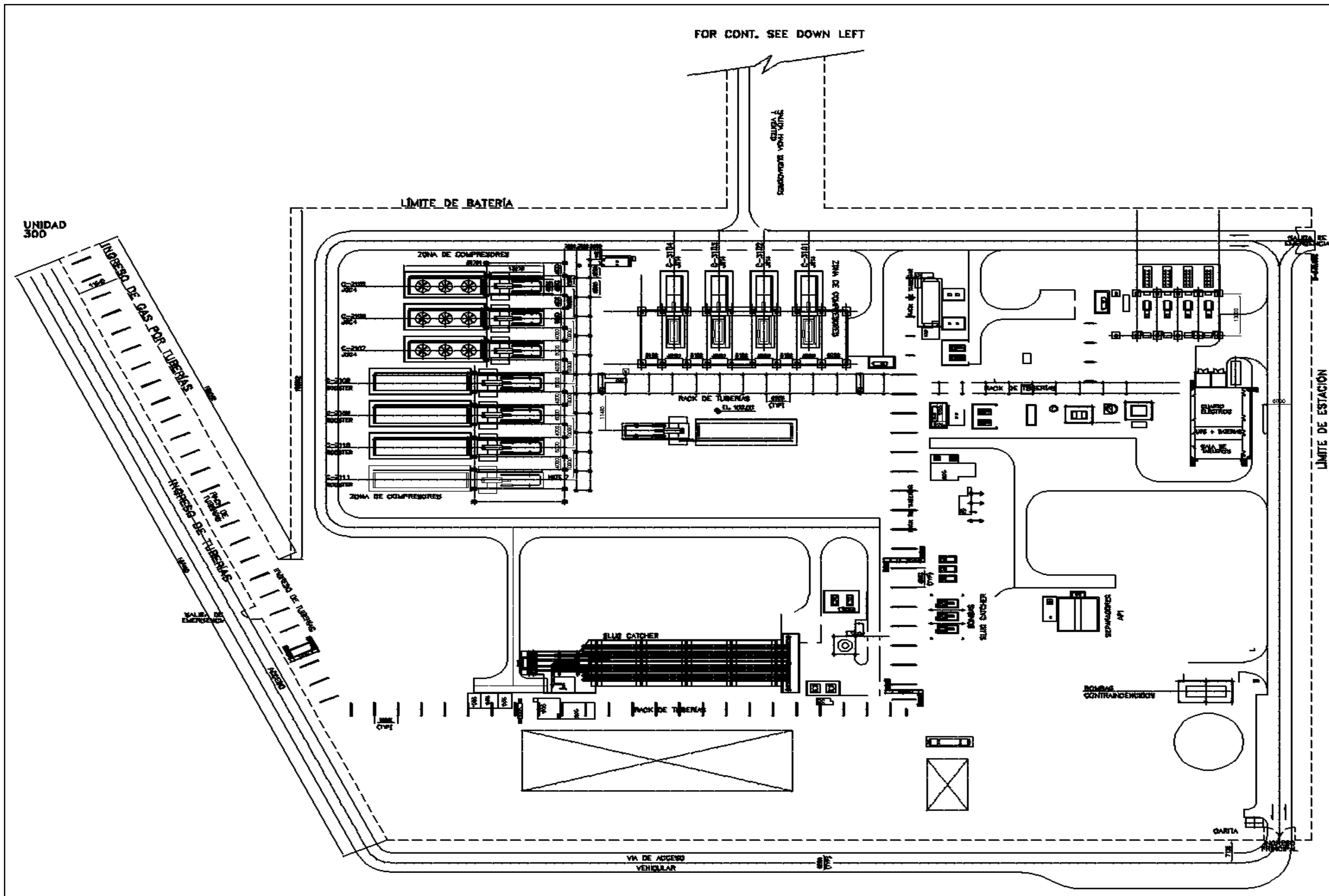


## Anexo 6. Ubicación Geográfica de Lote 57



Fuente: <https://www.perupetro.com.pe/>

## Anexo 7. Esquema de Distribución la Estación de Compresión



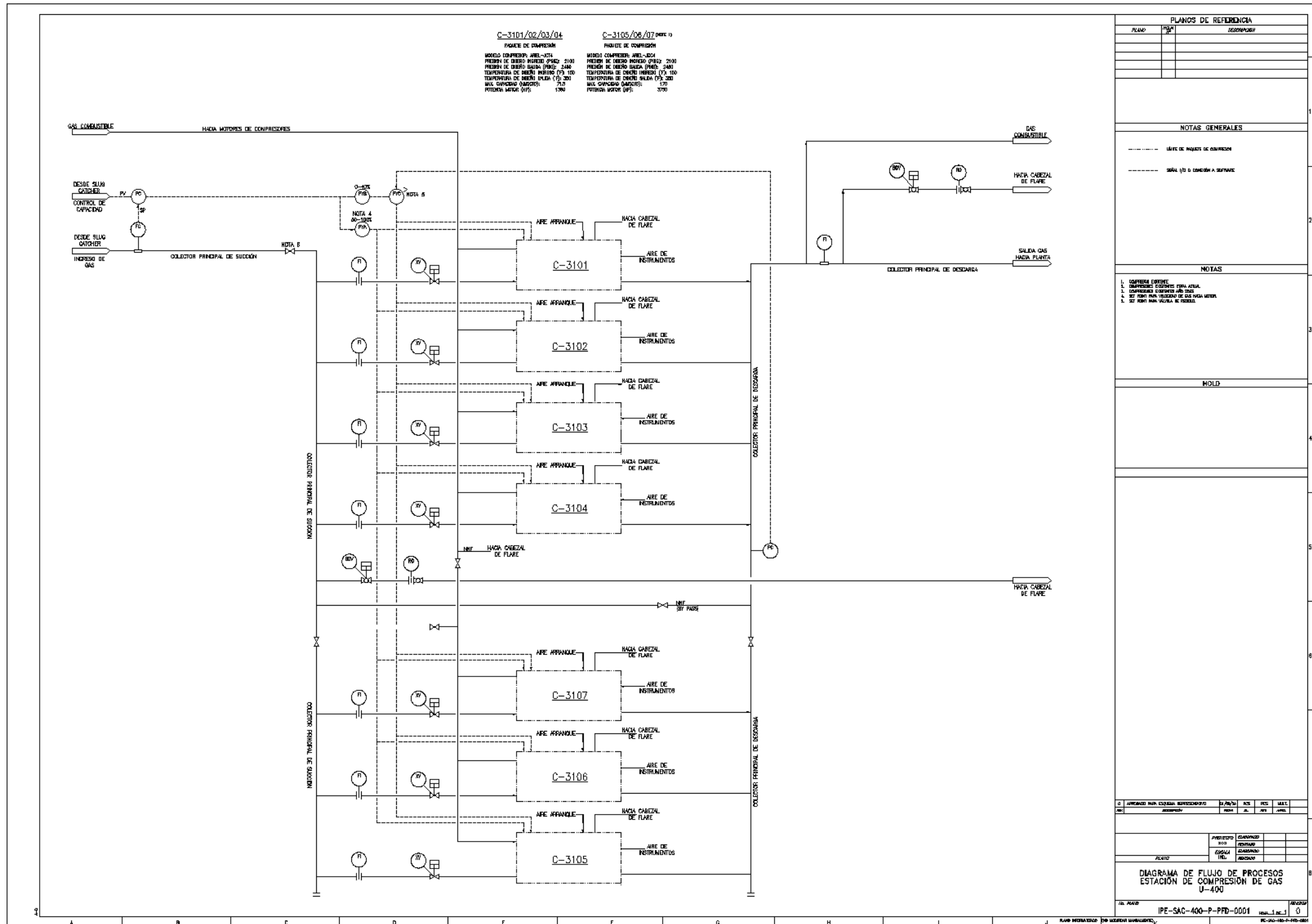
## Anexo 8. Parámetros de Entrada y Salida de Estación de Compresión U-400

| AÑO  | Producción | Flujo de Líquidos | Flujo de Agua | Condiciones Entrada |             | Condiciones de Salida |
|------|------------|-------------------|---------------|---------------------|-------------|-----------------------|
|      | MMscfd     | bpd               | bpd           | Presión             | Temperatura |                       |
|      |            |                   |               | psig                | °F          | psig                  |
| 2023 | 259        | 6134              | 187           | 1100                | 113         | 1914                  |
| 2024 | 265        | 5888              | 212           | 1100                | 113         | 1912                  |
| 2025 | 266        | 5462              | 233           | 1100                | 113         | 1905                  |
| 2026 | 266        | 4954              | 275           | 900                 | 109         | 1947                  |
| 2027 | 266.6      | 4470              | 304           | 700                 | 105         | 1988                  |
| 2028 | 268        | 3974              | 527           | 600                 | 106         | 1981                  |
| 2029 | 268        | 3742              | 646           | 600                 | 107         | 1970                  |
| 2030 | 269        | 3524              | 732           | 600                 | 107         | 1900                  |
| 2031 | 270        | 3305              | 835           | 450                 | 106         | 1848                  |
| 2032 | 270        | 3027              | 949           | 300                 | 102         | 1813                  |
| 2033 | 262        | 2971              | 1034          | 250                 | 86          | 1795                  |
| 2034 | 239        | 2963              | 1150          | 250                 | 75          | 1886                  |
| 2035 | 220        | 2884              | 1223          | 250                 | 70          | 1986                  |
| 2036 | 201        | 2855              | 1412          | 250                 | 70          | 2045                  |
| 2037 | 181        | 2581              | 1421          | 250                 | 75          | 2049                  |
| 2038 | 166        | 2040              | 1090          | 250                 | 80          | 2048                  |
| 2039 | 150        | 1620              | 866           | 250                 | 86          | 2043                  |
| 2040 | 131        | 1338              | 763           | 250                 | 92          | 2049                  |
| 2041 | 110        | 1064              | 617           | 250                 | 95          | 2048                  |
| 2042 | 99         | 737               | 342           | 250                 | 94          | 2048                  |

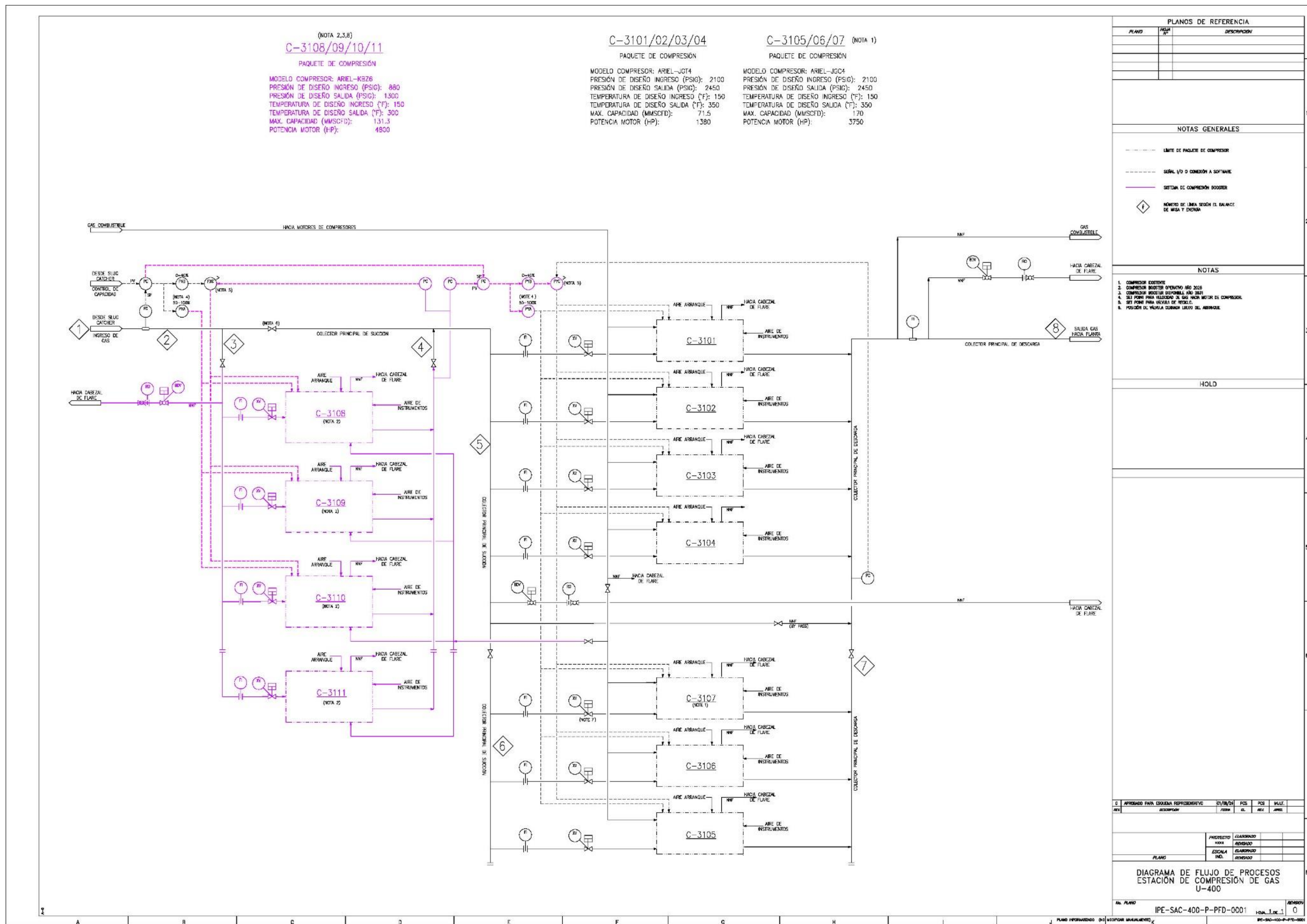
## Anexo 9. Composición del gas – Periodo 2023 al 2042 Estación de Compresión U-400

| AÑO  | COMPONENTE |        |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------|------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|      | N2         | CO2    | C1      | C2     | C3     | iC4    | nC4    | iC5    | nC5    | C6A    | C7A    | C7B    | C7C    | H2O    |
| 2023 | 1.8964     | 0.2284 | 83.0163 | 7.3673 | 3.0482 | 0.4170 | 0.9135 | 0.3574 | 0.3872 | 0.4269 | 0.7447 | 0.3475 | 0.1489 | 0.7002 |
| 2024 | 1.8953     | 0.2282 | 83.0474 | 7.3730 | 3.0464 | 0.4168 | 0.9129 | 0.3572 | 0.3771 | 0.4267 | 0.7145 | 0.3175 | 0.1290 | 0.7579 |
| 2025 | 1.8945     | 0.2281 | 83.1377 | 7.3695 | 3.0351 | 0.4166 | 0.9026 | 0.3472 | 0.3769 | 0.4166 | 0.6645 | 0.2876 | 0.1091 | 0.8140 |
| 2026 | 1.8921     | 0.2278 | 83.1250 | 7.3704 | 3.0314 | 0.4161 | 0.9015 | 0.3467 | 0.3764 | 0.4062 | 0.6241 | 0.2576 | 0.0892 | 0.9356 |
| 2027 | 1.8904     | 0.2276 | 83.1381 | 7.3736 | 3.0286 | 0.4157 | 0.9007 | 0.3464 | 0.3662 | 0.3959 | 0.5839 | 0.2276 | 0.0792 | 1.0260 |
| 2028 | 1.8880     | 0.2262 | 82.7061 | 7.3257 | 2.9991 | 0.4130 | 0.8850 | 0.3343 | 0.3638 | 0.3835 | 0.5408 | 0.2065 | 0.0688 | 1.6593 |
| 2029 | 1.8815     | 0.2254 | 82.4916 | 7.3104 | 2.9986 | 0.4116 | 0.8819 | 0.3332 | 0.3528 | 0.3822 | 0.4998 | 0.1862 | 0.0588 | 1.9861 |
| 2030 | 1.8776     | 0.2249 | 82.3788 | 7.2952 | 2.9826 | 0.4009 | 0.8801 | 0.3325 | 0.3520 | 0.3716 | 0.4694 | 0.1662 | 0.0587 | 2.2094 |
| 2031 | 1.8715     | 0.2242 | 82.1819 | 7.2717 | 2.9730 | 0.3997 | 0.8675 | 0.3314 | 0.3509 | 0.3607 | 0.4386 | 0.1560 | 0.0487 | 2.5241 |
| 2032 | 1.8648     | 0.2234 | 81.9144 | 7.2649 | 2.9720 | 0.3982 | 0.8644 | 0.3205 | 0.3496 | 0.3594 | 0.4079 | 0.1360 | 0.0388 | 2.8856 |
| 2033 | 1.8610     | 0.2229 | 81.7790 | 7.2600 | 2.9660 | 0.3974 | 0.8724 | 0.3199 | 0.3489 | 0.3489 | 0.3877 | 0.1260 | 0.0388 | 3.0710 |
| 2034 | 1.8503     | 0.2217 | 81.3171 | 7.2278 | 2.9586 | 0.4048 | 0.8673 | 0.3180 | 0.3373 | 0.3469 | 0.3662 | 0.1156 | 0.0289 | 3.6395 |
| 2035 | 1.8408     | 0.2205 | 80.9110 | 7.2004 | 2.9530 | 0.4027 | 0.8629 | 0.3164 | 0.3356 | 0.3356 | 0.3547 | 0.1055 | 0.0288 | 4.1321 |
| 2036 | 1.8215     | 0.2182 | 80.0600 | 7.1436 | 2.9315 | 0.3984 | 0.8538 | 0.3131 | 0.3320 | 0.3320 | 0.3320 | 0.1044 | 0.0285 | 5.1310 |
| 2037 | 1.8102     | 0.2168 | 79.5552 | 7.1089 | 2.9227 | 0.3960 | 0.8580 | 0.3111 | 0.3394 | 0.3300 | 0.3206 | 0.0943 | 0.0283 | 5.7085 |
| 2038 | 1.8261     | 0.2187 | 80.2236 | 7.1902 | 2.9579 | 0.3995 | 0.8655 | 0.3234 | 0.3424 | 0.3329 | 0.3234 | 0.0951 | 0.0285 | 4.8730 |
| 2039 | 1.8267     | 0.2200 | 80.6606 | 7.2397 | 2.9839 | 0.4017 | 0.8703 | 0.3252 | 0.3443 | 0.3347 | 0.3156 | 0.0861 | 0.0191 | 4.3722 |
| 2040 | 1.8251     | 0.2198 | 80.5532 | 7.2431 | 2.9909 | 0.4109 | 0.8791 | 0.3249 | 0.3440 | 0.3344 | 0.3153 | 0.0860 | 0.0191 | 4.4541 |
| 2041 | 1.8269     | 0.2200 | 80.6023 | 7.2692 | 3.0129 | 0.4113 | 0.8895 | 0.3252 | 0.3443 | 0.3443 | 0.3156 | 0.0861 | 0.0191 | 4.3332 |
| 2042 | 1.8559     | 0.2235 | 81.8729 | 7.3944 | 3.0608 | 0.4178 | 0.9037 | 0.3304 | 0.3498 | 0.3498 | 0.3109 | 0.0875 | 0.0194 | 2.8233 |

## Anexo 10. Diagrama de Flujo Inicial Estación de Compresión U-400



## Anexo 11. Diagrama de Flujo incluido los Compresores *Booster* en Estación de Compresión U-400





## Anexo 12. Resumen Balance de Masa y Energía del Sistema de Compresión U-400

|      | Presión de<br>entrada a Planta | Temperatura de<br>entrada a Planta | Caudal de entrada a<br>Planta - Gas |         | Caudal de entrada<br>a Planta -<br>Condensado | Caudal de entrada<br>a Planta - Agua | Presión de<br>aspiración de<br>Compresores<br><i>Booster</i> | Presión de<br>descarga de<br>Compresores<br><i>Booster</i> |
|------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------|---|--------------------------------------|--|--|
| AÑO  | psig                           | °F                                 | ACFM                                | sMMscfd | sbpd  | sbpd                                 | psig   | psig   |
| 2023 | 1100                           | 113.0                              | 2126.0                              | 251.8   | 6201  | 187.0                                | -  | -  |
| 2024 | 1100                           | 113.0                              | 2178.7                              | 258.1   | 5892  | 212.0                                | -  | -  |
| 2025 | 1100                           | 113.0                              | 2192.0                              | 259.8   | 5337  | 233.0                                | -  | -  |
| 2026 | 900.0                          | 109.0                              | 2726.1                              | 260.5   | 4888  | 275.0                                | -  | -  |
| 2027 | 700.0                          | 105.0                              | 3589.2                              | 262.2   | 4407  | 304.0                                | 691.2  | 1100   |
| 2028 | 600.0                          | 106.0                              | 4283.8                              | 264.0   | 3867  | 527.0                                | 590.2  | 1060   |
| 2029 | 600.0                          | 107.0                              | 4300.2                              | 264.4   | 3482  | 646.0                                | 590.2  | 1050   |
| 2030 | 600.0                          | 107.0                              | 4320.7                              | 265.7   | 3236  | 732.0                                | 590.2  | 1050   |
| 2031 | 450.0                          | 106.0                              | 5889.9                              | 267.5   | 2786  | 835.0                                | 438.0  | 940.0  |
| 2032 | 300.0                          | 102.0                              | 8902.9                              | 268.9   | 2288  | 949.0                                | 283.2  | 835.0  |
| 2033 | 285.0                          | 85.6                               | 8746.1                              | 259.8   | 2429  | 1034                                 | 268.9  | 815.0  |
| 2034 | 250.0                          | 75.0                               | 8883.3                              | 236.8   | 2175  | 1150                                 | 234.8  | 800.0  |
| 2035 | 250.0                          | 70.0                               | 8082.9                              | 217.9   | 2018  | 1223                                 | 236.6  | 800.0  |
| 2036 | 250.0                          | 70.0                               | 7386.9                              | 199.2   | 1778  | 1412                                 | 238.1  | 840.0  |
| 2037 | 250.0                          | 75.0                               | 6733.1                              | 179.5   | 1455  | 1421                                 | 239.5  | 845.0  |
| 2038 | 250.0                          | 80.0                               | 6247.9                              | 164.8   | 1263  | 1090                                 | 240.6  | 842.0  |
| 2039 | 250.0                          | 86.0                               | 5727.7                              | 149.1   | 976.2   | 866.0                                | 241.6  | 840.0  |
| 2040 | 250.0                          | 92.0                               | 5071.5                              | 130.4   | 789.1   | 763.0                                | 242.6  | 843.0  |
| 2041 | 250.0                          | 95.0                               | 4287.2                              | 109.5   | 639.5   | 617.0                                | 243.5  | 840.0  |
| 2042 | 250.0                          | 94.0                               | 3850.2                              | 98.6    | 569.3   | 342.0                                | 243.9  | 841.0  |

|      | Caudal de Salida | Caudal de Salida - Condensado | Caudal de Salida - agua | Contenido de agua de Salida |
|------|------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| AÑO  | sMMscfd          | sbpd                          | sbpd                    | lb/MMscf                    |
| 2023 | 249.5            | 5448                          | 198.6                   | 60.13                       |
| 2024 | 256.0            | 5030                          | 223.9                   | 60.21                       |
| 2025 | 257.8            | 4385                          | 244.8                   | 60.34                       |
| 2026 | 258.2            | 3662                          | 289.4                   | 59.38                       |
| 2027 | 258.7            | 3024                          | 324.3                   | 58.61                       |
| 2028 | 260.3            | 2575                          | 554.8                   | 58.75                       |
| 2029 | 260.8            | 2141                          | 674.3                   | 58.84                       |
| 2030 | 262.1            | 2053                          | 759.8                   | 59.76                       |
| 2031 | 262.6            | 1857                          | 867.9                   | 60.97                       |
| 2032 | 262.2            | 1536                          | 987.6                   | 61.97                       |
| 2033 | 254.1            | 1386                          | 1064                    | 61.22                       |
| 2034 | 232.0            | 795.1                         | 1165                    | 58.91                       |
| 2035 | 213.5            | 384.6                         | 1230                    | 56.99                       |
| 2036 | 195.6            | 156.1                         | 1419                    | 55.62                       |
| 2037 | 176.0            | 59.4                          | 1434                    | 55.53                       |
| 2038 | 161.4            | 48.3                          | 1108                    | 56.16                       |
| 2039 | 145.9            | -                             | 888.9                   | 56.62                       |
| 2040 | 127.2            | -                             | 783.0                   | 56.60                       |
| 2041 | 106.6            | -                             | 633.9                   | 56.24                       |
| 2042 | 95.9             | -                             | 357.0                   | 56.70                       |



### Anexo 13. Balance de Masa y Energía del Sistema de Compresión U-400 por año

| Año 2023                      |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|-------------------------------|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Numero de corriente PFD       |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente         |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| <b>Propiedades Generales</b>  |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Fracción Vapor                |             | 0.9672           | 1.0000             | -                      | -                       | 0.9999                | 0.9999                | 0.9998                       | 0.9670           |
| Temperatura                   | °F          | 113.0            | 112.2              | -                      | -                       | 112.0                 | 111.3                 | 119.5                        | 115.6            |
| Presión                       | psig        | 1100.0           | 1093.7             | -                      | -                       | 1092.2                | 1092.4                | 1929.4                       | 1914.0           |
| Flujo molar                   | MMSCFD      | 260.8            | 249.9              | -                      | -                       | 136.1                 | 113.8                 | 249.9                        | 258.5            |
| Flujo másico                  | lb/h        | 601417.4         | 531857.5           | -                      | -                       | 289678.1              | 242179.4              | 531731.6                     | 596351.1         |
| Flujo volumétrico estándar    | sbpd        | 46181659.1       | 44277779.7         | -                      | -                       | 24116051.4            | 20161728.3            | 44273945.3                   | 45766526.0       |
| Entalpía másica               | Btu/lb      | -1688.6          | -1740.5            | -                      | -                       | -1740.7               | -1741.2               | -1760.4                      | -1707.5          |
| Peso molecular                |             | 21.00            | 19.38              | -                      | -                       | 19.38                 | 19.38                 | 19.38                        | 21.01            |
| Densidad másica               | lb/ft3      | 4.658            | 4.190              | -                      | -                       | 4.188                 | 4.197                 | 7.723                        | 8.631            |
| Heat Flow                     | Btu/h       | -                | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
|                               |             | 1015525335.6     | 925721498.1        |                        |                         | 504240519.9           | 421678735.5           | 936045377.0                  | 1018245870.5     |
| <b>Propiedades del vapor</b>  |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo de gas actual           | ACFM        | 2126.0           | 2115.4             | -                      | -                       | 1152.9                | 961.7                 | 1147.5                       | 1128.4           |
| Flujo de gas a cond. estándar | MMSCFD      | 251.8            | 249.5              | -                      | -                       | 135.9                 | 113.6                 | 249.4                        | 249.5            |
| Peso molecular                |             | 19.38            | 19.38              | -                      | -                       | 19.38                 | 19.38                 | 19.38                        | 19.79            |
| Flujo másico                  | lb/h        | 536960.5         | 531815.7           | -                      | -                       | 289632.3              | 242101.3              | 531629.0                     | 543033.6         |
| Densidad másica               | lb/ft3      | 4.209            | 4.190              | -                      | -                       | 4.187                 | 4.196                 | 7.722                        | 8.021            |
| Viscosidad Cinemática         | cSt         | 0.2123           | 0.2128             | -                      | -                       | 0.2129                | 0.2123                | 0.1423                       | 0.1390           |
| Viscosidad Dinámica           | cP          | 0.0143           | 0.0143             | -                      | -                       | 0.0143                | 0.0143                | 0.0176                       | 0.0179           |
| Conductividad térmica         | Btu/h-ft-°F | 0.0240           | 0.0239             | -                      | -                       | 0.0239                | 0.0239                | 0.0295                       | 0.0296           |
| Capacidad calorífica másica   | Btu/lb-°F   | 0.6464           | 0.6458             | -                      | -                       | 0.6458                | 0.6462                | 0.7436                       | 0.7514           |
| Factor Z                      |             | 0.8352           | 0.8352             | -                      | -                       | 0.8351                | 0.8343                | 0.7848                       | 0.7706           |
| Cp/Cv                         |             | 1.548            | 1.548              | -                      | -                       | 1.548                 | 1.550                 | 1.729                        | 1.755            |
| Heat Flow                     | Btu/h       | -                | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
|                               |             | 934345179.6      | 925644344.5        |                        |                         | 504157916.0           | 421529355.2           | 935349293.9                  | 944638906.4      |
| Punto de rocío - HC           | °F          | 113.0            | 112.2              | -                      | -                       | 111.9                 | 111.2                 | -7.8                         | 115.6            |

| Año 2023                                  |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|---|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Numero de corriente PFD                   |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente                     |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Contenido de Agua                         | lb/MMSCF    | 78.33            | 77.03              | -                      | -                       | 76.51                 | 75.05                 | 66.01                        | 60.13            |
| Punto de rocío - Agua                     | °F          | 113.0            | 112.2              | -                      | -                       | 111.9                 | 111.2                 | 119.5                        | 115.6            |
| <b>Propiedades Hidrocarburos Líquidos</b> |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                  | bpd         | 6500.6           | 3.765              | -                      | -                       | 4.170                 | 6.958                 | -                            | 5754.2           |
| Flujo volumétrico estándar                | sbpd        | 6200.6           | 3.593              | -                      | -                       | 3.981                 | 6.645                 | -                            | 5448.0           |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 40.56            | 40.55              | -                      | -                       | 40.53                 | 40.48                 | -                            | 37.42            |
| Viscosidad cinemática                     | cSt         | 0.4193           | 0.4190             | -                      | -                       | 0.4184                | 0.4168                | -                            | 0.3500           |
| Viscosidad Dinámica                       | cP          | 0.2724           | 0.2722             | -                      | -                       | 0.2717                | 0.2702                | -                            | 0.2098           |
| Conductividad térmica                     | Btu/h-ft-°F | 0.0526           | 0.0526             | -                      | -                       | 0.0526                | 0.0526                | -                            | 0.0494           |
| Capacidad calorífica másica               | Btu/lb-°F   | 0.5064           | 0.5064             | -                      | -                       | 0.5065                | 0.5068                | -                            | 0.5275           |
| RVP a 37.8°C                              | psig        | 227.4            | 227.3              | -                      | -                       | 227.5                 | 229.0                 | -                            | 418.9            |
| TVP a 37.8°C                              | psig        | 1053.9           | 1050.3             | -                      | -                       | 1049.8                | 1052.3                | -                            | 1831.0           |
| <b>Propiedades Agua</b>                   |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                  | bpd         | 190.8            | 0.4158             | -                      | -                       | 0.4315                | 0.8368                | 7.074                        | 202.5            |
| Flujo volumétrico estándar                | sbpd        | 187.0            | 0.4076             | -                      | -                       | 0.4231                | 0.8207                | 6.926                        | 198.6            |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 62.09            | 62.11              | -                      | -                       | 62.12                 | 62.13                 | 62.03                        | 62.13            |
| Viscosidad cinemática                     | cSt         | 0.5971           | 0.6015             | -                      | -                       | 0.6031                | 0.6071                | 0.5607                       | 0.5813           |
| Viscosidad Dinámica                       | cP          | 0.5939           | 0.5984             | -                      | -                       | 0.6001                | 0.6043                | 0.5571                       | 0.5785           |
| Conductividad térmica                     | Btu/h-ft-°F | 0.3684           | 0.3681             | -                      | -                       | 0.3680                | 0.3677                | 0.3708                       | 0.3694           |
| Capacidad calorífica másica               | Btu/lb-°F   | 1.029            | 1.029              | -                      | -                       | 1.029                 | 1.029                 | 1.028                        | 1.027            |

| Año 2024                            |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|-------------------------------------|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD             |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente               |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| <b><u>Propiedades Generales</u></b> |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Fracción Vapor                      |             | 0.9685           | 1.0000             | -                      | -                       | 0.9999                | 0.9999                | 0.9998                       | 0.9690           |
| Temperatura                         | °F          | 113.0            | 112.3              | -                      | -                       | 112.0                 | 111.3                 | 119.5                        | 115.7            |
| Presión                             | psig        | 1100.0           | 1093.6             | -                      | -                       | 1092.0                | 1092.3                | 1928.1                       | 1912.0           |
| Flujo molar                         | MMSCFD      | 267.0            | 256.2              | -                      | -                       | 144.1                 | 112.2                 | 256.2                        | 264.6            |
| Flujo másico                        | lb/h        | 612466.6         | 545640.0           | -                      | -                       | 306802.6              | 238837.3              | 545508.8                     | 607279.9         |
| Flujo volumétrico estándar          | sbpd        | 47280623.1       | 45391301.8         | -                      | -                       | 25522637.5            | 19868664.3            | 45387338.6                   | 46856095.2       |
| Entalpía másica                     | Btu/lb      | -1695.8          | -1739.7            | -                      | -                       | -1739.9               | -1740.4               | -1759.6                      | -1714.8          |
| Peso molecular                      |             | 20.89            | 19.39              | -                      | -                       | 19.39                 | 19.39                 | 19.39                        | 20.90            |
| Densidad másica                     | lb/ft3      | 4.632            | 4.194              | -                      | -                       | 4.191                 | 4.201                 | 7.727                        | 8.578            |
| Heat Flow                           | Btu/h       | -                | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
|                                     |             | 1038590364.4     | 949266230.8        |                        |                         | 533797977.6           | 415666040.5           | 959850080.3                  | 1041374645.8     |
| <b><u>Propiedades del vapor</u></b> |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo de gas actual                 | ACFM        | 2178.7           | 2168.1             | -                      | -                       | 1220.1                | 947.5                 | 1176.6                       | 1158.4           |
| Flujo de gas a cond. estándar       | MMSCFD      | 258.1            | 255.7              | -                      | -                       | 143.8                 | 111.9                 | 255.7                        | 256.0            |
| Peso molecular                      |             | 19.40            | 19.39              | -                      | -                       | 19.39                 | 19.39                 | 19.39                        | 19.80            |
| Flujo másico                        | lb/h        | 550863.2         | 545596.4           | -                      | -                       | 306752.7              | 238758.2              | 545403.6                     | 557567.7         |
| Densidad másica                     | lb/ft3      | 4.214            | 4.194              | -                      | -                       | 4.190                 | 4.200                 | 7.726                        | 8.022            |
| Viscosidad Cinemática               | cSt         | 0.2121           | 0.2127             | -                      | -                       | 0.2127                | 0.2122                | 0.1422                       | 0.1390           |
| Viscosidad Dinámica                 | cP          | 0.0143           | 0.0143             | -                      | -                       | 0.0143                | 0.0143                | 0.0176                       | 0.0179           |
| Conductividad térmica               | Btu/h-ft-°F | 0.0240           | 0.0239             | -                      | -                       | 0.0239                | 0.0239                | 0.0295                       | 0.0296           |
| Capacidad calorífica másica         | Btu/lb-°F   | 0.6465           | 0.6459             | -                      | -                       | 0.6459                | 0.6463                | 0.7437                       | 0.7515           |
| Factor Z                            |             | 0.8349           | 0.8349             | -                      | -                       | 0.8348                | 0.8341                | 0.7845                       | 0.7702           |
| Cp/Cv                               |             | 1.548            | 1.548              | -                      | -                       | 1.548                 | 1.550                 | 1.729                        | 1.755            |
| Heat Flow                           | Btu/h       | -                | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
|                                     |             | 958091812.2      | 949187059.0        |                        |                         | 533709618.4           | 415516513.4           | 959137300.6                  | 969414672.6      |
| Punto de rocío - HC                 | °F          | 113.0            | 94.2               | -                      | -                       | 112.0                 | 111.3                 | -7.660                       | 115.7            |
| Contenido de Agua                   | lb/MMSCF    | 78.33            | 77.05              | -                      | -                       | 76.53                 | 75.06                 | 66.07                        | 60.21            |
| Punto de rocío - Agua               | °F          | 113.0            | 112.2              | -                      | -                       | 112.0                 | 111.3                 | 119.5                        | 115.6            |

| Año 2024   |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|--|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD                          |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente                            |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| <b><u>Propiedades Hidrocarburos Líquidos</u></b> |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                         | bpd         | 6178.6           | 3.961              | -                      | -                       | 4.593                 | 7.112                 | -                            | 5314.28          |
| Flujo volumétrico estándar                       | sbpd        | 5892.0           | 3.779              | -                      | -                       | 4.384                 | 6.791                 | -                            | 5029.74          |
| Densidad másica                                  | lb/ft3      | 40.45            | 40.44              | -                      | -                       | 40.42                 | 40.36                 | -                            | 37.32            |
| Viscosidad cinemática                            | cSt         | 0.4153           | 0.4150             | -                      | -                       | 0.4144                | 0.4128                | -                            | 0.3474           |
| Viscosidad Dinámica                              | cP          | 0.2690           | 0.2688             | -                      | -                       | 0.2683                | 0.2669                | -                            | 0.2077           |
| Conductividad térmica                            | Btu/h-ft-°F | 0.0526           | 0.0526             | -                      | -                       | 0.0526                | 0.0526                | -                            | 0.0494           |
| Capacidad calorífica másica                      | Btu/lb-°F   | 0.5076           | 0.5075             | -                      | -                       | 0.5076                | 0.5080                | -                            | 0.5286           |
| RVP a 37.8°C                                     | psig        | 228.6            | 228.4              | -                      | -                       | 228.7                 | 230.2                 | -                            | 420.4            |
| TVP a 37.8°C                                     | psig        | 1053.9           | 1050.2             | -                      | -                       | 1049.6                | 1052.2                | -                            | 1829.0           |
| <b><u>Propiedades Agua</u></b>                   |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                         | bpd         | 216.4            | 0.4179             | -                      | -                       | 0.4495                | 0.8246                | 7.243                        | 228.3            |
| Flujo volumétrico estándar                       | sbpd        | 212.0            | 0.4097             | -                      | -                       | 0.4407                | 0.8087                | 7.092                        | 223.9            |
| Densidad másica                                  | lb/ft3      | 62.09            | 62.11              | -                      | -                       | 62.12                 | 62.13                 | 62.03                        | 62.13            |
| Viscosidad cinemática                            | cSt         | 0.5971           | 0.6014             | -                      | -                       | 0.6031                | 0.6071                | 0.5606                       | 0.5812           |
| Viscosidad Dinámica                              | cP          | 0.5939           | 0.5984             | -                      | -                       | 0.6000                | 0.6043                | 0.5570                       | 0.5784           |
| Conductividad térmica                            | Btu/h-ft-°F | 0.3684           | 0.3681             | -                      | -                       | 0.3680                | 0.3677                | 0.3708                       | 0.3694           |
| Capacidad calorífica másica                      | Btu/lb-°F   | 1.029            | 1.029              | -                      | -                       | 1.029                 | 1.029                 | 1.028                        | 1.027            |

| Año 2025                            |    |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|-------------------------------------|----|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD             |    | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente               |    | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| <b><u>Propiedades Generales</u></b> |    |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Fracción Vapor                      |    | 0.9704           | 1.0000             | -                      | -                       | 0.9999                | 0.9999                | 0.9998                       | 0.9717           |
| Temperatura                         | °F | 113.0            | 112.3              | -                      | -                       | 112.0                 | 111.3                 | 119.5                        | 115.7            |

| Año 2025                                  |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|---|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD                   |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente                     |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Presión                                   | psig        | 1100.0           | 1093.6             | -                      | -                       | 1092.0                | 1092.2                | 1921.3                       | 1904.9           |
| Flujo molar                               | MMSCFD      | 268.2            | 257.9              | -                      | -                       | 144.1                 | 113.8                 | 257.8                        | 265.8            |
| Flujo másico                              | lb/h        | 610840.5         | 549319.0           | -                      | -                       | 306953.6              | 242365.4              | 549184.5                     | 605666.1         |
| Flujo volumétrico estándar                | sbpd        | 47488146.5       | 45680953.7         | -                      | -                       | 25526027.7            | 20154926.0            | 45676912.1                   | 47064992.9       |
| Entalpía másica                           | Btu/lb      | -1704.6          | -1739.4            | -                      | -                       | -1739.5               | -1740.0               | -1759.1                      | -1723.8          |
| Peso molecular                            |             | 20.74            | 19.40              | -                      | -                       | 19.40                 | 19.40                 | 19.40                        | 20.75            |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 4.597            | 4.197              | -                      | -                       | 4.193                 | 4.203                 | 7.702                        | 8.481            |
| Heat Flow                                 | Btu/h       | -                | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
|   |             | 1041261795.0     | 955483019.1        |                        |                         | 533957659.1           | 421723333.4           | 966048233.9                  | 1044051724.7     |
| <b>Propiedades del vapor</b>              |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo de gas actual                       | ACFM        | 2192.0           | 2181.6             | -                      | -                       | 1220.0                | 961.0                 | 1188.3                       | 1171.3           |
| Flujo de gas a cond. estándar             | MMSCFD      | 259.8            | 257.4              | -                      | -                       | 143.8                 | 113.5                 | 257.3                        | 257.8            |
| Peso molecular                            |             | 19.40            | 19.40              | -                      | -                       | 19.40                 | 19.40                 | 19.40                        | 19.80            |
| Flujo másico                              | lb/h        | 554527.7         | 549274.4           | -                      | -                       | 306902.7              | 242284.0              | 549080.0                     | 561610.6         |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 4.216            | 4.196              | -                      | -                       | 4.193                 | 4.202                 | 7.701                        | 7.992            |
| Viscosidad Cinemática                     | cSt         | 0.2120           | 0.2126             | -                      | -                       | 0.2127                | 0.2121                | 0.1425                       | 0.1393           |
| Viscosidad Dinámica                       | cP          | 0.0143           | 0.0143             | -                      | -                       | 0.0143                | 0.0143                | 0.0176                       | 0.0178           |
| Conductividad térmica                     | Btu/h-ft-°F | 0.0240           | 0.0239             | -                      | -                       | 0.0239                | 0.0239                | 0.0295                       | 0.0295           |
| Capacidad calorífica másica               | Btu/lb-°F   | 0.6465           | 0.6460             | -                      | -                       | 0.6459                | 0.6464                | 0.7432                       | 0.7509           |
| Factor Z                                  |             | 0.8348           | 0.8348             | -                      | -                       | 0.8347                | 0.8339                | 0.7846                       | 0.7704           |
| Cp/Cv                                     |             | 1.548            | 1.548              | -                      | -                       | 1.549                 | 1.550                 | 1.729                        | 1.754            |
| Heat Flow                                 | Btu/h       | -                | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
|   |             | 964281220.3      | 955402687.6        |                        |                         | 533868493.7           | 421571171.2           | 965339242.1                  | 976336439.0      |
| Punto de rocío - HC                       | °F          | 113.0            | 112.2              | -                      | -                       | 112.0                 | 111.3                 | -7.996                       | 115.7            |
| Contenido de Agua                         | lb/MMSCF    | 78.33            | 77.05              | -                      | -                       | 76.53                 | 75.08                 | 66.19                        | 60.34            |
| Punto de rocío - Agua                     | °F          | 113.0            | 112.2              | -                      | -                       | 111.9                 | 111.3                 | 119.5                        | 115.7            |
| <b>Propiedades Hidrocarburos Líquidos</b> |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                  | bpd         | 5597.3           | 4.084              | -                      | -                       | 4.707                 | 7.360                 | -                            | 4634.2           |
| Flujo volumétrico estándar                | sbpd        | 5336.8           | 3.896              | -                      | -                       | 4.492                 | 7.026                 | -                            | 4385.4           |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 40.37            | 40.36              | -                      | -                       | 40.34                 | 40.29                 | -                            | 37.29            |

| Año 2025                    |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|-----------------------------|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD     |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente       |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Viscosidad cinématica       | cSt         | 0.4125           | 0.4122             | -                      | -                       | 0.4116                | 0.4100                | -                            | 0.3464           |
| Viscosidad Dinámica         | cP          | 0.2667           | 0.2664             | -                      | -                       | 0.2660                | 0.2646                | -                            | 0.2069           |
| Conductividad térmica       | Btu/h-ft-°F | 0.0526           | 0.0526             | -                      | -                       | 0.0526                | 0.0526                | -                            | 0.0494           |
| Capacidad calorífica másica | Btu/lb-°F   | 0.5084           | 0.5083             | -                      | -                       | 0.5084                | 0.5087                | -                            | 0.5290           |
| RVP a 37.8°C                | psig        | 229.4            | 229.2              | -                      | -                       | 229.4                 | 230.9                 | -                            | 419.6            |
| TVP a 37.8°C                | psig        | 1053.9           | 1050.2             | -                      | -                       | 1049.6                | 1052.2                | -                            | 1822.1           |
| <b>Propiedades Agua</b>     |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual    | bpd         | 237.8            | 0.4182             | -                      | -                       | 0.4472                | 0.8281                | 7.205                        | 249.7            |
| Flujo volumétrico estándar  | sbpd        | 233.0            | 0.4099             | -                      | -                       | 0.4385                | 0.8122                | 7.055                        | 244.8            |
| Densidad másica             | lb/ft3      | 62.09            | 62.11              | -                      | -                       | 62.12                 | 62.13                 | 62.03                        | 62.13            |
| Viscosidad cinemática       | cSt         | 0.5971           | 0.6014             | -                      | -                       | 0.6031                | 0.6071                | 0.5606                       | 0.5811           |
| Viscosidad Dinámica         | cP          | 0.5939           | 0.5984             | -                      | -                       | 0.6000                | 0.6042                | 0.5570                       | 0.5783           |
| Conductividad térmica       | Btu/h-ft-°F | 0.3684           | 0.3681             | -                      | -                       | 0.3680                | 0.3677                | 0.3708                       | 0.3694           |
| Capacidad calorífica másica | Btu/lb-°F   | 1.029            | 1.029              | -                      | -                       | 1.029                 | 1.029                 | 1.028                        | 1.027            |

| Año 2026                     |        |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|------------------------------|--------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD      |        | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente        |        | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| <b>Propiedades Generales</b> |        |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Fracción Vapor               |        | 0.9718           | 1.0000             | -                      | -                       | 1.0000                | 0.9999                | 0.9997                       | 0.9738           |
| Temperatura                  | °F     | 109.0            | 108.2              | -                      | -                       | 108.0                 | 107.5                 | 119.3                        | 115.5            |
| Presión                      | psig   | 900.0            | 893.1              | -                      | -                       | 892.0                 | 890.6                 | 1960.6                       | 1947.0           |
| Flujo molar                  | MMSCFD | 268.5            | 258.1              | -                      | -                       | 96.07                 | 162.0                 | 258.1                        | 265.6            |
| Flujo másico                 | lb/h   | 607949.1         | 548632.7           | -                      | -                       | 204221.6              | 344411.2              | 548521.6                     | 601763.0         |
| Flujo volumétrico estándar   | sbpd   | 47548236.2       | 45719657.5         | -                      | -                       | 17018561.9            | 28701095.6            | 45716185.5                   | 47038512.2       |
| Entalpía másica              | Btu/lb | -1711.9          | -1737.6            | -                      | -                       | -1737.8               | -1738.1               | -1762.7                      | -1735.9          |

| Año 2026                                  |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|---|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD                   |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente                     |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Peso molecular                            |             | 20.62            | 19.36              | -                      | -                       | 19.36                 | 19.36                 | 19.36                        | 20.63            |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 3.688            | 3.369              | -                      | -                       | 3.367                 | 3.366                 | 7.854                        | 8.651            |
| Heat Flow                                 | Btu/h       | 1040756149.6     | 953324212.8        | -                      | -                       | 354890039.8           | 598607883.0           | 966895840.6                  | 1044570564.1     |
| <b>Propiedades del vapor</b>              |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo de gas actual                       | ACFM        | 2726.1           | 2713.8             | -                      | -                       | 1010.8                | 1705.1                | 1164.0                       | 1143.2           |
| Flujo de gas a cond. estándar             | MMSCFD      | 260.5            | 257.6              | -                      | -                       | 95.9                  | 161.7                 | 257.5                        | 258.2            |
| Peso molecular                            |             | 19.36            | 19.36              | -                      | -                       | 19.36                 | 19.36                 | 19.36                        | 19.85            |
| Flujo másico                              | lb/h        | 554847.1         | 548596.0           | -                      | -                       | 204195.8              | 344327.5              | 548376.1                     | 563950.6         |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 3.392            | 3.369              | -                      | -                       | 3.367                 | 3.366                 | 7.852                        | 8.222            |
| Viscosidad Cinemática                     | cSt         | 0.2513           | 0.2524             | -                      | -                       | 0.2525                | 0.2524                | 0.1410                       | 0.1373           |
| Viscosidad Dinámica                       | cP          | 0.0137           | 0.0136             | -                      | -                       | 0.0136                | 0.0136                | 0.0177                       | 0.0181           |
| Conductividad térmica                     | Btu/h-ft-°F | 0.0229           | 0.0228             | -                      | -                       | 0.0228                | 0.0228                | 0.0298                       | 0.0299           |
| Capacidad calorífica másica               | Btu/lb-°F   | 0.6183           | 0.6176             | -                      | -                       | 0.6175                | 0.6175                | 0.7467                       | 0.7557           |
| Factor Z                                  |             | 0.8556           | 0.8559             | -                      | -                       | 0.8558                | 0.8555                | 0.7838                       | 0.7675           |
| Cp/Cv                                     |             | 1.495            | 1.494              | -                      | -                       | 1.494                 | 1.495                 | 1.735                        | 1.764            |
| Heat Flow                                 | Btu/h       | 963900724.7      | 953252266.8        | -                      | -                       | 354839528.0           | 598441860.6           | 965909311.8                  | 979581701.7      |
| Punto de rocío - HC                       | °F          | 109.0            | 108.2              | -                      | -                       | 108.0                 | 107.5                 | -5.899                       | 115.5            |
| Contenido de Agua                         | lb/MMSCF    | 80.97            | 79.71              | -                      | -                       | 79.21                 | 78.18                 | 65.07                        | 59.38            |
| Punto de rocío - Agua                     | °F          | 109.0            | 108.2              | -                      | -                       | 108.0                 | 107.5                 | 119.3                        | 115.5            |
| <b>Propiedades Hidrocarburos Líquidos</b> |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                  | bpd         | 5100.1           | 3.194              | -                      | -                       | 2.245                 | 7.246                 | -                            | 3870.3           |
| Flujo volumétrico estándar                | sbpd        | 4887.8           | 3.063              | -                      | -                       | 2.153                 | 6.952                 | -                            | 3662.0           |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 41.09            | 41.08              | -                      | -                       | 41.06                 | 41.02                 | -                            | 37.02            |
| Viscosidad cinemática                     | cSt         | 0.4327           | 0.4323             | -                      | -                       | 0.4317                | 0.4303                | -                            | 0.3409           |
| Viscosidad Dinámica                       | cP          | 0.2848           | 0.2845             | -                      | -                       | 0.2840                | 0.2828                | -                            | 0.2022           |
| Conductividad térmica                     | Btu/h-ft-°F | 0.0537           | 0.0537             | -                      | -                       | 0.0537                | 0.0537                | -                            | 0.0492           |
| Capacidad calorífica másica               | Btu/lb-°F   | 0.5023           | 0.5022             | -                      | -                       | 0.5023                | 0.5025                | -                            | 0.5309           |
| RVP a 37.8°C                              | psig        | 188.3            | 187.8              | -                      | -                       | 188.0                 | 188.6                 | -                            | 432.8            |

| Año 2026                    |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|-----------------------------|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD     |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente       |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| TVP a 37.8°C                | psig        | 872.6            | 868.0              | -                      | -                       | 867.7                 | 867.8                 | -                            | 1864.2           |
| <b>Propiedades Agua</b>     |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual    | bpd         | 280.3            | 0.4162             | -                      | -                       | 0.2920                | 0.9723                | 10.02                        | 295.1            |
| Flujo volumétrico estándar  | sbpd        | 275.0            | 0.4085             | -                      | -                       | 0.2866                | 0.9547                | 9.816                        | 289.4            |
| Densidad másica             | lb/ft3      | 62.17            | 62.19              | -                      | -                       | 62.19                 | 62.21                 | 62.04                        | 62.14            |
| Viscosidad cinemática       | cSt         | 0.6210           | 0.6257             | -                      | -                       | 0.6272                | 0.6304                | 0.5618                       | 0.5821           |
| Viscosidad Dinámica         | cP          | 0.6184           | 0.6232             | -                      | -                       | 0.6249                | 0.6281                | 0.5583                       | 0.5795           |
| Conductividad térmica       | Btu/h-ft-°F | 0.3669           | 0.3666             | -                      | -                       | 0.3665                | 0.3663                | 0.3707                       | 0.3693           |
| Capacidad calorífica másica | Btu/lb-°F   | 1.029            | 1.029              | -                      | -                       | 1.029                 | 1.029                 | 1.027                        | 1.027            |

| Año 2027                     |        |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|------------------------------|--------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD      |        | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente        |        | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| <b>Propiedades Generales</b> |        |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Fracción Vapor               |        | 0.9739           | 1.0000             | 1.0000                 | 1.0000                  | 1.0000                | 1.0000                | 0.9995                       | 0.9759           |
| Temperatura                  | °F     | 105.0            | 104.2              | 104.0                  | 120.0                   | 119.9                 | 119.3                 | 119.1                        | 115.4            |
| Presión                      | psig   | 700.0            | 692.2              | 691.2                  | 1100.0                  | 1099.9                | 1098.3                | 2001.1                       | 1988.0           |
| Flujo molar                  | MMSCFD | 269.8            | 258.6              | 258.6                  | 258.5                   | 63.77                 | 194.8                 | 258.5                        | 265.6            |
| Flujo másico                 | lb/h   | 607504.7         | 549138.2           | 549138.2               | 549086.6                | 135420.2              | 413666.4              | 549086.6                     | 598614.4         |
| Flujo volumétrico estándar   | sbpd   | 47772288.2       | 45804824.7         | 45804824.7             | 45803129.5              | 11296340.2            | 34506789.3            | 45803129.5                   | 47033331.5       |
| Entalpía másica              | Btu/lb | -1716.8          | -1734.6            | -1734.7                | -1738.6                 | -1738.7               | -1739.0               | -1765.6                      | -1746.0          |
| Peso molecular               |        | 20.51            | 19.34              | 19.34                  | 19.34                   | 19.34                 | 19.34                 | 19.34                        | 20.53            |
| Densidad másica              | lb/ft3 | 2.806            | 2.565              | 2.562                  | 4.110                   | 4.111                 | 4.111                 | 8.023                        | 8.812            |
| Heat Flow                    | Btu/h  | -                | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
|                              |        | 1042991353.8     | 952536191.9        | 952588013.2399         | 954667755.8810          | 235454607.2           | 719374980.7           | 969449345.5                  | 1045195397.4     |
| <b>Propiedades del vapor</b> |        |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |



| Año 2027                                  |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|---|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD                   |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente                     |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Flujo de gas actual                       | ACFM        | 3589.2           | 3568.4             | 3572.3                 | 2226.6                  | 549.1                 | 1677.1                | 1140.5                       | 1118.4           |
| Flujo de gas a cond. estándar             | MMSCFD      | 262.2            | 258.1              | 258.1                  | 258.1                   | 63.6                  | 194.4                 | 257.9                        | 258.7            |
| Peso molecular                            |             | 19.34            | 19.34              | 19.34                  | 19.34                   | 19.34                 | 19.34                 | 19.34                        | 19.90            |
| Flujo másico                              | lb/h        | 558081.9         | 549108.9           | 549087.7               | 549086.6                | 135420.2              | 413666.4              | 548850.1                     | 566253.3         |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 2.592            | 2.565              | 2.562                  | 4.110                   | 4.111                 | 4.111                 | 8.020                        | 8.439            |
| Viscosidad Cinemática                     | cSt         | 0.3145           | 0.3171             | 0.3173                 | 0.2182                  | 0.2182                | 0.2180                | 0.1394                       | 0.1356           |
| Viscosidad Dinámica                       | cP          | 0.0131           | 0.0130             | 0.0130                 | 0.0144                  | 0.0144                | 0.0144                | 0.0179                       | 0.0183           |
| Conductividad térmica                     | Btu/h-ft-°F | 0.0218           | 0.0218             | 0.0217                 | 0.0242                  | 0.0242                | 0.0242                | 0.0301                       | 0.0302           |
| Capacidad calorífica másica               | Btu/lb-°F   | 0.5896           | 0.5886             | 0.5885                 | 0.6427                  | 0.6427                | 0.6428                | 0.7503                       | 0.7598           |
| Factor Z                                  |             | 0.8804           | 0.8810             | 0.8810                 | 0.8432                  | 0.8432                | 0.8427                | 0.7827                       | 0.7651           |
| Cp/Cv                                     |             | 1.439            | 1.438              | 1.438                  | 1.530                   | 1.530                 | 1.531                 | 1.741                        | 1.772            |
| Heat Flow                                 | Btu/h       | -                | -                  | -952477701.1           | -954667755.9            | -                     | -                     | -                            | -                |
| Punto de rocío - HC                       | °F          | 967871228.4      | 952472471.5        | 104.0                  | 88.96                   | 235454607.2           | 719374980.7           | 967845440.4                  | 982996930.9      |
| Contenido de Agua                         | lb/MMSCF    | 105.0            | 104.2              | 104.0                  | 85.94                   | 89.0                  | 89.1                  | -3.386                       | 115.4            |
| Punto de rocío - Agua                     | °F          | 87.57            | 86.35              | 85.94                  | 85.94                   | 85.94                 | 85.94                 | 64.05                        | 58.61            |
|   |             | 105.0            | 104.2              | 104.0                  | 116.4                   | 116.4                 | 116.3                 | 119.1                        | 115.3            |
| <b>Propiedades Hidrocarburos Líquidos</b> |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                  | bpd         | 4573.6           | 2.373              | 4.088                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 3195.8           |
| Flujo volumétrico estándar                | sbpd        | 4406.9           | 2.288              | 3.942                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 3024.1           |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 41.98            | 41.98              | 41.96                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 36.86            |
| Viscosidad cinemática                     | cSt         | 0.4606           | 0.4602             | 0.4596                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.3380           |
| Viscosidad Dinámica                       | cP          | 0.3097           | 0.3095             | 0.3090                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.1996           |
| Conductividad térmica                     | Btu/h-ft-°F | 0.0550           | 0.0551             | 0.0551                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.0491           |
| Capacidad calorífica másica               | Btu/lb-°F   | 0.4943           | 0.4941             | 0.4942                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.5320           |
| RVP a 37.8°C                              | psig        | 145.2            | 144.3              | 144.4                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 443.9            |
| TVP a 37.8°C                              | psig        | 687.5            | 681.8              | 681.225                | -                       | -                     | -                     | -                            | 1904.5           |
| <b>Propiedades Agua</b>                   |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                  | bpd         | 309.4            | 0.4102             | 0.7120                 | -                       | -                     | -                     | 16.29                        | 330.6            |

| Año 2027                    |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|-----------------------------|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD     |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente       |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Flujo volumétrico estándar  | sbpd        | 304.0            | 0.4032             | 0.6998                 | -                       | -                     | -                     | 15.959                       | 324.3            |
| Densidad másica             | lb/ft3      | 62.25            | 62.27              | 62.27                  | -                       | -                     | -                     | 62.05                        | 62.15            |
| Viscosidad cinemática       | cSt         | 0.6465           | 0.6517             | 0.6530                 | -                       | -                     | -                     | 0.5628                       | 0.5827           |
| Viscosidad Dinámica         | cP          | 0.6446           | 0.6500             | 0.6514                 | -                       | -                     | -                     | 0.5594                       | 0.5801           |
| Conductividad térmica       | Btu/h-ft-°F | 0.3653           | 0.3650             | 0.3649                 | -                       | -                     | -                     | 0.3706                       | 0.3693           |
| Capacidad calorífica másica | Btu/lb-°F   | 1.029            | 1.029              | 1.029                  | -                       | -                     | -                     | 1.027                        | 1.027            |

| Año 2028                      |        |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|-------------------------------|--------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD       |        | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente         |        | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| <b>Propiedades Generales</b>  |        |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Fración Vapor                 |        | 0.9707           | 1.0000             | 1.0000                 | 0.9999                  | 0.9999                | 0.9999                | 0.9993                       | 0.9719           |
| Temperatura                   | °F     | 106.0            | 105.1              | 104.9                  | 120.0                   | 119.9                 | 119.3                 | 119.1                        | 115.4            |
| Presión                       | psig   | 600.0            | 591.5              | 590.2                  | 1060.0                  | 1059.8                | 1056.6                | 1994.3                       | 1981.0           |
| Flujo molar                   | MMSCFD | 272.5            | 260.3              | 260.3                  | 260.3                   | 61.86                 | 198.5                 | 260.3                        | 268.3            |
| Flujo másico                  | lb/h   | 610170.4         | 553475.2           | 553475.2               | 553421.5                | 131514.5              | 421907.0              | 553375.2                     | 601176.8         |
| Flujo volumétrico estándar    | sbpd   | 48261540.1       | 46119160.4         | 46119160.4             | 46117328.8              | 10959273.2            | 35158055.6            | 46113187.1                   | 47514477.4       |
| Entalpía másica               | Btu/lb | -1745.8          | -1730.3            | -1730.4                | -1737.2                 | -1737.3               | -1737.6               | -1765.1                      | -1779.2          |
| Peso molecular                |        | 20.39            | 19.36              | 19.36                  | 19.36                   | 19.36                 | 19.36                 | 19.36                        | 20.41            |
| Densidad másica               | lb/ft3 | 2.364            | 2.159              | 2.155                  | 3.948                   | 3.949                 | 3.942                 | 8.010                        | 8.769            |
| Heat Flow                     | Btu/h  | -                | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
|                               |        | 1065262699.2     | 957683896.4        | 957737694.0159         | 961421553.3260          | 228477882.5           | 733105308.1           | 976765094.0                  | 1069613313.3     |
| <b>Propiedades del vapor</b>  |        |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo de gas actual           | ACFM   | 4283.8           | 4272.2             | 4279.6                 | 2336.0                  | 555.1                 | 1783.6                | 1151.4                       | 1129.8           |
| Flujo de gas a cond. estándar | MMSCFD | 264.0            | 259.8              | 259.8                  | 259.8                   | 61.7                  | 198.1                 | 259.6                        | 260.3            |
| Peso molecular                |        | 19.36            | 19.36              | 19.36                  | 19.36                   | 19.36                 | 19.36                 | 19.36                        | 19.89            |

| Año 2028   |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|--|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD                          |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente                            |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Flujo másico                                     | lb/h        | 562458.1         | 553444.7           | 553422.5               | 553389.1                | 131506.3              | 421869.1              | 553029.6                     | 569469.3         |
| Densidad másica                                  | lb/ft3      | 2.188            | 2.159              | 2.155                  | 3.948                   | 3.948                 | 3.942                 | 8.005                        | 8.401            |
| Viscosidad Cinemática                            | cSt         | 0.3661           | 0.3701             | 0.3706                 | 0.2253                  | 0.2253                | 0.2254                | 0.1395                       | 0.1359           |
| Viscosidad Dinámica                              | cP          | 0.0128           | 0.0128             | 0.0128                 | 0.0142                  | 0.0142                | 0.0142                | 0.0179                       | 0.0183           |
| Conductividad térmica                            | Btu/h-ft-°F | 0.0214           | 0.0214             | 0.0213                 | 0.0240                  | 0.0240                | 0.0240                | 0.0300                       | 0.0302           |
| Capacidad calorífica másica                      | Btu/lb-°F   | 0.5752           | 0.5741             | 0.5739                 | 0.6371                  | 0.6372                | 0.6370                | 0.7500                       | 0.7590           |
| Factor Z   |             | 0.8961           | 0.8968             | 0.8969                 | 0.8472                  | 0.8471                | 0.8468                | 0.7823                       | 0.7656           |
| Cp/Cv  |             | 1.408            | 1.406              | 1.406                  | 1.519                   | 1.519                 | 1.519                 | 1.741                        | 1.770            |
| Heat Flow  | Btu/h       | -                | -                  | -957614640.3           | -961201478.9            | -                     | -                     | -                            | -                |
| Punto de rocío - HC                              | °F          | 973056904.4      | 957613044.5        | 106.0                  | 91.21                   | 228422006.7           | 732848140.3           | 974421271.9                  | 988626271.3      |
| Contenido de Agua                                | lb/MMSCF    | 106.0            | 105.1              | 104.9                  | 91.22                   | 91.22                 | 91.39                 | -3.551                       | 115.4            |
| Punto de rocío - Agua                            | °F          | 102.0            | 100.6              | 100.2                  | 97.18                   | 96.97                 | 95.59                 | 64.15                        | 58.75            |
|  |             | 106.0            | 105.1              | 104.9                  | 120.0                   | 119.9                 | 119.3                 | 119.1                        | 115.4            |
| <b><u>Propiedades Hidrocarburos Líquidos</u></b> |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                         | bpd         | 4011.1           | 2.350              | 4.068                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 2721.1           |
| Flujo volumétrico estándar                       | sbpd        | 3867.4           | 2.267              | 3.925                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 2574.8           |
| Densidad másica                                  | lb/ft3      | 42.52            | 42.53              | 42.51                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 36.89            |
| Viscosidad cinemática                            | cSt         | 0.4828           | 0.4836             | 0.4831                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.3387           |
| Viscosidad Dinámica                              | cP          | 0.3289           | 0.3294             | 0.3290                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.2002           |
| Conductividad térmica                            | Btu/h-ft-°F | 0.0559           | 0.0560             | 0.0560                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.0491           |
| Capacidad calorífica másica                      | Btu/lb-°F   | 0.4900           | 0.4898             | 0.4899                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.5317           |
| RVP a 37.8°C                                     | psig        | 120.2            | 119.1              | 119.1                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 441.8            |
| TVP a 37.8°C                                     | psig        | 587.0            | 580.4              | 579.7                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 1897.6           |
| <b><u>Propiedades Agua</u></b>                   |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                         | bpd         | 536.8            | 0.4842             | 0.8423                 | 2.241                   | 0.5688                | 2.617                 | 23.81                        | 565.5            |
| Flujo volumétrico estándar                       | sbpd        | 527.0            | 0.4756             | 0.8274                 | 2.189                   | 0.5558                | 2.558                 | 23.32                        | 554.8            |
| Densidad másica                                  | lb/ft3      | 62.21            | 62.23              | 62.23                  | 61.90                   | 61.90                 | 61.92                 | 62.05                        | 62.15            |
| Viscosidad cinemática                            | cSt         | 0.6401           | 0.6457             | 0.6472                 | 0.5593                  | 0.5598                | 0.5629                | 0.5629                       | 0.5826           |

| Año 2028                    |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|-----------------------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD     | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente       | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Viscosidad Dinámica         | cP               | 0.6379             | 0.6437                 | 0.6452                  | 0.5546                | 0.5551                | 0.5583                       | 0.5595           |
| Conductividad térmica       | Btu/h-ft-°F      | 0.3657             | 0.3653                 | 0.3652                  | 0.3709                | 0.3709                | 0.3707                       | 0.3706           |
| Capacidad calorífica másica | Btu/lb-°F        | 1.030              | 1.030                  | 1.030                   | 1.030                 | 1.029                 | 1.029                        | 1.027            |

| Año 2029                      |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|-------------------------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD       | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente         | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| <b>Propiedades Generales</b>  |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Fracción Vapor                |                  | 0.9690             | 1.0000                 | 1.0000                  | 0.9999                | 0.9999                | 0.9999                       | 0.9993           |
| Temperatura                   | °F               | 107.0              | 106.1                  | 105.9                   | 120.0                 | 119.9                 | 119.3                        | 119.1            |
| Presión                       | psig             | 600.0              | 591.5                  | 590.2                   | 1050.0                | 1049.8                | 1046.6                       | 1984.1           |
| Flujo molar                   | MMSCFD           | 273.4              | 260.7                  | 260.7                   | 260.7                 | 61.87                 | 198.9                        | 260.7            |
| Flujo másico                  | lb/h             | 609410.7           | 554920.4               | 554920.4                | 554863.3              | 131655.3              | 423208.0                     | 554792.6         |
| Flujo volumétrico estándar    | sbpd             | 48423725.6         | 46191370.1             | 46191370.1              | 46189428.6            | 10959604.2            | 35229824.4                   | 46183100.9       |
| Entalpía másica               | Btu/lb           | -1764.0            | -1728.8                | -1728.9                 | -1736.0               | -1736.1               | -1736.4                      | -1763.8          |
| Peso molecular                |                  | 20.30              | 19.38                  | 19.38                   | 19.38                 | 19.38                 | 19.38                        | 19.38            |
| Densidad másica               | lb/ft3           | 2.353              | 2.157                  | 2.153                   | 3.913                 | 3.913                 | 3.907                        | 7.980            |
| Heat Flow                     | Btu/h            | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
|                               |                  | 1074998527.3       | 959342795.7            | 959398709.8593          | 963254386.8693        | 228563024.3           | 734853004.2                  | 978539233.8      |
| <b>Propiedades del vapor</b>  |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo de gas actual           | ACFM             | 4300.2             | 4288.5                 | 4295.9                  | 2363.5                | 560.8                 | 1805.6                       | 1158.6           |
| Flujo de gas a cond. estándar | MMSCFD           | 264.4              | 260.2                  | 260.2                   | 260.2                 | 61.7                  | 198.5                        | 260.0            |
| Peso molecular                |                  | 19.38              | 19.38                  | 19.38                   | 19.38                 | 19.38                 | 19.38                        | 19.38            |
| Flujo másico                  | lb/h             | 563934.0           | 554888.0               | 554864.2                | 554806.5              | 131641.3              | 423151.4                     | 554441.0         |
| Densidad másica               | lb/ft3           | 2.186              | 2.157                  | 2.153                   | 3.912                 | 3.912                 | 3.906                        | 7.976            |
| Viscosidad Cinemática         | cSt              | 0.3670             | 0.3710                 | 0.3715                  | 0.2269                | 0.2269                | 0.2270                       | 0.1398           |
| Viscosidad Dinámica           | cP               | 0.0129             | 0.0128                 | 0.0128                  | 0.0142                | 0.0142                | 0.0142                       | 0.0179           |

| Año 2029                                  |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|---|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD                   |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente                     |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Conductividad térmica                     | Btu/h-ft-°F | 0.0215           | 0.0214             | 0.0214                 | 0.0240                  | 0.0240                | 0.0239                | 0.0300                       | 0.0301           |
| Capacidad calorífica másica               | Btu/lb-°F   | 0.5752           | 0.5740             | 0.5739                 | 0.6358                  | 0.6358                | 0.6357                | 0.7494                       | 0.7584           |
| Factor Z                                  |             | 0.8965           | 0.8972             | 0.8973                 | 0.8479                  | 0.8478                | 0.8475                | 0.7821                       | 0.7656           |
| Cp/Cv                                     |             | 1.406            | 1.405              | 1.405                  | 1.516                   | 1.516                 | 1.517                 | 1.740                        | 1.769            |
| Heat Flow                                 | Btu/h       | -                | -                  | -959268428.3           | -962869210.4            | -                     | -                     | -                            | -                |
| Punto de rocío - HC                       | °F          | 974750407.1      | 959267817.1        |                        |                         | 228468166.6           | 734469170.4           | 976155181.6                  | 990726095.3      |
| Contenido de Agua                         | °F          | 107.0            | 106.1              | 105.9                  | 92.95                   | 92.96                 | 93.12                 | -3.924                       | 115.3            |
| Punto de rocío - Agua                     | lb/MMSCF    | 105.0            | 103.6              | 103.1                  | 97.84                   | 97.65                 | 96.25                 | 64.31                        | 58.84            |
|   | °F          | 107.0            | 106.1              | 105.9                  | 120.0                   | 119.9                 | 119.3                 | 119.0                        | 115.3            |
| <b>Propiedades Hidrocarburos Líquidos</b> |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                  | bpd         | 3613.9           | 2.511              | 4.350                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 2262.6           |
| Flujo volumétrico estándar                | sbpd        | 3481.6           | 2.421              | 4.195                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 2140.7           |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 42.47            | 42.47              | 42.46                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 36.89            |
| Viscosidad cinemática                     | cSt         | 0.4796           | 0.4804             | 0.4799                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.3384           |
| Viscosidad Dinámica                       | cP          | 0.3262           | 0.3268             | 0.3263                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.1999           |
| Conductividad térmica                     | Btu/h-ft-°F | 0.0559           | 0.0559             | 0.0559                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.0491           |
| Capacidad calorífica másica               | Btu/lb-°F   | 0.4910           | 0.4907             | 0.4908                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.5319           |
| RVP a 37.8°C                              | psig        | 119.8            | 118.7              | 118.7                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 440.3            |
| TVP a 37.8°C                              | psig        | 584.9            | 578.4              | 577.6                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 1887.7           |
| <b>Propiedades Agua</b>                   |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                  | bpd         | 658.2            | 0.5108             | 0.8888                 | 3.921                   | 0.9657                | 3.906                 | 24.22                        | 687.4            |
| Flujo volumétrico estándar                | sbpd        | 646.0            | 0.5015             | 0.8727                 | 3.831                   | 0.9435                | 3.818                 | 23.72                        | 674.3            |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 62.18            | 62.20              | 62.21                  | 61.90                   | 61.90                 | 61.92                 | 62.05                        | 62.15            |
| Viscosidad cinemática                     | cSt         | 0.6338           | 0.6394             | 0.6408                 | 0.5594                  | 0.5598                | 0.5630                | 0.5629                       | 0.5828           |
| Viscosidad Dinámica                       | cP          | 0.6313           | 0.6371             | 0.6386                 | 0.5546                  | 0.5551                | 0.5583                | 0.5595                       | 0.5802           |
| Conductividad térmica                     | Btu/h-ft-°F | 0.3661           | 0.3657             | 0.3656                 | 0.3709                  | 0.3709                | 0.3707                | 0.3706                       | 0.3693           |
| Capacidad calorífica másica               | Btu/lb-°F   | 1.030            | 1.030              | 1.030                  | 1.030                   | 1.030                 | 1.029                 | 1.027                        | 1.027            |

| Año 2030                      |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|-------------------------------|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD       |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente         |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| <b>Propiedades Generales</b>  |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Fracción Vapor                |             | 0.9677           | 1.0000             | 1.0000                 | 0.9999                  | 0.9999                | 0.9999                | 0.9993                       | 0.9691           |
| Temperatura                   | °F          | 107.0            | 106.1              | 105.9                  | 120.0                   | 119.9                 | 119.3                 | 119.0                        | 115.3            |
| Presión                       | psig        | 600.0            | 591.4              | 590.2                  | 1050.0                  | 1049.8                | 1046.6                | 1914.1                       | 1900.0           |
| Flujo molar                   | MMSCFD      | 275.1            | 262.1              | 262.1                  | 262.1                   | 63.88                 | 198.2                 | 262.1                        | 271.0            |
| Flujo másico                  | lb/h        | 610832.4         | 557840.3           | 557840.3               | 557783.9                | 135941.2              | 421842.7              | 557712.9                     | 602027.4         |
| Flujo volumétrico estándar    | sbpd        | 48716432.6       | 46435057.4         | 46435057.4             | 46433126.7              | 11316527.4            | 35116599.2            | 46426768.1                   | 47985808.1       |
| Entalpía másica               | Btu/lb      | -1777.6          | -1728.8            | -1728.9                | -1736.1                 | -1736.1               | -1736.4               | -1762.1                      | -1810.4          |
| Peso molecular                |             | 20.22            | 19.38              | 19.38                  | 19.38                   | 19.38                 | 19.38                 | 19.38                        | 20.23            |
| Densidad másica               | lb/ft3      | 2.348            | 2.156              | 2.153                  | 3.913                   | 3.913                 | 3.907                 | 7.680                        | 8.345            |
| Heat Flow                     | Btu/h       | -1085836350.8    | -964414080.4       | -964469994.6618        | -968348127.6767         | -236009272.6          | -732500493.6          | -982740001.6                 | -1089898401.1    |
| <b>Propiedades del vapor</b>  |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo de gas actual           | ACFM        | 4320.7           | 4311.4             | 4318.9                 | 2376.0                  | 579.1                 | 1799.7                | 1210.2                       | 1190.9           |
| Flujo de gas a cond. estándar | MMSCFD      | 265.7            | 261.6              | 261.6                  | 261.6                   | 63.75                 | 197.8                 | 261.4                        | 262.1            |
| Peso molecular                |             | 19.38            | 19.38              | 19.38                  | 19.38                   | 19.38                 | 19.38                 | 19.38                        | 19.83            |
| Flujo másico                  | lb/h        | 566610.6         | 557808.3           | 557784.9               | 557726.8                | 135926.8              | 421786.2              | 557372.0                     | 571894.5         |
| Densidad másica               | lb/ft3      | 2.186            | 2.156              | 2.152                  | 3.912                   | 3.912                 | 3.906                 | 7.676                        | 8.004            |
| Viscosidad Cinemática         | cSt         | 0.3671           | 0.3711             | 0.3715                 | 0.2269                  | 0.2269                | 0.2270                | 0.1426                       | 0.1391           |
| Viscosidad Dinámica           | cP          | 0.0129           | 0.0128             | 0.0128                 | 0.0142                  | 0.0142                | 0.0142                | 0.0175                       | 0.0178           |
| Conductividad térmica         | Btu/h-ft-°F | 0.0215           | 0.0214             | 0.0214                 | 0.0240                  | 0.0240                | 0.0239                | 0.0294                       | 0.0295           |
| Capacidad calorífica másica   | Btu/lb-°F   | 0.5752           | 0.5740             | 0.5739                 | 0.6359                  | 0.6359                | 0.6357                | 0.7435                       | 0.7517           |
| Factor Z                      |             | 0.8965           | 0.8973             | 0.8973                 | 0.8479                  | 0.8478                | 0.8475                | 0.7842                       | 0.7690           |
| Cp/Cv                         |             | 1.406            | 1.405              | 1.405                  | 1.516                   | 1.516                 | 1.517                 | 1.730                        | 1.757            |
| Heat Flow                     | Btu/h       | -979402083.2     | -964339394.4       | -964340227.1           | -967960515.4            | -235911323.3          | -732117414.9          | -980428099.0                 | -993340487.2     |
| Punto de rocío - HC           | °F          | 107.0            | 106.1              | 105.9                  | 92.94                   | 92.95                 | 93.11                 | -8.564                       | 115.2            |
| Contenido de Agua             | lb/MMSCF    | 105.0            | 103.6              | 103.1                  | 97.84                   | 97.65                 | 96.24                 | 65.46                        | 59.76            |
| Punto de rocío - Agua         | °F          | 107.0            | 106.1              | 105.9                  | 120.0                   | 119.9                 | 119.3                 | 119.0                        | 115.2            |

| Año 2030   |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|--|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD                          |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente                            |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| <b><u>Propiedades Hidrocarburos Líquidos</u></b> |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                         | bpd         | 3358.9           | 2.468              | 4.277                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 2169.9           |
| Flujo volumétrico estándar                       | sbpd        | 3236.0           | 2.380              | 4.124                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 2053.4           |
| Densidad másica                                  | lb/ft3      | 42.47            | 42.47              | 42.46                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 37.18            |
| Viscosidad cinemática                            | cSt         | 0.4803           | 0.4810             | 0.4805                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.3442           |
| Viscosidad Dinámica                              | cP          | 0.3268           | 0.3273             | 0.3268                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.2050           |
| Conductividad térmica                            | Btu/h-ft-°F | 0.0559           | 0.0559             | 0.0559                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.0493           |
| Capacidad calorífica másica                      | Btu/lb-°F   | 0.4910           | 0.4907             | 0.4908                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.5300           |
| RVP a 37.8°C                                     | psig        | 119.7            | 118.6              | 118.6                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 421.9            |
| TVP a 37.8°C                                     | psig        | 584.9            | 578.3              | 577.6                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 1819.3           |
| <b><u>Propiedades Agua</u></b>                   |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                         | bpd         | 745.9            | 0.5121             | 0.8908                 | 3.946                   | 0.9972                | 3.899                 | 23.49                        | 774.6            |
| Flujo volumétrico estándar                       | sbpd        | 732.0            | 0.5027             | 0.8747                 | 3.856                   | 0.9743                | 3.810                 | 23.00                        | 759.8            |
| Densidad másica                                  | lb/ft3      | 62.18            | 62.20              | 62.21                  | 61.90                   | 61.90                 | 61.92                 | 62.04                        | 62.14            |
| Viscosidad cinemática                            | cSt         | 0.6338           | 0.6394             | 0.6408                 | 0.5594                  | 0.5598                | 0.5630                | 0.5632                       | 0.5835           |
| Viscosidad Dinámica                              | cP          | 0.6313           | 0.6371             | 0.6386                 | 0.5546                  | 0.5550                | 0.5583                | 0.5597                       | 0.5807           |
| Conductividad térmica                            | Btu/h-ft-°F | 0.3661           | 0.3657             | 0.3656                 | 0.3709                  | 0.3709                | 0.3707                | 0.3706                       | 0.3692           |
| Capacidad calorífica másica                      | Btu/lb-°F   | 1.030            | 1.030              | 1.030                  | 1.030                   | 1.030                 | 1.029                 | 1.028                        | 1.027            |

| Año 2031                                  |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|---|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD                   | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente                     | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| <b>Propiedades Generales</b>              |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Fracción Vapor                            |                  | 0.9674             | 1.0000                 | 1.0000                  | 0.9995                | 0.9995                | 0.9995                       | 0.9673           |
| Temperatura                               | °F               | 106.0              | 105.0                  | 104.7                   | 120.0                 | 119.9                 | 119.3                        | 115.5            |
| Presión                                   | psig             | 450.0              | 439.8                  | 438.0                   | 940.0                 | 939.6                 | 937.8                        | 1862.5           |
| Flujo molar                               | MMSCFD           | 277.0              | 263.1                  | 263.1                   | 263.1                 | 83.84                 | 179.25                       | 263.0            |
| Flujo másico                              | lb/h             | 612714.8           | 560685.7               | 560685.7                | 560632.9              | 178653.9              | 381979.0                     | 560379.7         |
| Flujo volumétrico estándar                | sbpd             | 49056418.5         | 46607257.7             | 46607257.7              | 46605393.0            | 14851490.9            | 31753902.1                   | 46582730.4       |
| Entalpía másica                           | Btu/lb           | -1790.6            | -1724.5                | -1724.6                 | -1733.2               | -1733.2               | -1733.6                      | -1759.9          |
| Peso molecular                            |                  | 20.14              | 19.41                  | 19.41                   | 19.41                 | 19.41                 | 19.41                        | 20.16            |
| Densidad másica                           | lb/ft3           | 1.730              | 1.581                  | 1.576                   | 3.465                 | 3.464                 | 3.463                        | 7.472            |
| Heat Flow                                 | Btu/h            | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
|   |                  | 1097106368.8       | 966911953.0            | 966965421.2410          | 971695357.0379        | 309651644.1           | 662205323.1                  | 986235539.2      |
| <b>Propiedades del vapor</b>              |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo de gas actual                       | ACFM             | 5889.9             | 5909.9                 | 5931.2                  | 2696.6                | 859.5                 | 1838.3                       | 1249.8           |
| Flujo de gas a cond. estándar             | MMSCFD           | 267.5              | 262.6                  | 262.6                   | 262.5                 | 83.64                 | 178.8                        | 262.3            |
| Peso molecular                            |                  | 19.41              | 19.41                  | 19.41                   | 19.41                 | 19.41                 | 19.41                        | 19.80            |
| Flujo másico                              | lb/h             | 571106.5           | 560655.9               | 560633.5                | 560394.2              | 178577.2              | 381802.7                     | 559960.6         |
| Densidad másica                           | lb/ft3           | 1.616              | 1.581                  | 1.575                   | 3.464                 | 3.463                 | 3.462                        | 7.467            |
| Viscosidad Cinemática                     | cSt              | 0.4833             | 0.4925                 | 0.4939                  | 0.2506                | 0.2507                | 0.2505                       | 0.1447           |
| Viscosidad Dinámica                       | cP               | 0.0125             | 0.0125                 | 0.0125                  | 0.0139                | 0.0139                | 0.0139                       | 0.0173           |
| Conductividad térmica                     | Btu/h-ft-°F      | 0.0208             | 0.0207                 | 0.0207                  | 0.0234                | 0.0234                | 0.0234                       | 0.0290           |
| Capacidad calorífica másica               | Btu/lb-°F        | 0.5550             | 0.5536                 | 0.5534                  | 0.6206                | 0.6206                | 0.6205                       | 0.7389           |
| Factor Z                                  |                  | 0.9194             | 0.9206                 | 0.9208                  | 0.8600                | 0.8599                | 0.8596                       | 0.7855           |
| Cp/Cv                                     |                  | 1.365              | 1.363                  | 1.363                   | 1.485                 | 1.485                 | 1.486                        | 1.721            |
| Heat Flow                                 | Btu/h            | -                  | -                      | -966835151.0            | -970076313.5          | -                     | -                            | -                |
|   |                  | 984729097.3        | 966837894.4            |                         |                       | 309131387.0           | 661008890.5                  | 983393099.7      |
| Punto de rocío - HC                       | °F               | 106.0              | 105.0                  | 104.7                   | 98.15                 | 98.17                 | 98.23                        | -11.53           |
| Contenido de Agua                         | lb/MMSCF         | 129.6              | 128.3                  | 127.8                   | 106.10                | 105.9                 | 104.3                        | 66.65            |
| Punto de rocío - Agua                     | °F               | 106.0              | 105.0                  | 104.7                   | 120.0                 | 119.9                 | 119.3                        | 119.2            |
| <b>Propiedades Hidrocarburos Líquidos</b> |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |



| Año 2031                    |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|-----------------------------|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD     |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente       |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Flujo volumétrico actual    | bpd         | 2883.3           | 2.170              | 3.795                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 1962.6           |
| Flujo volumétrico estándar  | sbpd        | 2785.9           | 2.098              | 3.670                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 1856.8           |
| Densidad másica             | lb/ft3      | 43.34            | 43.36              | 43.35                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 37.33            |
| Viscosidad cinemática       | cSt         | 0.5282           | 0.5305             | 0.5303                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.3461           |
| Viscosidad Dinámica         | cP          | 0.3667           | 0.3685             | 0.3682                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.2070           |
| Conductividad térmica       | Btu/h-ft-°F | 0.0574           | 0.0575             | 0.0575                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.0495           |
| Capacidad calorífica másica | Btu/lb-°F   | 0.4830           | 0.4825             | 0.4825                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.5293           |
| RVP a 37.8°C                | psig        | 85.28            | 83.69              | 83.52                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 409.2            |
| TVP a 37.8°C                | psig        | 439.9            | 431.5              | 430.2                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 1767.6           |
| <b>Propiedades Agua</b>     |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual    | bpd         | 850.7            | 0.5335             | 0.9405                 | 16.49                   | 5.298                 | 12.18                 | 28.88                        | 885.1            |
| Flujo volumétrico estándar  | sbpd        | 835.0            | 0.5239             | 0.9236                 | 16.10                   | 5.175                 | 11.90                 | 28.28                        | 867.9            |
| Densidad másica             | lb/ft3      | 62.19            | 62.21              | 62.22                  | 61.88                   | 61.88                 | 61.90                 | 62.03                        | 62.13            |
| Viscosidad cinemática       | cSt         | 0.6404           | 0.6469             | 0.6486                 | 0.5595                  | 0.5599                | 0.5632                | 0.5626                       | 0.5823           |
| Viscosidad Dinámica         | cP          | 0.6379           | 0.6446             | 0.6464                 | 0.5546                  | 0.5550                | 0.5584                | 0.5590                       | 0.5795           |
| Conductividad térmica       | Btu/h-ft-°F | 0.3657           | 0.3653             | 0.3652                 | 0.3709                  | 0.3709                | 0.3707                | 0.3707                       | 0.3693           |
| Capacidad calorífica másica | Btu/lb-°F   | 1.030            | 1.030              | 1.030                  | 1.030                   | 1.030                 | 1.030                 | 1.028                        | 1.027            |

| Año 2032                     |      |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|------------------------------|------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD      |      | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente        |      | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| <b>Propiedades Generales</b> |      |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Fracción Vapor               |      | 0.9667           | 1.0000             | 1.0000                 | 0.9990                  | 0.9990                | 0.9989                | 0.9990                       | 0.9655           |
| Temperatura                  | °F   | 102.0            | 100.7              | 100.4                  | 120.0                   | 119.9                 | 119.2                 | 119.4                        | 115.7            |
| Presión                      | psig | 300.0            | 286.0              | 283.2                  | 835.0                   | 834.3                 | 833.1                 | 1828.7                       | 1813.0           |

| Año 2032                                  |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|---|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD                   |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente                     |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Flujo molar                               | MMSCFD      | 278.7            | 263.1              | 263.1                  | 263.1                   | 106.90                | 156.21                | 262.8                        | 272.1            |
| Flujo másico                              | lb/h        | 613932.1         | 562096.2           | 562096.2               | 562068.0                | 228368.2              | 333699.7              | 561527.6                     | 599950.4         |
| Flujo volumétrico estándar                | sbpd        | 49351247.1       | 46611454.4         | 46611454.4             | 46610762.9              | 18937953.0            | 27672809.9            | 46562397.7                   | 48189925.1       |
| Entalpía másica                           | Btu/lb      | -1807.0          | -1721.3            | -1721.4                | -1730.3                 | -1730.3               | -1730.7               | -1757.1                      | -1843.5          |
| Peso molecular                            |             | 20.06            | 19.45              | 19.45                  | 19.45                   | 19.45                 | 19.45                 | 19.46                        | 20.08            |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 1.148            | 1.029              | 1.020                  | 3.050                   | 3.048                 | 3.049                 | 7.351                        | 7.891            |
| Heat Flow                                 | Btu/h       | -                | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
|   |             | 1109375939.3     | 967534427.7        | 967578612.5173         | 972527066.4321          | 395144441.2           | 577543989.8           | 986663832.9                  | 1106012103.9     |
| <b>Propiedades del vapor</b>              |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo de gas actual                       | ACFM        | 8902.9           | 9100.5             | 9182.1                 | 3071.3                  | 1248.8                | 1824.2                | 1273.1                       | 1256.9           |
| Flujo de gas a cond. estándar             | MMSCFD      | 268.9            | 262.6              | 262.6                  | 262.4                   | 106.60                | 155.8                 | 262.1                        | 262.2            |
| Peso molecular                            |             | 19.45            | 19.45              | 19.45                  | 19.46                   | 19.46                 | 19.46                 | 19.46                        | 19.80            |
| Flujo másico                              | lb/h        | 575466.7         | 562080.5           | 562067.7               | 561543.4                | 228154.3              | 333373.5              | 561011.7                     | 571120.9         |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 1.077            | 1.029              | 1.020                  | 3.047                   | 3.045                 | 3.046                 | 7.345                        | 7.573            |
| Viscosidad Cinemática                     | cSt         | 0.7042           | 0.7341             | 0.7400                 | 0.2792                  | 0.2793                | 0.2790                | 0.1461                       | 0.1432           |
| Viscosidad Dinámica                       | cP          | 0.0122           | 0.0121             | 0.0121                 | 0.0136                  | 0.0136                | 0.0136                | 0.0172                       | 0.0174           |
| Conductividad térmica                     | Btu/h-ft-°F | 0.0201           | 0.0200             | 0.0199                 | 0.0229                  | 0.0229                | 0.0229                | 0.0288                       | 0.0288           |
| Capacidad calorífica másica               | Btu/lb-°F   | 0.5354           | 0.5335             | 0.5331                 | 0.6062                  | 0.6061                | 0.6061                | 0.7361                       | 0.7424           |
| Factor Z                                  |             | 0.9429           | 0.9449             | 0.9453                 | 0.8721                  | 0.8721                | 0.8717                | 0.7859                       | 0.7738           |
| Cp/Cv                                     |             | 1.328            | 1.325              | 1.325                  | 1.455                   | 1.455                 | 1.456                 | 1.716                        | 1.738            |
| Heat Flow                                 | Btu/h       | -                | -                  | -967529427.0           | -968968733.8            | -                     | -                     | -                            | -                |
|   |             | 990405232.8      | 967510157.7        |                        |                         | 393693230.0           | 575330367.8           | 983165181.6                  | 991612331.6      |
| Punto de rocío - HC                       | °F          | 102.0            | 100.7              | 100.3                  | 104.03                  | 104.05                | 104.1                 | -                            | 115.7            |
| Contenido de Agua                         | lb/MMSCF    | 163.4            | 163.8              | 163.6                  | 116.06                  | 115.9                 | 113.8                 | 67.68                        | 61.97            |
| Punto de rocío - Agua                     | °F          | 102.0            | 100.7              | 100.4                  | 120.0                   | 119.9                 | 119.2                 | 119.3                        | 115.7            |
| <b>Propiedades Hidrocarburos Líquidos</b> |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                  | bpd         | 2356.9           | 1.367              | 2.392                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 1624.4           |
| Flujo volumétrico estándar                | sbpd        | 2288.4           | 1.329              | 2.326                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 1536.0           |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 44.25            | 44.34              | 44.35                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 37.35            |

| Año 2032                       |             |                  |                    |                               |                                |                       |                       |                              |                  |
|--------------------------------|-------------|------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD        |             | 1                | 2                  | 3                             | 4                              | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente          |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. <i>Booster</i> | Descarga Compr. <i>Booster</i> | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Viscosidad cinemática          | cSt         | 0.5938           | 0.6013             | 0.6024                        | -                              | -                     | -                     | -                            | 0.3457           |
| Viscosidad Dinámica            | cP          | 0.4209           | 0.4271             | 0.4279                        | -                              | -                     | -                     | -                            | 0.2068           |
| Conductividad térmica          | Btu/h-ft-°F | 0.0592           | 0.0594             | 0.0594                        | -                              | -                     | -                     | -                            | 0.0496           |
| Capacidad calorífica másica    | Btu/lb-°F   | 0.4732           | 0.4720             | 0.4718                        | -                              | -                     | -                     | -                            | 0.5297           |
| RVP a 37.8°C                   | psig        | 53.09            | 50.49              | 50.03                         | -                              | -                     | -                     | -                            | 402.0            |
| TVP a 37.8°C                   | psig        | 297.6            | 285.2              | 282.8                         | -                              | -                     | -                     | -                            | 1732.6           |
| <b><u>Propiedades Agua</u></b> |             |                  |                    |                               |                                |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual       | bpd         | 965.5            | 0.1084             | 0.2573                        | 36.24                          | 14.78                 | 22.54                 | 35.56                        | 1007.2           |
| Flujo volumétrico estándar     | sbpd        | 949.0            | 0.1066             | 0.2530                        | 35.39                          | 14.43                 | 22.01                 | 34.81                        | 987.6            |
| Densidad másica                | lb/ft3      | 62.27            | 62.30              | 62.31                         | 61.87                          | 61.87                 | 61.89                 | 62.02                        | 62.11            |
| Viscosidad cinemática          | cSt         | 0.6671           | 0.6762             | 0.6784                        | 0.5596                         | 0.5600                | 0.5637                | 0.5616                       | 0.5810           |
| Viscosidad Dinámica            | cP          | 0.6654           | 0.6748             | 0.6772                        | 0.5546                         | 0.5550                | 0.5589                | 0.5580                       | 0.5781           |
| Conductividad térmica          | Btu/h-ft-°F | 0.3641           | 0.3635             | 0.3634                        | 0.3709                         | 0.3709                | 0.3707                | 0.3707                       | 0.3694           |
| Capacidad calorífica másica    | Btu/lb-°F   | 1.030            | 1.030              | 1.030                         | 1.030                          | 1.030                 | 1.030                 | 1.028                        | 1.028            |

| Año 2033                   |        |                  |                    |                               |                                |                       |                       |                              |                  |
|----------------------------|--------|------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD    |        | 1                | 2                  | 3                             | 4                              | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente      |        | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. <i>Booster</i> | Descarga Compr. <i>Booster</i> | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Propiedades Generales      |        |                  |                    |                               |                                |                       |                       |                              |                  |
| Fracción Vapor             |        | 0.9626           | 1.0000             | 1.0000                        | 1.0000                         | 1.0000                | 1.0000                | 0.9992                       | 0.9631           |
| Temperatura                | °F     | 85.60            | 84.6               | 84.3                          | 120.0                          | 119.9                 | 119.1                 | 119.4                        | 115.1            |
| Presión                    | psig   | 285.0            | 271.5              | 268.9                         | 815.0                          | 814.6                 | 813.5                 | 1809.7                       | 1795.1           |
| Flujo molar                | MMSCFD | 270.4            | 254.3              | 254.3                         | 254.3                          | 101.3                 | 152.99                | 254.3                        | 264.4            |
| Flujo másico               | lb/h   | 594639.4         | 540992.2           | 540992.2                      | 540986.3                       | 215528.9              | 325457.3              | 540986.3                     | 581793.8         |
| Flujo volumétrico estándar | sbpd   | 47893099.0       | 45051596.1         | 45051596.1                    | 45051502.6                     | 17948518.7            | 27102984.0            | 45051502.6                   | 46823759.3       |
| Entalpía másica            | Btu/lb | -1827.8          | -1729.4            | -1729.4                       | -1728.7                        | -1728.7               | -1729.1               | -1760.2                      | -1858.8          |

| Año 2033                                  |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|---|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD                   |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente                     |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Peso molecular                            |             | 20.03            | 19.37              | 19.37                  | 19.37                   | 19.37                 | 19.37                 | 19.37                        | 20.04            |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 1.131            | 1.0072             | 0.9980                 | 2.950                   | 2.950                 | 2.951                 | 7.218                        | 7.827            |
| Heat Flow                                 | Btu/h       | -                | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
|   |             | 1086892018.2     | 935605125.0        | 935614724.5132         | 935181941.6525          | 372583179.7           | 562759912.7           | 952224190.2                  | 1081443615.2     |
| <b>Propiedades del vapor</b>              |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo de gas actual                       | ACFM        | 8746.1           | 8952.4             | 9034.4                 | 3056.0                  | 1217.9                | 1838.0                | 1249.0                       | 1228.9           |
| Flujo de gas a cond. estándar             | MMSCFD      | 259.8            | 253.8              | 253.8                  | 253.8                   | 101.1                 | 152.7                 | 253.6                        | 254.1            |
| Peso molecular                            |             | 19.37            | 19.37              | 19.37                  | 19.37                   | 19.37                 | 19.37                 | 19.37                        | 19.79            |
| Flujo másico                              | lb/h        | 553730.9         | 540988.7           | 540986.3               | 540986.3                | 215528.9              | 325457.3              | 540606.4                     | 553196.2         |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 1.055            | 1.0072             | 0.9980                 | 2.950                   | 2.950                 | 2.951                 | 7.214                        | 7.503            |
| Viscosidad Cinemática                     | cSt         | 0.7000           | 0.7307             | 0.7368                 | 0.2870                  | 0.2870                | 0.2865                | 0.1476                       | 0.1439           |
| Viscosidad Dinámica                       | cP          | 0.0118           | 0.0118             | 0.0118                 | 0.0136                  | 0.0136                | 0.0135                | 0.0171                       | 0.0173           |
| Conductividad térmica                     | Btu/h-ft-°F | 0.0193           | 0.0192             | 0.0192                 | 0.0229                  | 0.0229                | 0.0228                | 0.0286                       | 0.0286           |
| Capacidad calorífica másica               | Btu/lb-°F   | 0.5307           | 0.5287             | 0.5283                 | 0.6035                  | 0.6035                | 0.6034                | 0.7333                       | 0.7413           |
| Factor Z                                  |             | 0.9403           | 0.9426             | 0.9430                 | 0.8758                  | 0.8758                | 0.8753                | 0.7885                       | 0.7739           |
| Cp/Cv                                     |             | 1.336            | 1.333              | 1.332                  | 1.449                   | 1.449                 | 1.450                 | 1.710                        | 1.737            |
| Heat Flow                                 | Btu/h       | -                | -                  | -935609026.3           | -935181941.7            | -                     | -                     | -                            | -                |
|   |             | 957616756.7      | 935601747.6        |                        |                         | 372583179.7           | 562759912.7           | 949647784.1                  | 960805008.4      |
| Punto de rocío - HC                       | °F          | 85.54            | 84.56              | 84.34                  | 88.01                   | 88.02                 | 88.05                 | -15.38                       | 115.0            |
| Contenido de Agua                         | lb/MMSCF    | 103.2            | 103.7              | 103.7                  | 103.7                   | 103.7                 | 103.7                 | 68.00                        | 61.22            |
| Punto de rocío - Agua                     | °F          | 85.59            | 84.44              | 84.18                  | 115.2                   | 115.2                 | 115.1                 | 119.3                        | 115.0            |
| <b>Propiedades Hidrocarburos Líquidos</b> |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                  | bpd         | 2474.3           | 0.3372             | 0.5688                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 1465.0           |
| Flujo volumétrico estándar                | sbpd        | 2428.5           | 0.3313             | 0.5588                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 1386.3           |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 44.20            | 44.30              | 44.32                  | -                       | -                     | -                     | -                            | 37.43            |
| Viscosidad cinemática                     | cSt         | 0.6107           | 0.6203             | 0.6220                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.3478           |
| Viscosidad Dinámica                       | cP          | 0.4324           | 0.4402             | 0.4416                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.2085           |
| Conductividad térmica                     | Btu/h-ft-°F | 0.0594           | 0.0596             | 0.0597                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.0496           |
| Capacidad calorífica másica               | Btu/lb-°F   | 0.4694           | 0.4680             | 0.4678                 | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.5289           |

| Año 2033                    |             |                  |                    |                               |                                |                       |                       |                              |                  |
|-----------------------------|-------------|------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD     |             | 1                | 2                  | 3                             | 4                              | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente       |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. <i>Booster</i> | Descarga Compr. <i>Booster</i> | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| RVP a 37.8°C                | psig        | 58.44            | 55.50              | 54.95                         | -                              | -                     | -                     | -                            | 398.6            |
| TVP a 37.8°C                | psig        | 302.7            | 289.8              | 287.3                         | -                              | -                     | -                     | -                            | 1718.3           |
| <b>Propiedades Agua</b>     |             |                  |                    |                               |                                |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual    | bpd         | 1044.8           | -                  | -                             | -                              | -                     | -                     | 26.18                        | 1084.9           |
| Flujo volumétrico estándar  | sbpd        | 1034.0           | -                  | -                             | -                              | -                     | -                     | 25.63                        | 1064.0           |
| Densidad másica             | lb/ft3      | 62.70            | -                  | -                             | -                              | -                     | -                     | 62.02                        | 62.13            |
| Viscosidad cinemática       | cSt         | 0.7976           | -                  | -                             | -                              | -                     | -                     | 0.5617                       | 0.5847           |
| Viscosidad Dinámica         | cP          | 0.8010           | -                  | -                             | -                              | -                     | -                     | 0.5580                       | 0.5819           |
| Conductividad térmica       | Btu/h-ft-°F | 0.3570           | -                  | -                             | -                              | -                     | -                     | 0.3707                       | 0.3691           |
| Capacidad calorífica másica | Btu/lb-°F   | 1.030            | -                  | -                             | -                              | -                     | -                     | 1.028                        | 1.028            |

| Año 2034                     |        |                   |                    |                               |                                |                       |                       |                              |                   |
|------------------------------|--------|-------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------|
| Número de corriente PFD      |        | 1                 | 2                  | 3                             | 4                              | 5                     | 6                     | 7                            | 8                 |
| Descripción Corriente        |        | Ingreso a planta  | Colector Principal | Succión Compr. <i>Booster</i> | Descarga Compr. <i>Booster</i> | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta  |
| <u>Propiedades Generales</u> |        |                   |                    |                               |                                |                       |                       |                              |                   |
| Fracción Vapor               |        | 0.9567            | 1.0000             | 1.0000                        | 1.0000                         | 1.0000                | 1.0000                | 0.9997                       | 0.9597            |
| Temperatura                  | °F     | 75.00             | 74.15              | 74.02                         | 120.0                          | 119.9                 | 119.1                 | 119.3                        | 114.6             |
| Presión                      | psig   | 250.0             | 237.1              | 234.8                         | 800.0                          | 799.7                 | 798.7                 | 1897.4                       | 1886.0            |
| Flujo molar                  | MMSCFD | 248.0             | 231.5              | 231.5                         | 231.5                          | 87.66                 | 143.8                 | 231.5                        | 242.2             |
| Flujo másico                 | lb/h   | 543831.6          | 491805.6           | 491805.6                      | 491805.6                       | 186225.9              | 305579.7              | 491805.6                     | 531480.6          |
| Flujo volumétrico estándar   | sbpd   | 43928307.4        | 41012346.8         | 41012346.8                    | 41012346.8                     | 15529632.2            | 25482714.6            | 41012346.8                   | 42898376.2        |
| Entalpía másica              | Btu/lb | -1861.6           | -1733.5            | -1733.5                       | -1728.0                        | -1728.1               | -1728.5               | -1761.9                      | -1890.5           |
| Peso molecular               |        | 19.97             | 19.35              | 19.35                         | 19.35                          | 19.35                 | 19.35                 | 19.35                        | 19.98             |
| Densidad másica              | lb/ft3 | 1.019             | 0.899              | 0.8902                        | 2.886                          | 2.885                 | 2.887                 | 7.579                        | 8.305             |
| Heat Flow                    | Btu/h  | -<br>1012379450.4 | -852542107.6       | -<br>852529453.2260           | -<br>849854611.9504            | -<br>321810502.7      | -<br>528205049.9      | -<br>866517557.1             | -<br>1004776751.3 |

| Año 2034                                  |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|---|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD                   | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente                     | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| <b>Propiedades del vapor</b>              |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo de gas actual                       | ACFM             | 8883.3             | 9118.3                 | 9208.0                  | 2840.6                | 1075.8                | 1764.0                       | 1081.4           |
| Flujo de gas a cond. estándar             | MMSCFD           | 236.8              | 231.1                  | 231.1                   | 231.1                 | 87.50                 | 143.6                        | 231.0            |
| Peso molecular                            |                  | 19.34              | 19.35                  | 19.35                   | 19.35                 | 19.35                 | 19.35                        | 19.86            |
| Flujo másico                              | lb/h             | 504012.5           | 491805.6               | 491805.6                | 491805.6              | 186225.9              | 305579.7                     | 491647.4         |
| Densidad másica                           | lb/ft3           | 0.9456             | 0.8989                 | 0.8902                  | 2.886                 | 2.885                 | 2.887                        | 7.577            |
| Viscosidad Cinemática                     | cSt              | 0.7642             | 0.8012                 | 0.8086                  | 0.2925                | 0.2925                | 0.2920                       | 0.1436           |
| Viscosidad Dinámica                       | cP               | 0.0116             | 0.0115                 | 0.0115                  | 0.0135                | 0.0135                | 0.0135                       | 0.0174           |
| Conductividad térmica                     | Btu/h-ft-°F      | 0.0188             | 0.0187                 | 0.0187                  | 0.0228                | 0.0228                | 0.0228                       | 0.0293           |
| Capacidad calorífica másica               | Btu/lb-°F        | 0.5241             | 0.5222                 | 0.5218                  | 0.6015                | 0.6015                | 0.6015                       | 0.7415           |
| Factor Z                                  |                  | 0.9437             | 0.9461                 | 0.9466                  | 0.8781                | 0.8781                | 0.8775                       | 0.7857           |
| Cp/Cv                                     |                  | 1.334              | 1.330                  | 1.330                   | 1.445                 | 1.445                 | 1.446                        | 1.725            |
| Heat Flow                                 | Btu/h            | -                  | -852542107.6           | -852529453.2            | -849854612.0          | -                     | -                            | -                |
|   |                  | 873761151.7        |                        |                         |                       | 321810502.7           | 528205049.9                  | 865445175.8      |
| Punto de rocío - HC                       | °F               | 74.93              | 74.07                  | 73.89                   | 80.22                 | 80.23                 | 80.26                        | -10.043          |
| Contenido de Agua                         | lb/MMSCF         | 81.84              | 82.59                  | 82.59                   | 82.59                 | 82.59                 | 82.59                        | 66.25            |
| Punto de rocío - Agua                     | °F               | 74.98              | 73.88                  | 55.89                   | 106.6                 | 106.6                 | 106.5                        | 119.3            |
| <b>Propiedades Hidrocarburos Líquidos</b> |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                  | bpd              | 2200.0             | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 840.1            |
| Flujo volumétrico estándar                | sbpd             | 2175.4             | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 795.1            |
| Densidad másica                           | lb/ft3           | 44.25              | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 37.04            |
| Viscosidad cinemática                     | cSt              | 0.6293             | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.3403           |
| Viscosidad Dinámica                       | cP               | 0.4461             | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.2019           |
| Conductividad térmica                     | Btu/h-ft-°F      | 0.0601             | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.0493           |
| Capacidad calorífica másica               | Btu/lb-°F        | 0.4660             | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.5313           |
| RVP a 37.8°C                              | psig             | 55.76              | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 423.8            |
| TVP a 37.8°C                              | psig             | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 1809.1           |
| <b>Propiedades Agua</b>                   |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |

| Año 2034                    |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|-----------------------------|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD     |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente       |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Flujo volumétrico actual    | bpd         | 1157.0           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 10.90                        | 1187.3           |
| Flujo volumétrico estándar  | sbpd        | 1150.0           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 10.67                        | 1164.9           |
| Densidad másica             | lb/ft3      | 62.97            | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 62.03                        | 62.15            |
| Viscosidad cinemática       | cSt         | 0.9056           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 0.5617                       | 0.5873           |
| Viscosidad Dinámica         | cP          | 0.9135           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 0.5581                       | 0.5848           |
| Conductividad térmica       | Btu/h-ft-°F | 0.3521           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 0.3707                       | 0.3690           |
| Capacidad calorífica másica | Btu/lb-°F   | 1.030            | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 1.028                        | 1.027            |

| Año 2035                      |        |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|-------------------------------|--------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD       |        | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente         |        | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| <b>Propiedades Generales</b>  |        |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Fracción Vapor                |        | 0.9513           | 1.0000             | 1.0000                 | 1.0000                  | 1.0000                | 1.0000                | 0.9999                       | 0.9565           |
| Temperatura                   | °F     | 70.00            | 69.36              | 69.31                  | 120.0                   | 119.9                 | 119.0                 | 119.4                        | 114.3            |
| Presión                       | psig   | 250.0            | 238.6              | 236.6                  | 800.0                   | 799.8                 | 798.9                 | 1994.3                       | 1986.0           |
| Flujo molar                   | MMSCFD | 229.5            | 212.5              | 212.5                  | 212.5                   | 83.51                 | 129.0                 | 212.5                        | 223.7            |
| Flujo másico                  | lb/h   | 502278.9         | 450956.3           | 450956.3               | 450956.3                | 177176.5              | 273779.8              | 450956.3                     | 489946.7         |
| Flujo volumétrico estándar    | sbpd   | 40643979.1       | 37653289.2         | 37653289.2             | 37653289.2              | 14793621.6            | 22859667.6            | 37653289.2                   | 39614328.1       |
| Entalpía másica               | Btu/lb | -1889.1          | -1736.5            | -1736.4                | -1728.4                 | -1728.5               | -1729.0               | -1764.5                      | -1918.0          |
| Peso molecular                |        | 19.93            | 19.32              | 19.32                  | 19.32                   | 19.32                 | 19.32                 | 19.32                        | 19.95            |
| Densidad másica               | lb/ft3 | 1.034            | 0.9129             | 0.9054                 | 2.881                   | 2.880                 | 2.884                 | 7.975                        | 8.824            |
| Heat Flow                     | Btu/h  | -                | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
|                               |        | 948831944.6      | 783074370.0        | 783051531.9423         | 779445647.4917          | 306243520.3           | 473362790.7           | 795693637.2                  | 939718724.8      |
| <b>Propiedades del vapor</b>  |        |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo de gas actual           | ACFM   | 8082.9           | 8233.2             | 8300.9                 | 2608.9                  | 1025.2                | 1582.1                | 942.4                        | 919.0            |
| Flujo de gas a cond. estándar | MMSCFD | 217.9            | 212.1              | 212.1                  | 212.1                   | 83.35                 | 128.8                 | 212.1                        | 213.5            |

| Año 2035                                |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|---|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD                 |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente                   |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Peso molecular                          |             | 19.32            | 19.32              | 19.32                  | 19.32                   | 19.32                 | 19.32                 | 19.32                        | 19.93            |
| Flujo másico                            | lb/h        | 463146.7         | 450956.3           | 450956.3               | 450956.3                | 177176.5              | 273779.8              | 450909.9                     | 468216.9         |
| Densidad másica                         | lb/ft3      | 0.9550           | 0.9129             | 0.9054                 | 2.881                   | 2.880                 | 2.884                 | 7.975                        | 8.492            |
| Viscosidad Cinemática                   | cSt         | 0.7507           | 0.7831             | 0.7892                 | 0.2929                  | 0.2929                | 0.2922                | 0.1398                       | 0.1350           |
| Viscosidad Dinámica                     | cP          | 0.0115           | 0.0115             | 0.0114                 | 0.0135                  | 0.0135                | 0.0135                | 0.0179                       | 0.0184           |
| Conductividad térmica                   | Btu/h-ft-°F | 0.0186           | 0.0185             | 0.0185                 | 0.0228                  | 0.0228                | 0.0228                | 0.0300                       | 0.0302           |
| Capacidad calorífica másica             | Btu/lb-°F   | 0.5232           | 0.5215             | 0.5212                 | 0.6015                  | 0.6015                | 0.6015                | 0.7496                       | 0.7621           |
| Factor Z                                |             | 0.9421           | 0.9443             | 0.9447                 | 0.8784                  | 0.8784                | 0.8778                | 0.7833                       | 0.7624           |
| Cp/Cv                                   |             | 1.337            | 1.334              | 1.334                  | 1.445                   | 1.445                 | 1.446                 | 1.739                        | 1.778            |
| Heat Flow                               | Btu/h       | -<br>804334066.8 | -<br>783074370.0   | -783051531.9           | -779445647.5            | -<br>306243520.3      | -<br>473362790.7      | -<br>795379083.1             | -<br>812227496.4 |
| Punto de rocío - HC                     | °F          | 69.92            | 69.23              | 69.08                  | 75.03                   | 75.03                 | 75.05                 | -3.984                       | 114.3            |
| Contenido de Agua                       | lb/MMSCF    | 69.16            | 69.81              | 69.81                  | 69.81                   | 69.81                 | 69.81                 | 64.59                        | 56.99            |
| Punto de rocío - Agua                   | °F          | 69.98            | 69.07              | 68.86                  | 100.7                   | 100.7                 | 100.7                 | 119.3                        | 114.3            |
| <b><u>Propiedades Hidrocarburos</u></b> |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| <b><u>Líquidos</u></b>                  |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                | bpd         | 2034.2           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 406.0            |
| Flujo volumétrico estándar              | sbpd        | 2018.4           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 384.6            |
| Densidad másica                         | lb/ft3      | 44.14            | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 36.82            |
| Viscosidad cinemática                   | cSt         | 0.6277           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.3382           |
| Viscosidad Dinámica                     | cP          | 0.4438           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.1995           |
| Conductividad térmica                   | Btu/h-ft-°F | 0.0601           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.0490           |
| Capacidad calorífica másica             | Btu/lb-°F   | 0.4658           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.5320           |
| RVP a 37.8°C                            | psig        | 59.12            | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 447.4            |
| TVP a 37.8°C                            | psig        | 286.0            | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 1907.9           |
| <b><u>Propiedades Agua</u></b>          |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                | bpd         | 1227.9           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 3.196                        | 1253.5           |
| Flujo volumétrico estándar              | sbpd        | 1223.0           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 3.130                        | 1230.2           |
| Densidad másica                         | lb/ft3      | 63.10            | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 62.04                        | 62.18            |



| Año 2035                              |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|---------------------------------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD               | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente                 | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Viscosidad cinemática cSt             | 0.9648           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 0.5614                       | 0.5888           |
| Viscosidad Dinámica cP                | 0.9752           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 0.5580                       | 0.5864           |
| Conductividad térmica Btu/h-ft-°F     | 0.3496           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 0.3707                       | 0.3689           |
| Capacidad calorífica másica Btu/lb-°F | 1.030            | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 1.027                        | 1.027            |

| Año 2036                             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|--------------------------------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD              | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente                | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| <b>Propiedades Generales</b>         |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Fracción Vapor                       | 0.9417           | 1.0000             | 1.0000                 | 1.0000                  | 1.0000                | 1.0000                | 0.9999                       | 0.9476           |
| Temperatura °F                       | 70.00            | 69.48              | 69.46                  | 120.0                   | 119.9                 | 119.1                 | 119.3                        | 113.9            |
| Presión psig                         | 250.0            | 239.8              | 238.1                  | 840.0                   | 839.9                 | 838.9                 | 2051.3                       | 2045.0           |
| Flujo molar MMSCFD                   | 211.9            | 194.5              | 194.5                  | 194.5                   | 59.77                 | 134.7                 | 194.5                        | 206.8            |
| Flujo másico lb/h                    | 462929.2         | 412775.2           | 412775.2               | 412775.2                | 126877.6              | 285897.6              | 412775.2                     | 452098.3         |
| Flujo volumétrico estándar sbpd      | 37524441.5       | 34449510.8         | 34449510.8             | 34449510.8              | 10588989.0            | 23860521.8            | 34449510.8                   | 36620546.1       |
| Entalpía másica Btu/lb               | -1936.4          | -1735.9            | -1735.8                | -1729.2                 | -1729.2               | -1729.7               | -1765.3                      | -1967.4          |
| Peso molecular                       | 19.90            | 19.33              | 19.33                  | 19.33                   | 19.33                 | 19.33                 | 19.33                        | 19.91            |
| Densidad másica lb/ft3               | 1.043            | 0.9177             | 0.9114                 | 3.042                   | 3.042                 | 3.045                 | 8.224                        | 9.189            |
| Heat Flow Btu/h                      | 896419308.8      | 716532294.3        | 716509745.8041         | 713766853.9596          | 219402228.7           | 494525420.8           | 728691966.3                  | 889446502.1      |
| <b>Propiedades del vapor</b>         |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo de gas actual ACFM             | 7386.9           | 7496.7             | 7548.1                 | 2261.8                  | 695.2                 | 1564.9                | 836.5                        | 813.7            |
| Flujo de gas a cond. estándar MMSCFD | 199.2            | 194.1              | 194.1                  | 194.1                   | 59.66                 | 134.4                 | 194.1                        | 195.6            |
| Peso molecular                       | 19.33            | 19.33              | 19.33                  | 19.33                   | 19.33                 | 19.33                 | 19.33                        | 19.97            |
| Flujo másico lb/h                    | 423483.6         | 412775.2           | 412775.2               | 412775.2                | 126877.6              | 285897.6              | 412724.9                     | 429646.4         |
| Densidad másica lb/ft3               | 0.9555           | 0.9177             | 0.9114                 | 3.042                   | 3.042                 | 3.045                 | 8.223                        | 8.800            |
| Viscosidad Cinemática cSt            | 0.7503           | 0.7793             | 0.7844                 | 0.2795                  | 0.2795                | 0.2789                | 0.1376                       | 0.1327           |

| Año 2036                                  |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|---|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD                   |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente                     |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Viscosidad Dinámica                       | cP          | 0.0115           | 0.0115             | 0.0115                 | 0.0136                  | 0.0136                | 0.0136                | 0.0181                       | 0.0187           |
| Conductividad térmica                     | Btu/h-ft-°F | 0.0186           | 0.0185             | 0.0185                 | 0.0230                  | 0.0230                | 0.0230                | 0.0305                       | 0.0307           |
| Capacidad calorífica másica               | Btu/lb-°F   | 0.5232           | 0.5217             | 0.5214                 | 0.6069                  | 0.6069                | 0.6070                | 0.7543                       | 0.7677           |
| Factor Z                                  |             | 0.9420           | 0.9441             | 0.9444                 | 0.8732                  | 0.8732                | 0.8726                | 0.7817                       | 0.7594           |
| Cp/Cv                                     |             | 1.337            | 1.334              | 1.334                  | 1.456                   | 1.456                 | 1.457                 | 1.748                        | 1.789            |
| Heat Flow                                 | Btu/h       | -                | -                  | -716509745.8           | -713766854.0            | -                     | -                     | -                            | -                |
|   |             | 735207541.8      | 716532294.3        |                        |                         | 219402228.7           | 494525420.8           | 728350630.4                  | 745158376.9      |
| Punto de rocío - HC                       | °F          | 69.92            | 69.33              | 69.20                  | 73.84                   | 73.85                 | 73.88                 | -0.016                       | 113.9            |
| Contenido de Agua                         | lb/MMSCF    | 69.16            | 69.80              | 69.80                  | 69.80                   | 69.80                 | 69.80                 | 63.61                        | 55.62            |
| Punto de rocío - Agua                     | °F          | 69.98            | 69.19              | 69.02                  | 102.0                   | 102.0                 | 102.0                 | 119.3                        | 113.8            |
| <b>Propiedades Hidrocarburos Líquidos</b> |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                  | bpd         | 1792.4           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 164.6            |
| Flujo volumétrico estándar                | sbpd        | 1778.4           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 156.1            |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 44.16            | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 36.77            |
| Viscosidad cinemática                     | cSt         | 0.6287           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.3388           |
| Viscosidad Dinámica                       | cP          | 0.4448           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.1996           |
| Conductividad térmica                     | Btu/h-ft-°F | 0.0601           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.0489           |
| Capacidad calorífica másica               | Btu/lb-°F   | 0.4657           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.5315           |
| RVP a 37.8°C                              | psig        | 59.19            | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 460.7            |
| TVP a 37.8°C                              | psig        | 286.0            | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 1967.3           |
| <b>Propiedades Agua</b>                   |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                  | bpd         | 1417.7           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 3.468                        | 1445.8           |
| Flujo volumétrico estándar                | sbpd        | 1412.0           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 3.396                        | 1419.4           |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 63.10            | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 62.05                        | 62.19            |
| Viscosidad cinemática                     | cSt         | 0.9648           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 0.5615                       | 0.5910           |
| Viscosidad Dinámica                       | cP          | 0.9752           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 0.5582                       | 0.5888           |
| Conductividad térmica                     | Btu/h-ft-°F | 0.3496           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 0.3707                       | 0.3687           |

| Año 2036                    |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|-----------------------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD     | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente       | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Capacidad calorífica másica | Btu/lb-°F        | 1.030              | -                      | -                       | -                     | -                     | 1.027                        | 1.027            |

| Año 2037                            |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|-------------------------------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente               | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| <b><u>Propiedades Generales</u></b> |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Fracción Vapor                      |                  | 0.9371             | 1.0000                 | 1.0000                  | 1.0000                | 1.0000                | 0.9996                       | 0.9422           |
| Temperatura                         | °F               | 75.00              | 74.47                  | 74.43                   | 120.0                 | 119.9                 | 119.3                        | 113.8            |
| Presión                             | psig             | 250.0              | 240.9                  | 239.5                   | 845.0                 | 844.9                 | 844.2                        | 2053.5           |
| Flujo molar                         | MMSCFD           | 192.0              | 175.1                  | 175.1                   | 175.1                 | 56.87                 | 118.2                        | 175.1            |
| Flujo másico                        | lb/h             | 418977.9           | 372562.4               | 372562.4                | 372562.4              | 121003.2              | 251559.2                     | 372562.4         |
| Flujo volumétrico estándar          | sbpd             | 33997396.3         | 31020201.0             | 31020201.0              | 31020201.0            | 10074937.1            | 20945263.9                   | 31020201.0       |
| Entalpía másica                     | Btu/lb           | -1960.5            | -1731.6                | -1731.6                 | -1727.7               | -1727.7               | -1728.3                      | -1764.1          |
| Peso molecular                      |                  | 19.88              | 19.38                  | 19.38                   | 19.38                 | 19.38                 | 19.38                        | 19.89            |
| Densidad másica                     | lb/ft3           | 1.035              | 0.914                  | 0.9090                  | 3.071                 | 3.072                 | 3.076                        | 8.266            |
| Heat Flow                           | Btu/h            | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
|                                     |                  | 821426297.9        | 645122989.4            | 645111118.8732          | 643666071.3122        | 209060615.2           | 434765901.2                  | 657220007.1      |
| <b><u>Propiedades del vapor</u></b> |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo de gas actual                 | ACFM             | 6733.1             | 6793.8                 | 6831.4                  | 2021.8                | 656.6                 | 1362.8                       | 751.1            |
| Flujo de gas a cond. estándar       | MMSCFD           | 179.5              | 174.8                  | 174.8                   | 174.8                 | 56.76                 | 118.0                        | 174.7            |
| Peso molecular                      |                  | 19.37              | 19.38                  | 19.38                   | 19.38                 | 19.38                 | 19.38                        | 19.99            |
| Flujo másico                        | lb/h             | 382694.4           | 372562.4               | 372562.4                | 372562.4              | 121003.2              | 251559.2                     | 372424.0         |
| Densidad másica                     | lb/ft3           | 0.947              | 0.914                  | 0.909                   | 3.071                 | 3.072                 | 3.076                        | 8.264            |
| Viscosidad Cinemática               | cSt              | 0.7628             | 0.7888                 | 0.7929                  | 0.2772                | 0.2772                | 0.2764                       | 0.1373           |
| Viscosidad Dinámica                 | cP               | 0.0116             | 0.0115                 | 0.0115                  | 0.0136                | 0.0136                | 0.0136                       | 0.0182           |
| Conductividad térmica               | Btu/h-ft-°F      | 0.0188             | 0.0187                 | 0.0187                  | 0.0230                | 0.0230                | 0.0230                       | 0.0305           |

| Año 2037                         |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|----------------------------------|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD          |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente            |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Capacidad calorífica másica      | Btu/lb-°F   | 0.5239           | 0.5226             | 0.5224                 | 0.6076                  | 0.6076                | 0.6077                | 0.7550                       | 0.7683           |
| Factor Z                         |             | 0.9435           | 0.9453             | 0.9455                 | 0.8719                  | 0.8719                | 0.8712                | 0.7805                       | 0.7589           |
| Cp/Cv                            |             | 1.333            | 1.331              | 1.331                  | 1.458                   | 1.458                 | 1.459                 | 1.749                        | 1.791            |
| Heat Flow                        | Btu/h       | -                | -                  | -645111118.9           | -643666071.3            | -                     | -                     | -                            | -                |
| Punto de rocío - HC              | °F          | 74.93            | 74.38              | 74.27                  | 79.12                   | 79.12                 | 79.15                 | 0.822                        | 113.8            |
| Contenido de Agua                | lb/MMSCF    | 81.8             | 82.5               | 82.5                   | 82.5                    | 82.5                  | 82.5                  | 63.60                        | 55.53            |
| Punto de rocío - Agua            | °F          | 74.98            | 74.26              | 74.11                  | 108.0                   | 108.0                 | 107.9                 | 119.3                        | 113.8            |
| <b>Propiedades Hidrocarburos</b> |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| <b>Líquidos</b>                  |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual         | bpd         | 1471.9           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 62.63            |
| Flujo volumétrico estándar       | sbpd        | 1455.4           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 59.38            |
| Densidad másica                  | lb/ft3      | 44.21            | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 36.78            |
| Viscosidad cinemática            | cSt         | 0.6272           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.3399           |
| Viscosidad Dinámica              | cP          | 0.4441           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.2003           |
| Conductividad térmica            | Btu/h-ft-°F | 0.0600           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.0489           |
| Capacidad calorífica másica      | Btu/lb-°F   | 0.4666           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.5314           |
| RVP a 37.8°C                     | psig        | 56.12            | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 461.5            |
| TVP a 37.8°C                     | psig        | 279.2            | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 1971.0           |
| <b>Propiedades Agua</b>          |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual         | bpd         | 1429.6           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 9.532                        | 1460.6           |
| Flujo volumétrico estándar       | sbpd        | 1421.0           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 9.337                        | 1434.0           |
| Densidad másica                  | lb/ft3      | 62.97            | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 62.05                        | 62.20            |
| Viscosidad cinemática            | cSt         | 0.9056           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 0.5615                       | 0.5911           |
| Viscosidad Dinámica              | cP          | 0.9135           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 0.5582                       | 0.5889           |
| Conductividad térmica            | Btu/h-ft-°F | 0.3521           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 0.3707                       | 0.3687           |
| Capacidad calorífica másica      | Btu/lb-°F   | 1.030            | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 1.027                        | 1.027            |

| Año 2038                      |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|-------------------------------|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD       |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente         |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| <b>Propiedades Generales</b>  |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Fracción Vapor                |             | 0.9462           | 1.0000             | 1.0000                 | 1.0000                  | 1.0000                | 1.0000                | 0.9993                       | 0.9508           |
| Temperatura                   | °F          | 80.00            | 79.40              | 79.33                  | 120.0                   | 119.9                 | 119.0                 | 119.3                        | 114.3            |
| Presión                       | psig        | 250.0            | 241.7              | 240.6                  | 842.0                   | 841.9                 | 841.1                 | 2051.7                       | 2047.9           |
| Flujo molar                   | MMSCFD      | 174.5            | 160.7              | 160.7                  | 160.7                   | 39.86                 | 120.9                 | 160.7                        | 170.1            |
| Flujo másico                  | lb/h        | 381394.6         | 342631.6           | 342631.6               | 342631.6                | 84967.5               | 257664.0              | 342631.6                     | 372003.2         |
| Flujo volumétrico estándar    | sbpd        | 30906357.0       | 28472556.2         | 28472556.2             | 28472556.2              | 7060770.3             | 21411785.9            | 28472556.2                   | 30125927.7       |
| Entalpía másica               | Btu/lb      | -1917.5          | -1727.9            | -1727.9                | -1726.5                 | -1726.6               | -1727.1               | -1763.4                      | -1955.0          |
| Peso molecular                |             | 19.90            | 19.41              | 19.41                  | 19.41                   | 19.41                 | 19.41                 | 19.41                        | 19.92            |
| Densidad másica               | lb/ft3      | 1.016            | 0.9092             | 0.9050                 | 3.067                   | 3.068                 | 3.072                 | 8.289                        | 9.176            |
| Heat Flow                     | Btu/h       | -                | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
|                               |             | 731320211.0      | 592038528.5        | 592037199.9421         | 591555222.4682          | 146703555.3           | 445012427.0           | 604179280.2                  | 727281148.6      |
| <b>Propiedades del vapor</b>  |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo de gas actual           | ACFM        | 6247.9           | 6280.9             | 6309.7                 | 1861.9                  | 461.6                 | 1397.9                | 688.9                        | 671.1            |
| Flujo de gas a cond. estándar | MMSCFD      | 164.8            | 160.4              | 160.4                  | 160.4                   | 39.78                 | 120.6                 | 160.3                        | 161.4            |
| Peso molecular                |             | 19.41            | 19.41              | 19.41                  | 19.41                   | 19.41                 | 19.41                 | 19.42                        | 20.00            |
| Flujo másico                  | lb/h        | 351960.4         | 342631.6           | 342631.6               | 342631.6                | 84967.5               | 257664.0              | 342405.9                     | 355139.1         |
| Densidad másica               | lb/ft3      | 0.9389           | 0.9092             | 0.9050                 | 3.067                   | 3.068                 | 3.072                 | 8.284                        | 8.820            |
| Viscosidad Cinemática         | cSt         | 0.7756           | 0.7992             | 0.8026                 | 0.2775                  | 0.2774                | 0.2768                | 0.1371                       | 0.1326           |
| Viscosidad Dinámica           | cP          | 0.0117           | 0.0116             | 0.0116                 | 0.0136                  | 0.0136                | 0.0136                | 0.0182                       | 0.0187           |
| Conductividad térmica         | Btu/h-ft-°F | 0.0189           | 0.0189             | 0.0189                 | 0.0230                  | 0.0230                | 0.0229                | 0.0305                       | 0.0308           |
| Capacidad calorífica másica   | Btu/lb-°F   | 0.5247           | 0.5235             | 0.5233                 | 0.6072                  | 0.6072                | 0.6073                | 0.7555                       | 0.7678           |

| Año 2038                                |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|---|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD                 |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente                   |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Factor Z                                |             | 0.9450           | 0.9465             | 0.9467                 | 0.8717                  | 0.8716                | 0.8710                | 0.7795                       | 0.7593           |
| Cp/Cv                                   |             | 1.330            | 1.328              | 1.327                  | 1.457                   | 1.457                 | 1.459                 | 1.751                        | 1.789            |
| Heat Flow                               | Btu/h       | -<br>608167117.0 | -<br>592038528.5   | -592037199.9           | -591555222.5            | -<br>146703555.3      | -<br>445012427.0      | -<br>602648782.7             | -<br>615343784.8 |
| Punto de rocío - HC                     | °F          | 79.94            | 79.39              | 79.31                  | 84.50                   | 84.51                 | 84.53                 | 1.268                        | 114.2            |
| Contenido de Agua                       | lb/MMSCF    | 96.51            | 97.12              | 97.12                  | 97.12                   | 97.12                 | 97.12                 | 63.52                        | 56.16            |
| Punto de rocío - Agua                   | °F          | 79.98            | 79.28              | 79.16                  | 113.7                   | 113.7                 | 113.7                 | 119.2                        | 114.2            |
| <b><u>Propiedades Hidrocarburos</u></b> |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| <b><u>Líquidos</u></b>                  |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                | bpd         | 1281.5           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 51.00            |
| Flujo volumétrico estándar              | sbpd        | 1262.9           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 48.33            |
| Densidad másica                         | lb/ft3      | 44.29            | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 36.77            |
| Viscosidad cinemática                   | cSt         | 0.6274           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.3396           |
| Viscosidad Dinámica                     | cP          | 0.4451           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.2001           |
| Conductividad térmica                   | Btu/h-ft-°F | 0.0599           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.0488           |
| Capacidad calorífica másica             | Btu/lb-°F   | 0.4670           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 0.5316           |
| RVP a 37.8°C                            | psig        | 53.12            | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 460.7            |
| TVP a 37.8°C                            | psig        | 272.7            | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | 1967.8           |
| <b><u>Propiedades Agua</u></b>          |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                | bpd         | 1098.9           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 15.55                        | 1129.1           |
| Flujo volumétrico estándar              | sbpd        | 1090.0           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 15.23                        | 1108.3           |
| Densidad másica                         | lb/ft3      | 62.84            | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 62.05                        | 62.18            |
| Viscosidad cinemática                   | cSt         | 0.8519           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 0.5619                       | 0.5888           |
| Viscosidad Dinámica                     | cP          | 0.8576           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 0.5586                       | 0.5865           |
| Conductividad térmica                   | Btu/h-ft-°F | 0.3545           | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 0.3707                       | 0.3689           |
| Capacidad calorífica másica             | Btu/lb-°F   | 1.030            | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | 1.027                        | 1.027            |

| Año 2039                                  |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|---|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD                   | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente                     | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| <b>Propiedades Generales</b>              |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Fracción Vapor                            |                  | 0.9526             | 1.0000                 | 1.0000                  | 1.0000                | 0.9999                | 0.9999                       | 0.9564           |
| Temperatura                               | °F               | 86.00              | 85.29                  | 85.16                   | 120.0                 | 119.7                 | 119.1                        | 114.5            |
| Presión                                   | psig             | 250.0              | 242.6                  | 241.6                   | 840.0                 | 840.0                 | 838.6                        | 2042.9           |
| Flujo molar                               | MMSCFD           | 156.9              | 145.4                  | 145.4                   | 145.4                 | 17.98                 | 127.4                        | 145.4            |
| Flujo másico                              | lb/h             | 342396.2           | 310688.2               | 310688.2                | 310683.2              | 38408.6               | 272274.6                     | 310656.3         |
| Flujo volumétrico estándar                | sbpd             | 27781636.9         | 25758742.8             | 25758742.8              | 25758613.0            | 3184443.9             | 22574169.1                   | 25756206.1       |
| Entalpía másica                           | Btu/lb           | -1892.1            | -1724.0                | -1724.0                 | -1725.7               | -1725.9               | -1726.3                      | -1762.5          |
| Peso molecular                            |                  | 19.88              | 19.46                  | 19.46                   | 19.46                 | 19.46                 | 19.46                        | 19.89            |
| Densidad másica                           | lb/ft3           | 0.9951             | 0.9030                 | 0.8997                  | 3.069                 | 3.071                 | 3.071                        | 8.301            |
| Heat Flow                                 | Btu/h            | -                  | -                      | -                       | -                     | -66287791.8           | -                            | -                |
|   |                  | 647856337.5        | 535628812.2            | 535640021.5106          | 536141215.8240        |                       | 470014207.4                  | 547546383.3      |
| <b>Propiedades del vapor</b>              |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo de gas actual                       | ACFM             | 5727.7             | 5734.6                 | 5755.5                  | 1687.4                | 208.5                 | 1477.9                       | 623.7            |
| Flujo de gas a cond. estándar             | MMSCFD           | 149.1              | 145.1                  | 145.1                   | 145.1                 | 17.94                 | 127.2                        | 145.0            |
| Peso molecular                            |                  | 19.46              | 19.46                  | 19.46                   | 19.46                 | 19.46                 | 19.46                        | 19.98            |
| Flujo másico                              | lb/h             | 319270.7           | 310685.3               | 310683.1                | 310671.4              | 38406.6               | 272249.8                     | 310354.9         |
| Densidad másica                           | lb/ft3           | 0.9290             | 0.9029                 | 0.8997                  | 3.068                 | 3.071                 | 3.070                        | 8.294            |
| Viscosidad Cinemática                     | cSt              | 0.7912             | 0.8122                 | 0.8149                  | 0.2774                | 0.2772                | 0.2769                       | 0.1370           |
| Viscosidad Dinámica                       | cP               | 0.0118             | 0.0117                 | 0.0117                  | 0.0136                | 0.0136                | 0.0136                       | 0.0182           |
| Conductividad térmica                     | Btu/h-ft-°F      | 0.0192             | 0.0191                 | 0.0191                  | 0.0230                | 0.0230                | 0.0229                       | 0.0305           |
| Capacidad calorífica másica               | Btu/lb-°F        | 0.5258             | 0.5247                 | 0.5245                  | 0.6070                | 0.6070                | 0.6070                       | 0.7559           |
| Factor Z                                  |                  | 0.9467             | 0.9480                 | 0.9481                  | 0.8713                | 0.8711                | 0.8707                       | 0.7784           |
| Cp/Cv                                     |                  | 1.325              | 1.324                  | 1.324                   | 1.457                 | 1.457                 | 1.458                        | 1.752            |
| Heat Flow                                 | Btu/h            | -                  | -                      | -535630316.1            | -536061272.9          | -66273819.2           | -                            | -                |
|   |                  | 550393747.7        | 535624134.3            |                         |                       |                       | 469846203.7                  | 545502330.8      |
| Punto de rocío - HC                       | °F               | 85.95              | 85.24                  | 85.11                   | 91.25                 | 91.25                 | 91.29                        | 1.562            |
| Contenido de Agua                         | lb/MMSCF         | 117.1              | 117.5                  | 117.4                   | 115.5                 | 114.7                 | 112.8                        | 63.45            |
| Punto de rocío - Agua                     | °F               | 85.98              | 85.27                  | 85.14                   | 120.0                 | 119.7                 | 119.1                        | 114.5            |
| <b>Propiedades Hidrocarburos Líquidos</b> |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |

| Año 2039                    |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|-----------------------------|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD     |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente       |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Flujo volumétrico actual    | bpd         | 994.6            | 0.2508             | 0.4198                 | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| Flujo volumétrico estándar  | sbpd        | 976.2            | 0.2463             | 0.4123                 | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| Densidad másica             | lb/ft3      | 44.23            | 44.28              | 44.29                  | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| Viscosidad cinemática       | cSt         | 0.6151           | 0.6205             | 0.6210                 | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| Viscosidad Dinámica         | cP          | 0.4358           | 0.4402             | 0.4406                 | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| Conductividad térmica       | Btu/h-ft-°F | 0.0598           | 0.0600             | 0.0600                 | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| Capacidad calorífica másica | Btu/lb-°F   | 0.4690           | 0.4682             | 0.4682                 | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| RVP a 37.8°C                | psig        | 50.09            | 48.52              | 48.34                  | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| TVP a 37.8°C                | psig        | 265.3            | 258.3              | 257.4                  | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| <b>Propiedades Agua</b>     |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual    | bpd         | 875.3            | 0.0217             | 0.0551                 | 0.8142                  | 0.1423                | 1.710                 | 20.76                        | 905.7            |
| Flujo volumétrico estándar  | sbpd        | 866.0            | 0.0215             | 0.0545                 | 0.7951                  | 0.1390                | 1.671                 | 20.34                        | 888.9            |
| Densidad másica             | lb/ft3      | 62.68            | 62.70              | 62.71                  | 61.87                   | 61.88                 | 61.89                 | 62.06                        | 62.18            |
| Viscosidad cinemática       | cSt         | 0.7940           | 0.8005             | 0.8017                 | 0.5596                  | 0.5609                | 0.5644                | 0.5625                       | 0.5872           |
| Viscosidad Dinámica         | cP          | 0.7972           | 0.8040             | 0.8053                 | 0.5546                  | 0.5560                | 0.5595                | 0.5592                       | 0.5849           |
| Conductividad térmica       | Btu/h-ft-°F | 0.3572           | 0.3569             | 0.3568                 | 0.3709                  | 0.3709                | 0.3706                | 0.3706                       | 0.3690           |
| Capacidad calorífica másica | Btu/lb-°F   | 1.030            | 1.030              | 1.030                  | 1.030                   | 1.030                 | 1.030                 | 1.027                        | 1.027            |

| Año 2040                     |    |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|------------------------------|----|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD      |    | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente        |    | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| <b>Propiedades Generales</b> |    |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Fracción Vapor               |    | 0.9528           | 1.0000             | 1.0000                 | 0.9995                  | 0.9995                | 0.9994                | 0.9990                       | 0.9560           |
| Temperatura                  | °F | 92.00            | 91.15              | 90.95                  | 120.0                   | 119.9                 | 118.3                 | 119.2                        | 114.6            |



| Año 2040                           |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|------------------------------------|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD            |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente              |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Presión                            | psig        | 250.0            | 243.3              | 242.6                  | 843.0                   | 842.8                 | 842.7                 | 2051.7                       | 2048.9           |
| Flujo molar                        | MMSCFD      | 137.1            | 126.9              | 126.9                  | 126.9                   | 63.29                 | 63.6                  | 126.8                        | 133.3            |
| Flujo másico                       | lb/h        | 299440.0         | 271720.1           | 271720.1               | 271703.5                | 135529.1              | 136174.4              | 271554.7                     | 291214.7         |
| Flujo volumétrico estándar         | sbpd        | 24283303.3       | 22476653.0         | 22476653.0             | 22476003.2              | 11211308.0            | 11264695.2            | 22462686.7                   | 23602612.7       |
| Entalpía másica                    | Btu/lb      | -1891.1          | -1720.2            | -1720.3                | -1725.5                 | -1725.6               | -1726.6               | -1760.1                      | -1934.4          |
| Peso molecular                     |             | 19.89            | 19.50              | 19.50                  | 19.50                   | 19.50                 | 19.50                 | 19.50                        | 19.90            |
| Densidad másica                    | lb/ft3      | 0.9829           | 0.8966             | 0.8943                 | 3.091                   | 3.091                 | 3.104                 | 8.354                        | 9.122            |
| Heat Flow                          | Btu/h       | -                | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
|                                    |             | 566275121.2      | 467418548.2        | 467442201.7045         | 468824558.6470          | 233862162.5           | 235120778.9           | 477961199.0                  | 563327666.7      |
| Propiedades del vapor              |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo de gas actual                | ACFM        | 5071.5           | 5050.7             | 5063.7                 | 1464.8                  | 730.7                 | 731.1                 | 541.7                        | 528.9            |
| Flujo de gas a cond. estándar      | MMSCFD      | 130.4            | 126.6              | 126.6                  | 126.6                   | 63.14                 | 63.43                 | 126.4                        | 127.2            |
| Peso molecular                     |             | 19.50            | 19.50              | 19.50                  | 19.50                   | 19.50                 | 19.50                 | 19.50                        | 19.99            |
| Flujo másico                       | lb/h        | 279766.0         | 271710.3           | 271703.3               | 271569.1                | 135461.4              | 136093.5              | 271294.9                     | 279610.7         |
| Densidad másica                    | lb/ft3      | 0.9194           | 0.8966             | 0.8943                 | 3.090                   | 3.090                 | 3.103                 | 8.347                        | 8.810            |
| Viscosidad Cinemática              | cSt         | 0.8068           | 0.8254             | 0.8272                 | 0.2758                  | 0.2758                | 0.2742                | 0.1366                       | 0.1327           |
| Viscosidad Dinámica                | cP          | 0.0119           | 0.0119             | 0.0119                 | 0.0137                  | 0.0136                | 0.0136                | 0.0183                       | 0.0187           |
| Conductividad térmica              | Btu/h-ft-°F | 0.0194           | 0.0194             | 0.0194                 | 0.0230                  | 0.0230                | 0.0229                | 0.0305                       | 0.0308           |
| Capacidad calorífica másica        | Btu/lb-°F   | 0.5269           | 0.5258             | 0.5257                 | 0.6074                  | 0.6074                | 0.6077                | 0.7568                       | 0.7676           |
| Factor Z                           |             | 0.9484           | 0.9494             | 0.9495                 | 0.8703                  | 0.8702                | 0.8689                | 0.7773                       | 0.7597           |
| Cp/Cv                              |             | 1.321            | 1.320              | 1.320                  | 1.458                   | 1.458                 | 1.461                 | 1.754                        | 1.788            |
| Heat Flow                          | Btu/h       | -                | -                  | -467394007.6           | -467912453.7            | -                     | -                     | -                            | -                |
|                                    |             | 481196923.9      | 467392023.5        |                        |                         | 233402801.3           | 234571209.1           | 476199389.7                  | 484585281.8      |
| Punto de rocío - HC                | °F          | 91.96            | 91.11              | -                      | -                       | 97.47                 | 97.47                 | 2.610                        | 104.3            |
| Contenido de Agua                  | lb/MMSCF    | 141.4            | 141.0              | 140.5                  | 115.2                   | 115.0                 | 110.1                 | 63.50                        | 56.60            |
| Punto de rocío - Agua              | °F          | -                | 91.14              | 90.94                  | 120.0                   | 119.9                 | 118.3                 | 119.2                        | 114.5            |
| Propiedades Hidrocarburos Líquidos |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual           | bpd         | 807.1            | 0.6571             | 1.089                  | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| Flujo volumétrico estándar         | sbpd        | 789.1            | 0.6429             | 1.065                  | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |

| Año 2040                    |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|-----------------------------|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD     |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente       |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Densidad másica             | lb/ft3      | 44.30            | 44.34              | 44.33                  | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| Viscosidad cinemática       | cSt         | 0.6106           | 0.6143             | 0.6141                 | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| Viscosidad Dinámica         | cP          | 0.4333           | 0.4363             | 0.4361                 | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| Conductividad térmica       | Btu/h-ft-°F | 0.0598           | 0.0599             | 0.0599                 | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| Capacidad calorífica másica | Btu/lb-°F   | 0.4698           | 0.4692             | 0.4691                 | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| RVP a 37.8°C                | psig        | 47.04            | 45.80              | 45.72                  | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| TVP a 37.8°C                | psig        | 258.4            | 252.5              | 251.9                  | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| <b>Propiedades Agua</b>     |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual    | bpd         | 773.1            | 0.2005             | 0.3747                 | 9.290                   | 4.678                 | 5.592                 | 17.90                        | 797.8            |
| Flujo volumétrico estándar  | sbpd        | 763.0            | 0.1979             | 0.3699                 | 9.072                   | 4.569                 | 5.465                 | 17.53                        | 783.0            |
| Densidad másica             | lb/ft3      | 62.53            | 62.55              | 62.55                  | 61.87                   | 61.87                 | 61.91                 | 62.06                        | 62.18            |
| Viscosidad cinemática       | cSt         | 0.7421           | 0.7492             | 0.7508                 | 0.5596                  | 0.5601                | 0.5684                | 0.5621                       | 0.5870           |
| Viscosidad Dinámica         | cP          | 0.7433           | 0.7506             | 0.7523                 | 0.5546                  | 0.5551                | 0.5637                | 0.5588                       | 0.5846           |
| Conductividad térmica       | Btu/h-ft-°F | 0.3599           | 0.3595             | 0.3594                 | 0.3709                  | 0.3709                | 0.3703                | 0.3707                       | 0.3690           |
| Capacidad calorífica másica | Btu/lb-°F   | 1.030            | 1.030              | 1.030                  | 1.030                   | 1.030                 | 1.030                 | 1.027                        | 1.027            |

| Año 2041                     |        |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|------------------------------|--------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD      |        | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente        |        | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| <b>Propiedades Generales</b> |        |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Fracción Vapor               |        | 0.9545           | 1.0000             | 0.9999                 | 0.9992                  | 0.9992                | 0.9991                | 0.9990                       | 0.9574           |
| Temperatura                  | °F     | 95.00            | 94.03              | 93.78                  | 120.0                   | 119.9                 | 118.3                 | 119.1                        | 114.3            |
| Presión                      | psig   | 250.0            | 244.1              | 243.5                  | 840.0                   | 839.9                 | 839.7                 | 2049.9                       | 2047.9           |
| Flujo molar                  | MMSCFD | 115.0            | 106.4              | 106.4                  | 106.4                   | 42.01                 | 64.42                 | 106.3                        | 111.6            |
| Flujo másico                 | lb/h   | 251372.9         | 228302.2           | 228302.2               | 228279.9                | 90110.5               | 138169.4              | 228099.2                     | 244039.3         |

| Año 2041                                  |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|---|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD                   |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente                     |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Flujo volumétrico estándar                | sbpd        | 20364679.5       | 18853893.5         | 18853893.5             | 18852919.2              | 7441941.8             | 11410977.4            | 18836743.1                   | 19758662.7       |
| Entalpía másica                           | Btu/lb      | -1882.2          | -1717.8            | -1718.0                | -1724.7                 | -1724.8               | -1725.8               | -1758.3                      | -1926.7          |
| Peso molecular                            |             | 19.91            | 19.53              | 19.53                  | 19.53                   | 19.53                 | 19.53                 | 19.54                        | 19.92            |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 0.9761           | 0.8955             | 0.8938                 | 3.087                   | 3.087                 | 3.099                 | 8.373                        | 9.130            |
| Heat Flow                                 | Btu/h       | -                | -                  | -                      | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
|   |             | 473136996.2      | 392181985.6        | 392211689.2594         | 393712934.9056          | 155419665.3           | 238451601.2           | 401065449.7                  | 470202037.7      |
| <b>Propiedades del vapor</b>              |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo de gas actual                       | ACFM        | 4287.2           | 4249.0             | 4257.0                 | 1232.6                  | 486.4                 | 742.9                 | 454.0                        | 443.0            |
| Flujo de gas a cond. estándar             | MMSCFD      | 109.5            | 106.2              | 106.2                  | 106.1                   | 41.90                 | 64.24                 | 106.0                        | 106.6            |
| Peso molecular                            |             | 19.54            | 19.53              | 19.53                  | 19.54                   | 19.54                 | 19.54                 | 19.54                        | 20.01            |
| Flujo másico                              | lb/h        | 235433.8         | 228289.6           | 228279.7               | 228113.5                | 90044.2               | 138055.1              | 227881.3                     | 234644.1         |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 0.9152           | 0.8955             | 0.8938                 | 3.085                   | 3.085                 | 3.097                 | 8.366                        | 8.828            |
| Viscosidad Cinemática                     | cSt         | 0.8141           | 0.8302             | 0.8314                 | 0.2762                  | 0.2761                | 0.2746                | 0.1364                       | 0.1325           |
| Viscosidad Dinámica                       | cP          | 0.0119           | 0.0119             | 0.0119                 | 0.0136                  | 0.0136                | 0.0136                | 0.0183                       | 0.0187           |
| Conductividad térmica                     | Btu/h-ft-°F | 0.0195           | 0.0195             | 0.0195                 | 0.0229                  | 0.0229                | 0.0229                | 0.0305                       | 0.0308           |
| Capacidad calorífica másica               | Btu/lb-°F   | 0.5274           | 0.5264             | 0.5263                 | 0.6070                  | 0.6070                | 0.6073                | 0.7573                       | 0.7683           |
| Factor Z                                  |             | 0.9491           | 0.9500             | 0.9500                 | 0.8702                  | 0.8701                | 0.8688                | 0.7763                       | 0.7588           |
| Cp/Cv                                     |             | 1.319            | 1.318              | 1.318                  | 1.457                   | 1.457                 | 1.460                 | 1.755                        | 1.790            |
| Heat Flow                                 | Btu/h       | -                | -                  | -392139370.4           | -392583979.7            | -                     | -                     | -                            | -                |
|   |             | 404355816.4      | 392141215.8        |                        |                         | 154969852.9           | 237675649.6           | 399587892.0                  | 406445596.6      |
| Punto de rocío - HC                       | °F          | 94.96            | 93.99              | 93.74                  | 100.7                   | 100.7                 | 100.7                 | 2.977                        | 104.5            |
| Contenido de Agua                         | lb/MMSCF    | 155.1            | 153.7              | 152.9                  | 115.5                   | 115.2                 | 110.5                 | 63.31                        | 56.24            |
| Punto de rocío - Agua                     | °F          | 94.99            | 94.02              | 93.77                  | 120.0                   | 119.9                 | 118.3                 | 119.0                        | 114.3            |
| <b>Propiedades Hidrocarburos Líquidos</b> |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                  | bpd         | 655.4            | 0.7472             | 1.331                  | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| Flujo volumétrico estándar                | sbpd        | 639.5            | 0.7296             | 1.300                  | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 44.32            | 44.33              | 44.32                  | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| Viscosidad cinemática                     | cSt         | 0.6085           | 0.6111             | 0.6104                 | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| Viscosidad Dinámica                       | cP          | 0.4320           | 0.4339             | 0.4333                 | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |

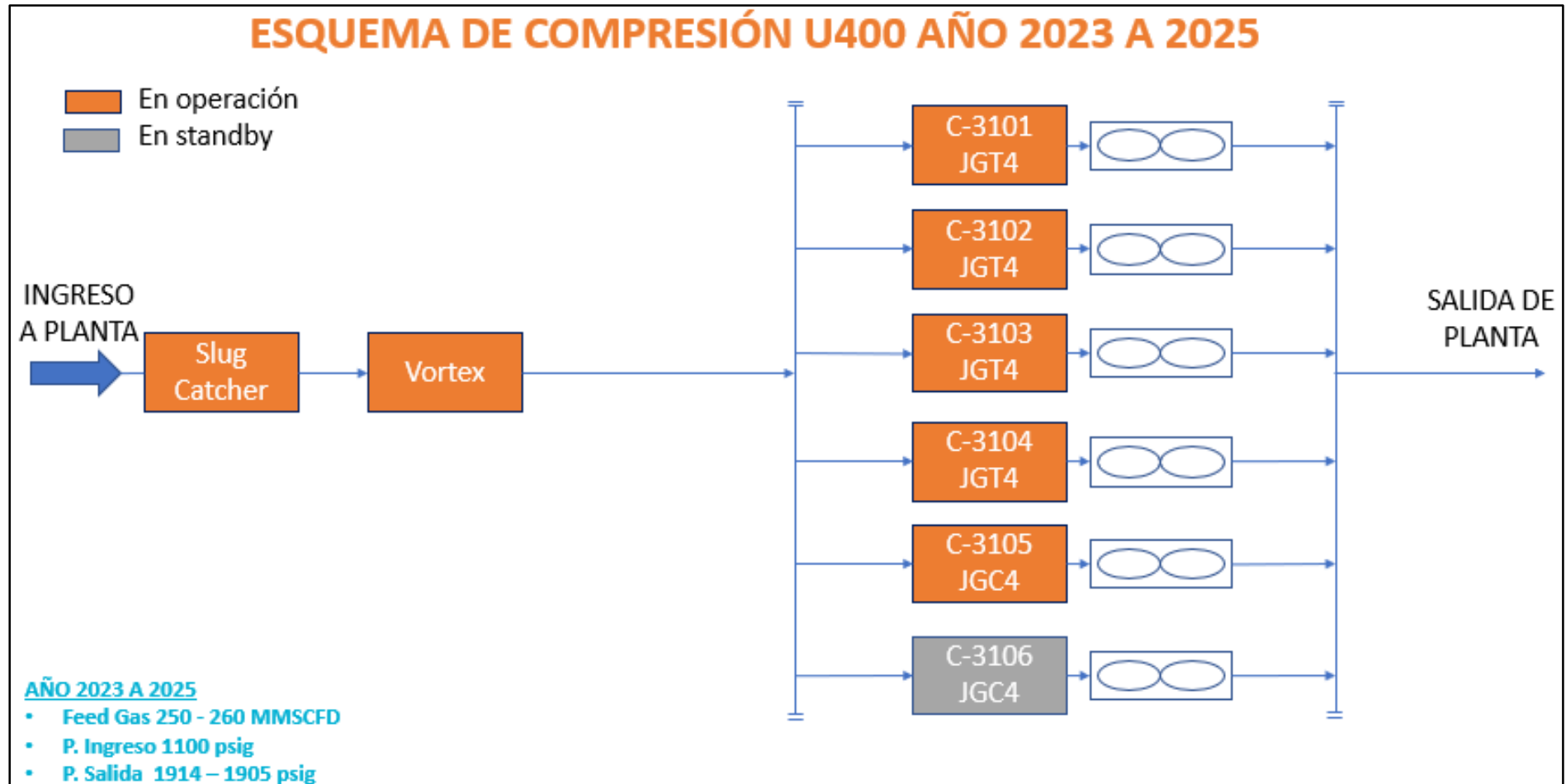
| Año 2041                    |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|-----------------------------|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD     |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente       |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Conductividad térmica       | Btu/h-ft-°F | 0.0598           | 0.0598             | 0.0599                 | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| Capacidad calorífica másica | Btu/lb-°F   | 0.4706           | 0.4701             | 0.4701                 | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| RVP a 37.8°C                | psig        | 45.73            | 44.79              | 44.78                  | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| TVP a 37.8°C                | psig        | 255.2            | 250.2              | 249.8                  | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| <b>Propiedades Agua</b>     |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual    | bpd         | 626.0            | 0.3351             | 0.5938                 | 11.498                  | 4.581                 | 7.895                 | 15.01                        | 645.8            |
| Flujo volumétrico estándar  | sbpd        | 617.0            | 0.3304             | 0.5856                 | 11.229                  | 4.474                 | 7.716                 | 14.70                        | 633.9            |
| Densidad másica             | lb/ft3      | 62.45            | 62.47              | 62.48                  | 61.87                   | 61.87                 | 61.91                 | 62.06                        | 62.18            |
| Viscosidad cinemática       | cSt         | 0.7183           | 0.7259             | 0.7278                 | 0.5596                  | 0.5602                | 0.5682                | 0.5629                       | 0.5884           |
| Viscosidad Dinámica         | cP          | 0.7185           | 0.7264             | 0.7284                 | 0.5546                  | 0.5552                | 0.5635                | 0.5596                       | 0.5861           |
| Conductividad térmica       | Btu/h-ft-°F | 0.3612           | 0.3607             | 0.3606                 | 0.3709                  | 0.3709                | 0.3703                | 0.3706                       | 0.3689           |
| Capacidad calorífica másica | Btu/lb-°F   | 1.030            | 1.030              | 1.030                  | 1.030                   | 1.030                 | 1.030                 | 1.027                        | 1.027            |

| Año 2042                     |        |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|------------------------------|--------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD      |        | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente        |        | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| <b>Propiedades Generales</b> |        |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Fracción Vapor               |        | 0.9696           | 1.0000             | 0.9999                 | 0.9993                  | 0.9993                | 0.9992                | 0.9990                       | 0.9729           |
| Temperatura                  | °F     | 94.00            | 93.02              | 92.77                  | 120.0                   | 119.9                 | 118.3                 | 119.0                        | 114.6            |
| Presión                      | psig   | 250.0            | 244.4              | 243.9                  | 841.0                   | 841.0                 | 840.7                 | 2050.0                       | 2048.2           |
| Flujo molar                  | MMSCFD | 101.9            | 95.76              | 95.76                  | 95.75                   | 32.10                 | 63.65                 | 95.68                        | 98.78            |
| Flujo másico                 | lb/h   | 222963.0         | 205371.1           | 205371.1               | 205350.7                | 68844.7               | 136506.1              | 205205.9                     | 216325.2         |
| Flujo volumétrico estándar   | sbpd   | 18043778.6       | 16962929.6         | 16962929.6             | 16962021.9              | 5686586.7             | 11275435.2            | 16949062.1                   | 17495301.3       |
| Entalpía másica              | Btu/lb | -1813.0          | -1718.1            | -1718.3                | -1724.4                 | -1724.5               | -1725.5               | -1758.5                      | -1856.0          |
| Peso molecular               |        | 19.93            | 19.53              | 19.53                  | 19.53                   | 19.53                 | 19.53                 | 19.53                        | 19.94            |

| Año 2042                                  |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|---|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD                   |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente                     |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 0.9643           | 0.8986             | 0.8973                 | 3.090                   | 3.091                 | 3.103                 | 8.374                        | 9.002            |
| Heat Flow                                 | Btu/h       | -<br>404228826.8 | -<br>352857668.6   | -<br>352885228.2476    | -<br>354108744.1224     | -<br>118723043.7      | -<br>235544061.3      | -<br>360852714.2             | -<br>401496945.1 |
| <b>Propiedades del vapor</b>              |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo de gas actual                       | ACFM        | 3850.2           | 3809.0             | 3814.4                 | 1107.6                  | 371.2                 | 733.2                 | 408.4                        | 399.1            |
| Flujo de gas a cond. estándar             | MMSCFD      | 98.59            | 95.58              | 95.57                  | 95.51                   | 32.02                 | 63.48                 | 95.40                        | 95.93            |
| Peso molecular                            |             | 19.53            | 19.53              | 19.53                  | 19.53                   | 19.53                 | 19.53                 | 19.53                        | 20.00            |
| Flujo másico                              | lb/h        | 211847.7         | 205359.5           | 205350.7               | 205220.2                | 68800.3               | 136405.7              | 205011.1                     | 211034.2         |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 0.9170           | 0.8986             | 0.8973                 | 3.088                   | 3.089                 | 3.101                 | 8.367                        | 8.813            |
| Viscosidad Cinemática                     | cSt         | 0.8113           | 0.8261             | 0.8269                 | 0.2759                  | 0.2758                | 0.2743                | 0.1364                       | 0.1327           |
| Viscosidad Dinámica                       | cP          | 0.0119           | 0.0119             | 0.0119                 | 0.0136                  | 0.0136                | 0.0136                | 0.0183                       | 0.0187           |
| Conductividad térmica                     | Btu/h-ft-°F | 0.0195           | 0.0194             | 0.0194                 | 0.0229                  | 0.0229                | 0.0229                | 0.0305                       | 0.0308           |
| Capacidad calorífica másica               | Btu/lb-°F   | 0.5271           | 0.5262             | 0.5261                 | 0.6071                  | 0.6072                | 0.6075                | 0.7574                       | 0.7678           |
| Factor Z                                  |             | 0.9489           | 0.9496             | 0.9496                 | 0.8701                  | 0.8700                | 0.8687                | 0.7762                       | 0.7595           |
| Cp/Cv                                     |             | 1.320            | 1.319              | 1.319                  | 1.457                   | 1.458                 | 1.460                 | 1.756                        | 1.788            |
| Heat Flow                                 | Btu/h       | -<br>363913661.2 | -<br>352819772.9   | -352818484.5           | -353223376.9            | -<br>118422091.8      | -<br>234862982.1      | -<br>359531115.7             | -<br>365593188.5 |
| Punto de rocío - HC                       | °F          | 93.96            | 92.98              | 92.74                  | 99.49                   | 99.49                 | 99.50                 | 2.939                        | 102.8            |
| Contenido de Agua                         | lb/MMSCF    | 150.4            | 148.8              | 148.0                  | 115.4                   | 115.0                 | 110.3                 | 63.14                        | 56.70            |
| Punto de rocío - Agua                     | °F          | 93.99            | 93.01              | 92.77                  | 120.0                   | 119.8                 | 118.3                 | 118.9                        | 114.6            |
| <b>Propiedades Hidrocarburos Líquidos</b> |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual                  | bpd         | 583.1            | 0.6759             | 1.196                  | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| Flujo volumétrico estándar                | sbpd        | 569.3            | 0.6604             | 1.169                  | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| Densidad másica                           | lb/ft3      | 44.33            | 44.34              | 44.32                  | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| Viscosidad cinemática                     | cSt         | 0.6099           | 0.6120             | 0.6112                 | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| Viscosidad Dinámica                       | cP          | 0.4330           | 0.4347             | 0.4340                 | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| Conductividad térmica                     | Btu/h-ft-°F | 0.0598           | 0.0598             | 0.0598                 | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| Capacidad calorífica másica               | Btu/lb-°F   | 0.4702           | 0.4698             | 0.4698                 | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| RVP a 37.8°C                              | psig        | 46.19            | 45.34              | 45.37                  | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |

| Año 2042                    |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
|-----------------------------|-------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| Número de corriente PFD     |             | 1                | 2                  | 3                      | 4                       | 5                     | 6                     | 7                            | 8                |
| Descripción Corriente       |             | Ingreso a planta | Colector Principal | Succión Compr. Booster | Descarga Compr. Booster | Ingreso JGT4 Manifold | Ingreso JCG4 Manifold | Colector principal de salida | Salida de Planta |
| TVP a 37.8°C                | psig        | 256.3            | 251.6              | 251.4                  | -                       | -                     | -                     | -                            | -                |
| <b>Propiedades Agua</b>     |             |                  |                    |                        |                         |                       |                       |                              |                  |
| Flujo volumétrico actual    | bpd         | 346.8            | 0.3131             | 0.5507                 | 9.017                   | 3.065                 | 6.930                 | 13.42                        | 363.8            |
| Flujo volumétrico estándar  | sbpd        | 342.0            | 0.3088             | 0.5433                 | 8.806                   | 2.993                 | 6.772                 | 13.15                        | 357.0            |
| Densidad másica             | lb/ft3      | 62.47            | 62.50              | 62.51                  | 61.87                   | 61.87                 | 61.91                 | 62.06                        | 62.17            |
| Viscosidad cinemática       | cSt         | 0.7261           | 0.7339             | 0.7359                 | 0.5596                  | 0.5604                | 0.5683                | 0.5634                       | 0.5867           |
| Viscosidad Dinámica         | cP          | 0.7266           | 0.7347             | 0.7368                 | 0.5546                  | 0.5554                | 0.5637                | 0.5601                       | 0.5843           |
| Conductividad térmica       | Btu/h-ft-°F | 0.3607           | 0.3603             | 0.3602                 | 0.3709                  | 0.3709                | 0.3703                | 0.3706                       | 0.3690           |
| Capacidad calorífica másica | Btu/lb-°F   | 1.030            | 1.030              | 1.030                  | 1.030                   | 1.030                 | 1.030                 | 1.027                        | 1.027            |

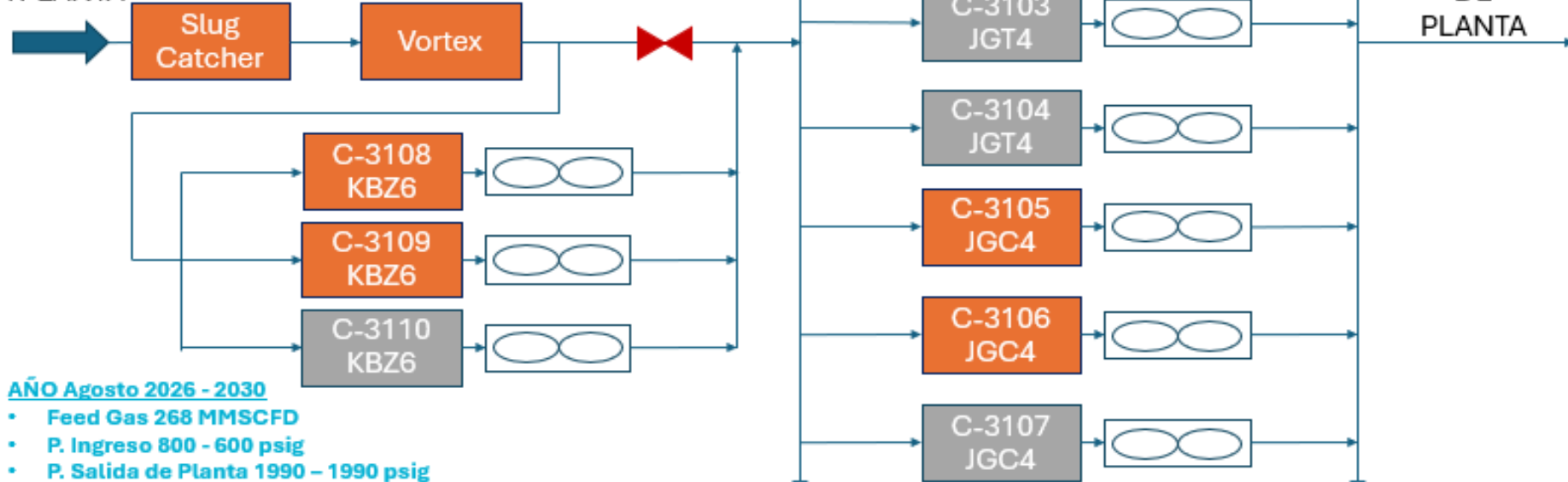
## Anexo 14. Esquemas de Configuración de Compresores



## ESQUEMA DE COMPRESIÓN U400 AÑO 2026 A 2030

En operación  
 En standby

INGRESO  
A PLANTA



AÑO Agosto 2026 - 2030

- Feed Gas 268 MMSCFD
- P. Ingreso 800 - 600 psig
- P. Salida de Planta 1990 - 1990 psig

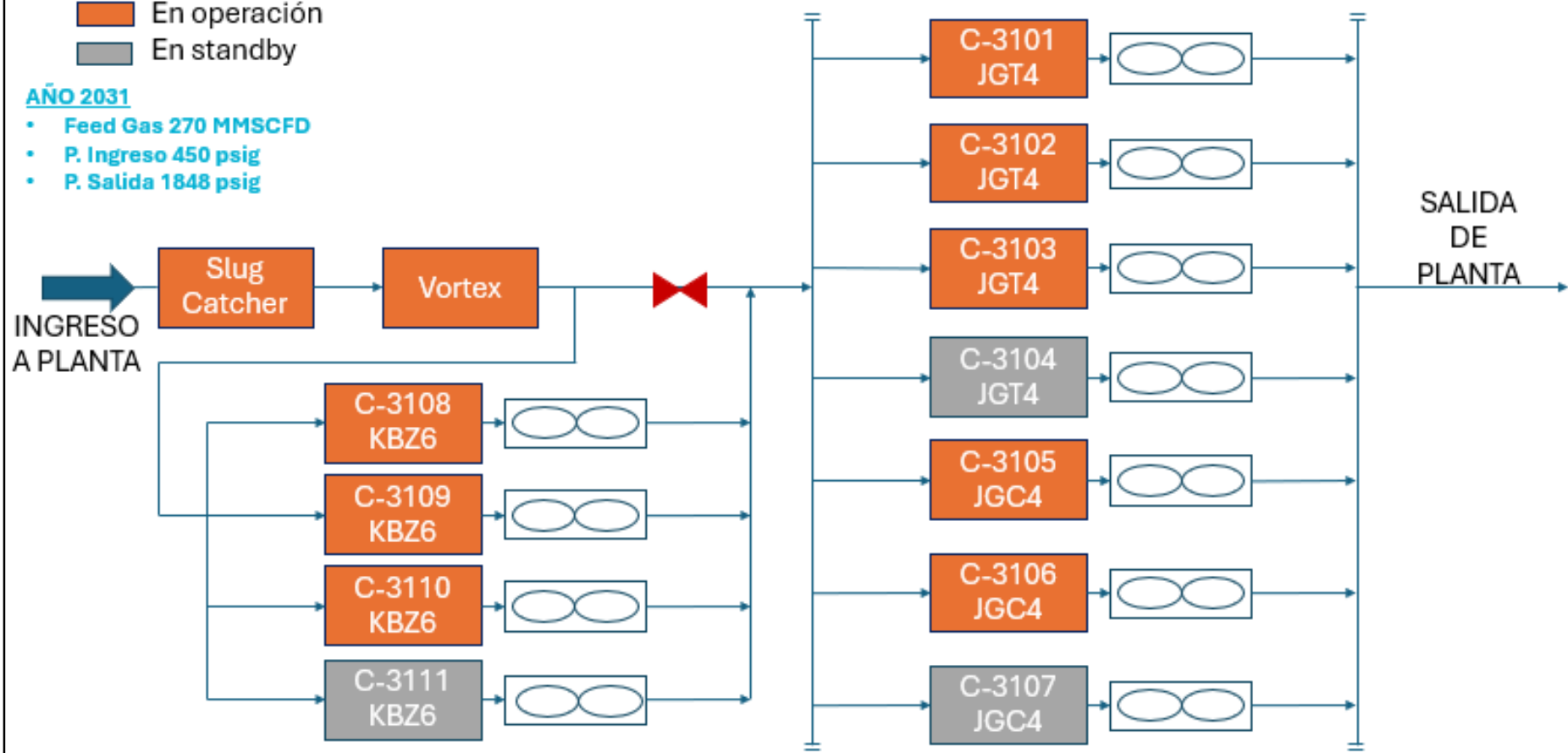


## ESQUEMA DE COMPRESIÓN U400 AÑO 2031

- En operación
- En standby

### AÑO 2031

- Feed Gas 270 MMSCFD
- P. Ingreso 450 psig
- P. Salida 1848 psig

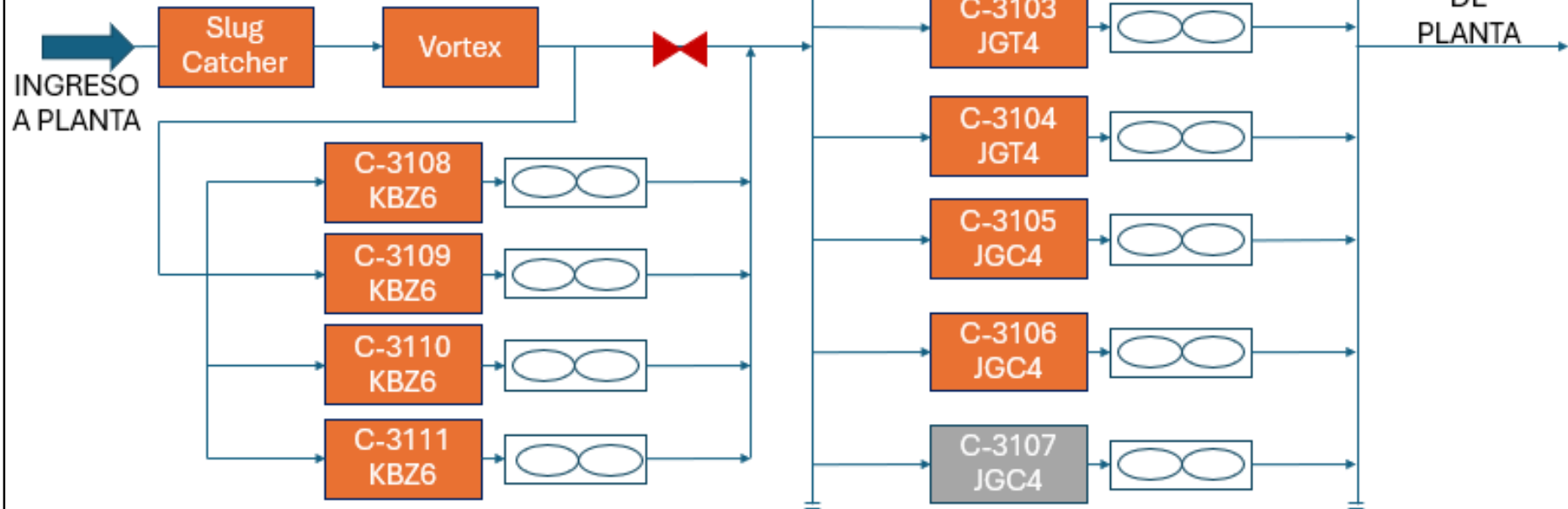


## ESQUEMA DE COMPRESIÓN U400 AÑO 2032 a 2035

- En operación
- En standby

### AÑO 2032 a 2035

- Feed Gas 240 a 270 MMSCFD
- P. Ingreso 285 - 300 psig
- P. Salida 1776 - 1890 psig

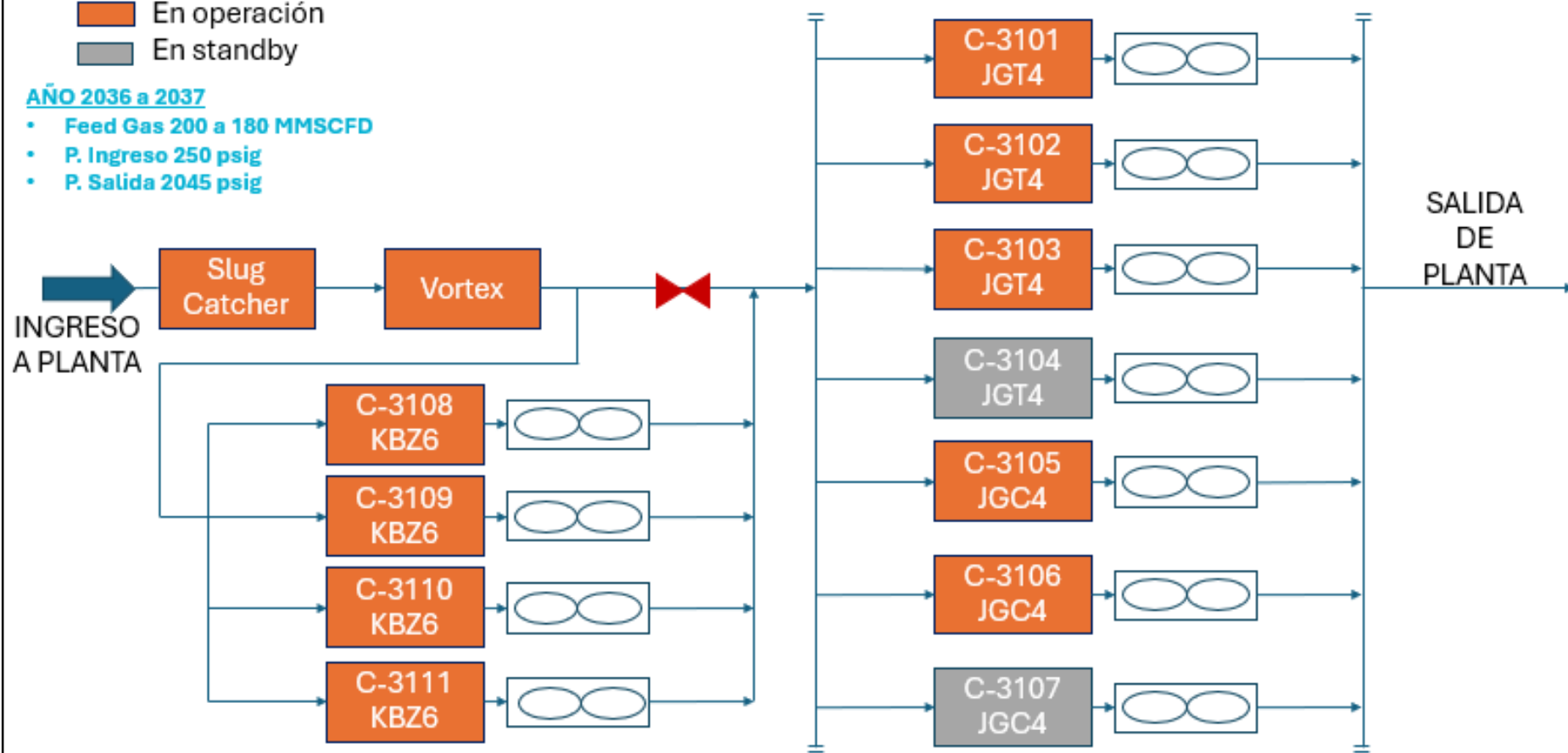


## ESQUEMA DE COMPRESIÓN U400 AÑO 2036 a 2037

- En operación
- En standby

### AÑO 2036 a 2037

- Feed Gas 200 a 180 MMSCFD
- P. Ingreso 250 psig
- P. Salida 2045 psig

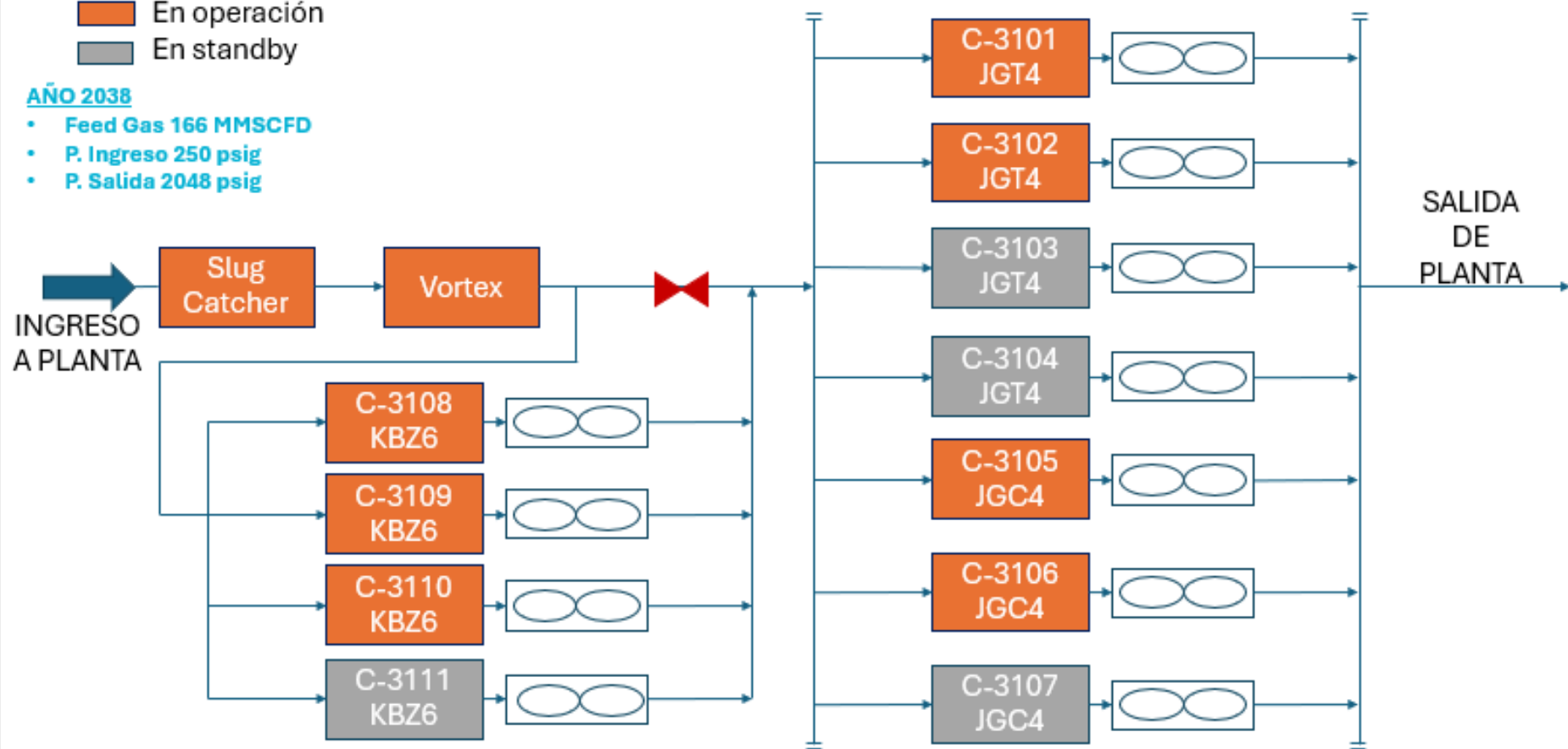


## ESQUEMA DE COMPRESIÓN U400 AÑO 2038

En operación  
 En standby

### AÑO 2038

- Feed Gas 166 MMSCFD
- P. Ingreso 250 psig
- P. Salida 2048 psig

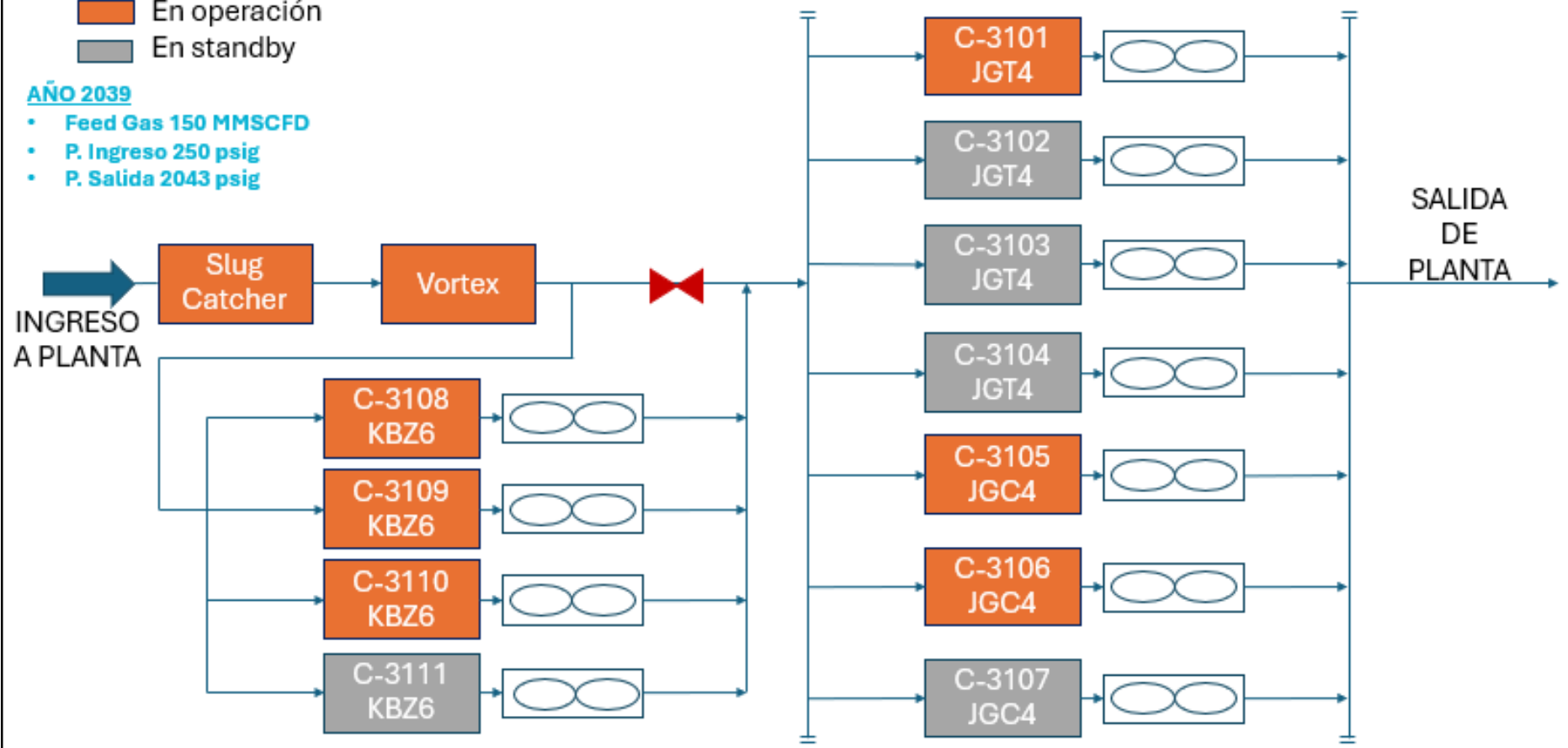


## ESQUEMA DE COMPRESIÓN U400 AÑO 2039

En operación  
 En standby

### AÑO 2039

- Feed Gas 150 MMSCFD
- P. Ingreso 250 psig
- P. Salida 2043 psig

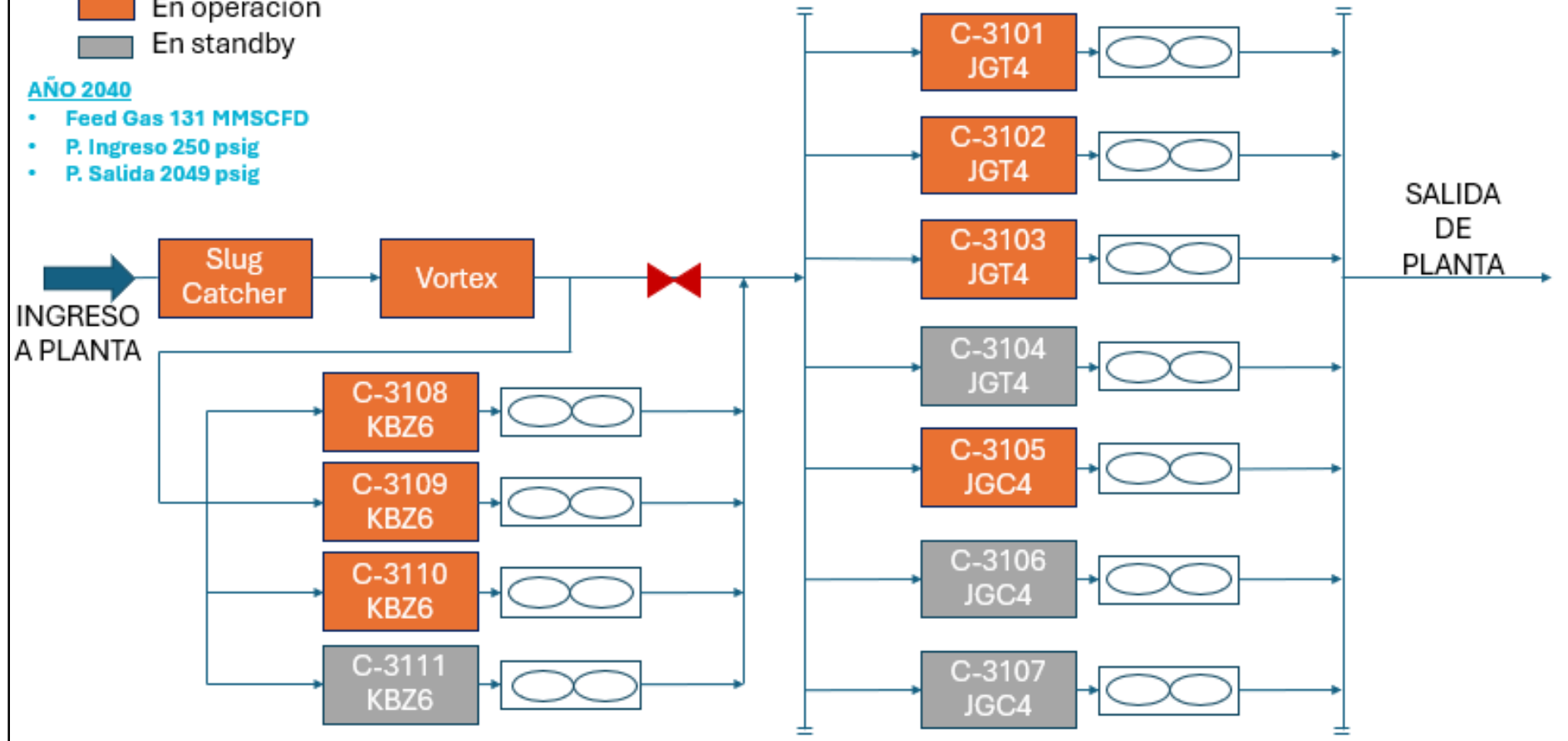


## ESQUEMA DE COMPRESIÓN U400 AÑO 2040

- En operación
- En standby

### AÑO 2040

- Feed Gas 131 MMSCFD
- P. Ingreso 250 psig
- P. Salida 2049 psig

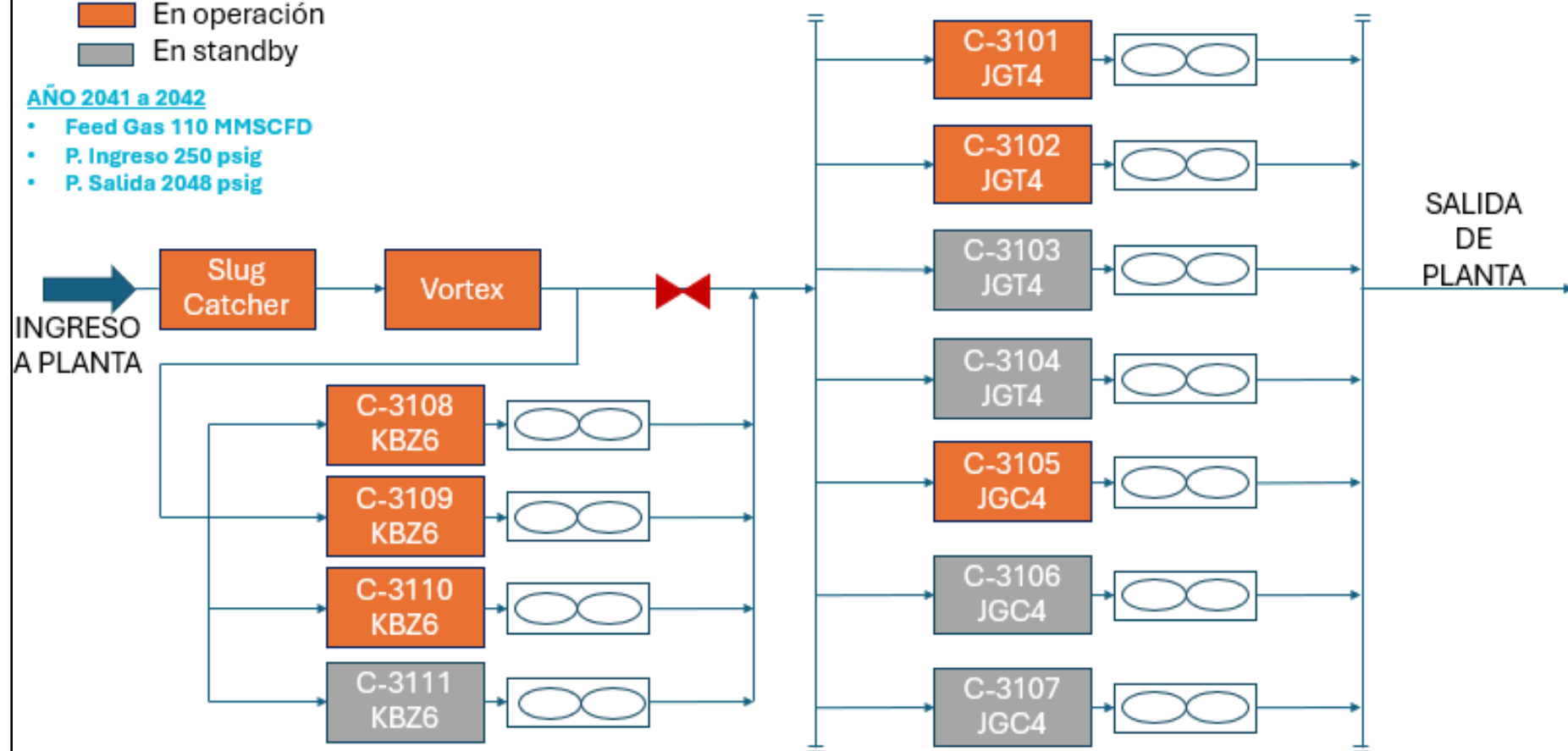


## ESQUEMA DE COMPRESIÓN U400 AÑO 2041 A 2042

- En operación
- En standby

### AÑO 2041 a 2042

- Feed Gas 110 MMSCFD
- P. Ingreso 250 psig
- P. Salida 2048 psig



## Anexo 15. Fichas Técnicas de Compresores

### COMPRESOR MODELO ARIEL JGT4

## ARIEL CORPORATION

### JGE/JGK/JGT



WORLD STANDARD  
COMPRESSORS



|   | JGE    |       |       | JGK    |       |       | JGT   |       |       |
|---|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Number of Throws                        | 2      | 4     | 6     | 2      | 4     | 6     | 2     | 4     | 6     |
| Rated Power (BHP)                       | 1,070  | 2,140 | 3,210 | 1,270  | 2,540 | 3,810 | 1,300 | 2,600 | 3,900 |
| Rated Power (kW)                        | 798    | 1,596 | 2,394 | 947    | 1,894 | 2,841 | 969   | 1,939 | 2,908 |
| Stroke (in)                             | 4.5    |       |       | 5.5    |       |       | 4.5   |       |       |
| Stroke (mm)                             | 114    |       |       | 140    |       |       | 114   |       |       |
| Maximum RPM                             | 1,500  |       |       | 1,200  |       |       | 1,500 |       |       |
| Piston Speed (FPM)                      | 1,125  |       |       | 1,100  |       |       | 1,125 |       |       |
| Piston Speed (m/s)                      | 5.72   |       |       | 5.59   |       |       | 5.72  |       |       |
| Total Rod Load (lbs)                    | 60,000 |       |       | 74,000 |       |       |       |       |       |
| Total Rod Load (kN)                     | 267    |       |       | 329    |       |       |       |       |       |
| Rod Load Tension (lbs)                  | 30,000 |       |       | 37,000 |       |       |       |       |       |
| Rod Load Tension (kN)                   | 133    |       |       | 165    |       |       |       |       |       |
| Rod Load Compression (lbs)              | 32,000 |       |       | 40,000 |       |       |       |       |       |
| Rod Load Compression (kN)               | 142    |       |       | 178    |       |       |       |       |       |
| Rod Diameter (in)                       |        |       |       | 2.0    |       |       |       |       |       |
| Rod Diameter (mm)                       |        |       |       | 51     |       |       |       |       |       |
| Crankshaft Centerline, from bottom (in) |        |       |       | 17     |       |       |       |       |       |
| Crankshaft Centerline, from bottom (mm) |        |       |       | 432    |       |       |       |       |       |



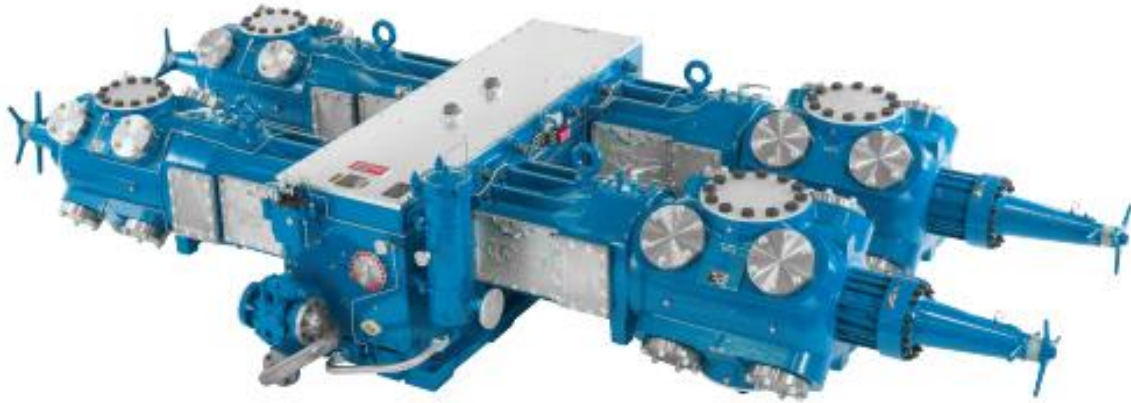
## COMPRESOR MODELO ARIEL JGC4

# ARIEL CORPORATION

## JGC/JGD/JGF



WORLD STANDARD  
COMPRESSORS



|   | JGC     |       |       | JGD   |       |       | JGF   |       |       |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Number of Throws                        | 2       | 4     | 6     | 2     | 4     | 6     | 2     | 4     | 6     |
| Rated Power (BHP)                       | 2,070   | 4,140 | 6,210 | 2,070 | 4,140 | 6,210 | 2,070 | 4,140 | 6,210 |
| Rated Power (kW)                        | 1,544   | 3,087 | 4,631 | 1,544 | 3,087 | 4,631 | 1,544 | 3,087 | 4,631 |
| Stroke (in)                             | 6.5     |       |       | 5.5   |       |       | 5.0   |       |       |
| Stroke (mm)                             | 165     |       |       | 140   |       |       | 127   |       |       |
| Maximum RPM                             | 1,000   |       |       | 1,200 |       |       | 1,200 | 1,400 |       |
| Piston Speed (FPM)                      | 1,083   |       |       | 1,100 |       |       | 1,000 | 1,167 |       |
| Piston Speed (m/s)                      | 5.5     |       |       | 5.59  |       |       | 5.1   | 5.9   |       |
| Total Rod Load (lbs)                    | 114,000 |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Total Rod Load (kN)                     | 507     |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Rod Load Tension (lbs)                  | 57,000  |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Rod Load Tension (kN)                   | 254     |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Rod Load Compression (lbs)              | 60,000  |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Road Load Compression (kN)              | 267     |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Rod Diameter (in)                       | 2.5     |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Rod Diameter (mm)                       | 64      |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Crankshaft Centerline, from bottom (in) | 22      |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Crankshaft Centerline, from bottom (mm) | 559     |       |       |       |       |       |       |       |       |

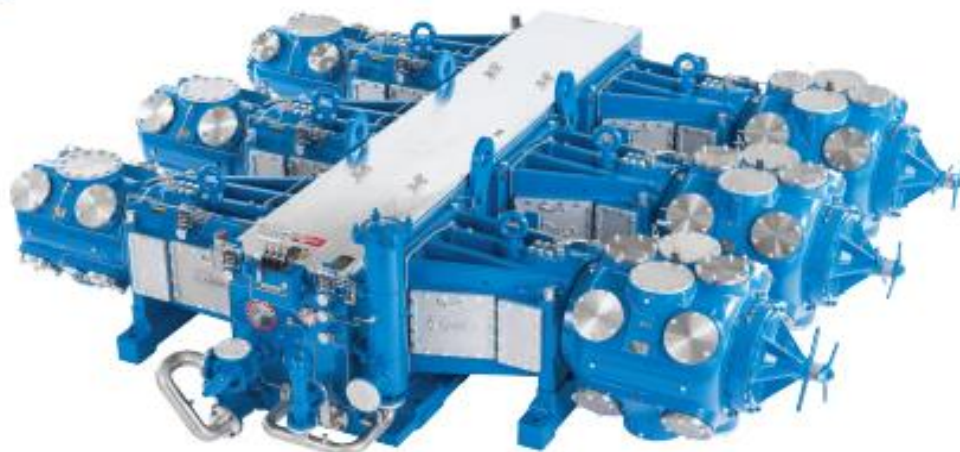
## COMPRESOR MODELO ARIEL KBZ6

# ARIEL CORPORATION

## KBU/KBZ



WORLD STANDARD  
COMPRESSORS



|   | KBU     |       |       | KBZ   |       |       |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Number of Throws                        | 2       | 4     | 6     | 2     | 4     | 6     |
| Rated Power (BHP)                       | 2,600   | 5,200 | 7,800 | 2,600 | 5,200 | 7,800 |
| Rated Power (kW)                        | 1,939   | 3,878 | 5,816 | 1,939 | 3,878 | 5,816 |
| Stroke (in)                             | 5.75    |       |       | 6.75  |       |       |
| Stroke (mm)                             | 146     |       |       | 171   |       |       |
| Maximum RPM                             | 1,200   |       |       | 1,000 |       |       |
| Piston Speed (FPM)                      | 1,150   |       |       | 1,125 |       |       |
| Piston Speed (m/s)                      | 5.84    |       |       | 5.71  |       |       |
| Total Rod Load (lbs)                    | 150,000 |       |       |       |       |       |
| Total Rod Load (kN)                     | 667     |       |       |       |       |       |
| Rod Load Tension (lbs)                  | 75,000  |       |       |       |       |       |
| Rod Load Tension (kN)                   | 334     |       |       |       |       |       |
| Rod Load Compression (lbs)              | 80,000  |       |       |       |       |       |
| Rod Load Compression (kN)               | 356     |       |       |       |       |       |
| Rod Diameter (in)                       | 2.875   |       |       |       |       |       |
| Rod Diameter (mm)                       | 73      |       |       |       |       |       |
| Crankshaft Centerline, from bottom (in) | 24      |       |       |       |       |       |
| Crankshaft Centerline, from bottom (mm) | 610     |       |       |       |       |       |

## Anexo 16. Procedimiento de Simulación Software Ariel 7.0

Imagen A: Pestaña Service/Stage Data

Case 18 | 2040 - 3 | Ambient Temp | 100.00 F

Service 1

Service: Service 1 | Suct Line Press: 242.60 psig | Number of Stages: 1 | Recommend Stages | ReCalculate

Target Flow: 126.300 MMSCFD | Press Loss: 1.00 % | Field Gas | Analysis | ☒ Estimate Pressure Loss

Estimated: 9561.90 BHP | Temp: 92.00 F | ☐ Add Acoustic Pressure Loss

☐ 0.6728 Specific Gravity | ☐ Press Loss In Pressure

☐ 100.00 Humidity | ☒ Press Loss In Percent

Disch Line Press: 843.00 psig

242.60 psig | Service 1 | 240.03 psig | Discharge: 853.00 psig | Cooler, F: 120.00

92.00 F | 126.300 MMSCFD | 0.6728 SG | 100.00 Humidity, %

☐ Liquid Dropout | ☐ Side Stream

| Stage | Enable                              | Disch Press | Disch Cooler                               | Calc                                | N      | Zs     | Zd     | Suct (F) | Disch (F) | Suct (psig) | Disch (psig) | Ratio | Side Flow      | Side Flow | Side Flow   | Condensate  | Enter Gas  | Stage     |
|-------|-------------------------------------|-------------|--|-------------------------------------|--------|--------|--------|----------|-----------|-------------|--------------|-------|----------------|-----------|-------------|-------------|------------|-----------|
| Stage | Stage                               | Loss (%)    | Temp (F)                                   | N & Zs                              | N      | Zs     | Zd     | Suct (F) | Disch (F) | Suct (psig) | Disch (psig) | Ratio | [+ -] (MMSCFD) | Temp (F)  | Sp. Gravity | Dropout (%) | into Stage | Configure |
| 1     | <input checked="" type="checkbox"/> | 2.00        | <input checked="" type="checkbox"/> 120.00 | <input checked="" type="checkbox"/> | 1.2584 | 0.9505 | 0.9419 | 92.00    | 250.13    | 240.03      | 853.00       | 3.412 | 0.000          | N/A       | N/A         | 0.00        | 0.6728     | Configure |

Imagen B: Pestaña System – Composición

Stage 1 Gas Analysis... (Service)

242.60 psig | Service | 240.03 psig | Discharge: 853.00 psig | Cooler, F: 120.00

92.00 F | 126.300 MMSCFD | 0.6728 SG | 100.00 Humidity, %

☐ Liquid Dropout | ☐ Side Stream

| Name             | Symbol | Main Stream mole, % | Vapor    |
|------------------|--------|---------------------|----------|
| WATER            | H2O    | 0.30245             | 0.30245  |
| METHANE          | CH4    | 84.48966            | 84.48847 |
| ETHANE           | C2H6   | 7.58719             | 7.58708  |
| PROPANE          | C3H8   | 3.12011             | 3.12006  |
| ISOBUTANE        | C4H10  | 0.41881             | 0.41880  |
| n-BUTANE         | C4H10  | 0.90008             | 0.90006  |
| ISOPENTANE       | C5H12  | 0.32128             | 0.32127  |
| n-PENTANE        | C5H12  | 0.33601             | 0.33600  |
| n-HEXANE         | C6H14  | 0.29019             | 0.29019  |
| n-HEPTANE        | C7H16  | 0.08821             | 0.08821  |
| n-OCTANE         | C8H18  | 0.00273             | 0.00273  |
| n-NONANE         | C9H20  | 0.00001             | 0.00001  |
| n-DECANE         | C10H22 | 0.00000             | 0.00000  |
| NITROGEN         | N2     | 1.91465             | 1.91463  |
| CARBON DIOXIDE   | CO2    | 0.23003             | 0.23002  |
| HYDROGEN SULFIDE | H2S    | 0.00000             | 0.00000  |

| Output                | Value  |
|-----------------------|--------|
| Main Total            | 100.00 |
| Specific Gravity      | 0.6728 |
| N                     | 1.2584 |
| Zs                    | 0.9505 |
| Zd                    | 0.9419 |
| Mole Weight           | 19.49  |
| Density @ Std, lb/ft3 | 0.051  |

|                           | Suction  | Discharge |
|---------------------------|----------|-----------|
| Pressure, psig            | 240.03   | 853.00    |
| Temperature, F            | 92.00    | 250.13    |
| Density, lb/ft3           | 0.879    | 2.352     |
| Enthalpy, Btu/lb          | 230.51   | 304.73    |
| Entropy, Btu/lb-F         | 2.1062   | 2.1062    |
| Speed of Sound, ft/s      | 1291.59  | 1458.91   |
| Pseudo-Pc, psig           | 656.620  | 656.620   |
| Pseudo-Tc, F              | -79.22   | -79.22    |
| Cp, Btu/lb-F              | 0.5335   | 0.6194    |
| Cv, Btu/lb-F              | 0.4063   | 0.4714    |
| K                         | 1.3129   | 1.3141    |
| Z                         | 0.9505   | 0.9419    |
| Internal Energy, Btu/lb   | 177.1027 | 236.6364  |
| JT Coefficient, F/psi     | 0.0688   | 0.0344    |
| Viscosity, lb/ft-s        | 7.38e-06 | 9.24e-06  |
| Thermal Cond., Btu/ft-h-F | 2.11e-02 | 3.11e-02  |
| NHV Mass, Btu/lb          | 20338.74 | 20338.74  |

Select Constituents | Phase Envelope | << >> | Calculate | Field Gas | Ok | Cancel

Imagen C: Pestaña Frame/Cylinder Data

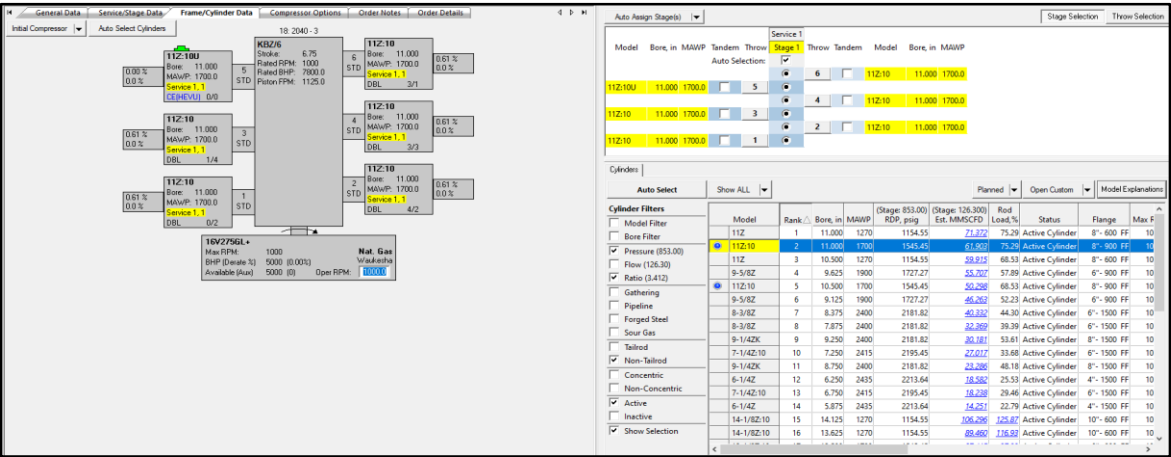


Imagen D: Esquema de Configuración Compresor Modelo JGT4

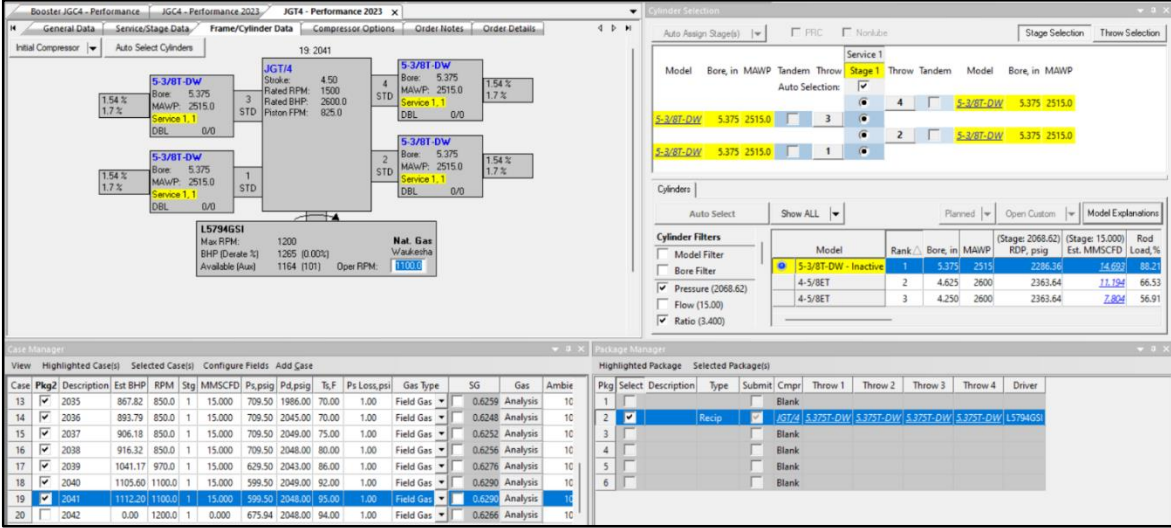
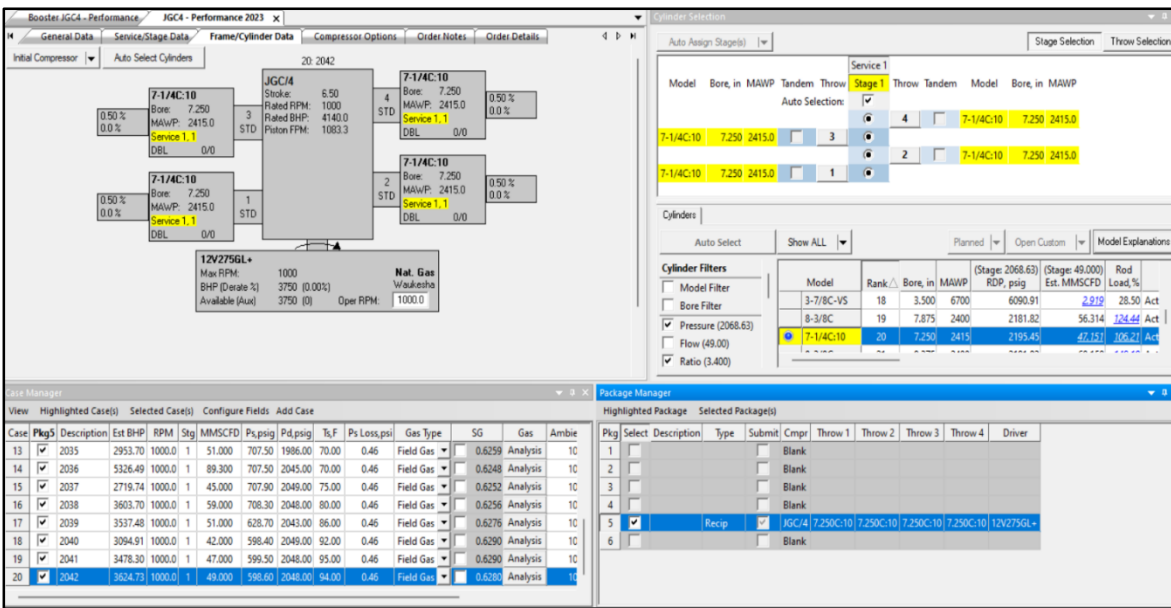


Imagen D: Esquema de Configuración Compresor Modelo JGC4





## Anexo 17. Hoja de Cálculo de Válvulas de Alivios

| GAS RELIEF VALVE SIZING                                    |        |       |                |
|--|--------|-------|----------------|
| Service Description <u>PSV Compresores C-3101/02/03/04</u> |        |       |                |
| REQUIRED AREA SIZE (API 520)                               |        |       |                |
| Set Pressure   | Ps     | barg  | 151.68         |
| Overpressure   |        | %     | 10             |
| Upstream Relieving Pressure                                | P1     | barg  | 166.85         |
| Back Pressure  | Pb, P2 | barg  | 7.6            |
| Required Relief Flow                                       | W      | kg/h  | 34802.01       |
| Molecular Weight   | M      |       | 19.39          |
| Relieving Temperature @ Inlet                              | T      | °C    | 96.39          |
| Compressibility Factor @ Inlet                             | Z      |       | 0.8641         |
| Specific Heats Ratio (Cp/Cv)                               | k      |       | 1.231          |
| Percent of Gauge Back Pressure                             | Pb/Ps  | %     | 5.0            |
| Coefficient  | C      |       | 340            |
| Capacity Correction Factor                                 | Kb     |       | 1.00           |
| Combination Correction Factor                              | Kc     |       | 1              |
| Discharge Coefficient                                      | Kd     |       | 0.975          |
| Critical Flow Pressure                                     | Pcf    | barg  | 92.74          |
| Gas Flow Type  |        |       | Critical       |
| Back to Upstream Pressure Ratio                            | r      | P1/P2 | 0.051          |
| Subcritical Flow coefficient                               | F2     |       | -              |
| Required Effective Discharge Area                          | A      | in2   | 0.517          |
| VALVE & ORIFICE SIZE (API 526)                             |        |       |                |
| Valves Quantity  |        |       | 1              |
| Required Effective Discharge Area                          |        |       | 0.517          |
| Minimum Orifice  |        |       | H              |
| Orifice Selected   |        |       | H              |
| Discharge Area   |        | in2   | 0.785          |
| Rating / Required  |        |       | 1.519          |
| Type of Valve  |        |       | Pilot Operated |

## GAS RELIEF VALVE SIZING

Service Description PSV Compresores C-3105/06/07

### REQUIRED AREA SIZE (API 520)

|                                   |        |       |           |
|-----------------------------------|--------|-------|-----------|
| Set Pressure                      | Ps     | barg  | 151.68    |
| Overpressure                      |        | %     | 10        |
| Upstream Relieving Pressure       | P1     | barg  | 166.85    |
| Back Pressure                     | Pb, P2 | barg  | 6.9       |
| Required Relief Flow              | W      | kg/h  | 109897.66 |
| Molecular Weight                  | M      |       | 19.4      |
| Relieving Temperature @ Inlet     | T      | °C    | 97.61     |
| Compressibility Factor @ Inlet    | Z      |       | 0.8761    |
| Specific Heats Ratio (Cp/Cv)      | k      |       | 1.231     |
| Percent of Gauge Back Pressure    | Pb/Ps  | %     | 4.5       |
| Coefficient                       | C      |       | 340       |
| Capacity Correction Factor        | Kb     |       | 1.00      |
| Combination Correction Factor     | Kc     |       | 1         |
| Discharge Coefficient             | Kd     |       | 0.975     |
| Critical Flow Pressure            | Pcf    | barg  | 92.74     |
| Gas Flow Type                     |        |       | Critical  |
| Back to Upstream Pressure Ratio   | r      | P1/P2 | 0.047     |
| Subcritical Flow coefficient      | F2     |       | -         |
| Required Effective Discharge Area | A      | in2   | 1.645     |

### VALVE & ORIFICE SIZE (API 526)

|                                   |  |     |                |
|-----------------------------------|--|-----|----------------|
| Valves Quantity                   |  |     | 1              |
| Required Effective Discharge Area |  |     | 1.645          |
| Minimum Orifice                   |  |     | K              |
| Orifice Selected                  |  |     | K              |
| Discharge Area                    |  | in2 | 1.838          |
| Rating / Required                 |  |     | 1.117          |
| Type of Valve                     |  |     | Pilot Operated |

## GAS RELIEF VALVE SIZING

Service Description PSV Compresores C-3108/09/10/11

### REQUIRED AREA SIZE (API 520)

|                                   |        |       |           |
|-----------------------------------|--------|-------|-----------|
| Set Pressure                      | Ps     | barg  | 89.63     |
| Overpressure                      |        | %     | 10        |
| Upstream Relieving Pressure       | P1     | barg  | 98.60     |
| Back Pressure                     | Pb, P2 | barg  | 6.89      |
| Required Relief Flow              | W      | kg/h  | 126740.88 |
| Molecular Weight                  | M      |       | 19.38     |
| Relieving Temperature @ Inlet     | T      | °C    | 96.44     |
| Compressibility Factor @ Inlet    | Z      |       | 0.8982    |
| Specific Heats Ratio (Cp/Cv)      | k      |       | 1.232     |
| Percent of Gauge Back Pressure    | Pb/Ps  | %     | 7.7       |
| Coefficient                       | C      |       | 340       |
| Capacity Correction Factor        | Kb     |       | 1.00      |
| Combination Correction Factor     | Kc     |       | 1         |
| Discharge Coefficient             | Kd     |       | 0.975     |
| Critical Flow Pressure            | Pcf    | barg  | 54.60     |
| Gas Flow Type                     |        |       | Critical  |
| Back to Upstream Pressure Ratio   | r      | P1/P2 | 0.079     |
| Subcritical Flow coefficient      | F2     |       | -         |
| Required Effective Discharge Area | A      | in2   | 3.233     |

### VALVE & ORIFICE SIZE (API 526)

|                                   |     |                |
|-----------------------------------|-----|----------------|
| Valves Quantity                   |     | 1              |
| Required Effective Discharge Area |     | 3.233          |
| Minimum Orifice                   |     | M              |
| Orifice Selected                  |     | Minimum        |
| Discharge Area                    | in2 | 3.600          |
| Rating / Required                 |     | 1.114          |
| Type of Valve                     |     | Pilot Operated |