

**CARACTERIZACIÓN Y OBTENCIÓN DE LAS CURVAS DE OPERACIÓN DE
CUATRO TIPOS DE COMPRESORES RECIPROCANTES**

CAMILO ANDRÉS JAMAICA TRUJILLO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BUCARAMANGA**

2017

**CARACTERIZACIÓN Y OBTENCIÓN DE LAS CURVAS DE OPERACIÓN DE
CUATRO TIPOS DE COMPRESORES RECIPROCANTES**

CAMILO ANDRÉS JAMAICA TRUJILLO

**Monografía presentada como requisito para optar al título de Especialista en
Ingeniería del Gas**

Director

**CÉSAR AUGUSTO QUIROZ RINCÓN
Profesional Especialista III TGI S.A E.S.P.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BUCARAMANGA**

2017

DEDICATORIA

Dedico este nuevo triunfo A Dios, a mis Padres por estar ahí cuando más los necesité y a mi amada esposa Ángela Ortiz por apoyarme y ayudarme en los momentos más difíciles.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer al Ingeniero César Augusto Quiroz Rincón, mi director de tesis, por su constante apoyo y colaboración en la culminación de este proyecto.

Finalmente, a mi hermosa esposa por su amor incondicional y ser la fuente de mi inspiración y compañía para culminar este proceso.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. INFORMACIÓN DE LOS PAQUETES DE COMPRESIÓN DE LA TRANSPORTADORA DE GAS INTERNACIONAL S.A. E.S.P – TGI S.A. E.S.P..	19
1.1 GAS NATURAL EN COLOMBIA.....	19
1.2 GASODUCTOS	25
1.3 ESTACIONES COMPRESORAS.....	26
1.4 UNIDADES COMPRESORAS RECIPROCANTES PERTENECIENTES AL SISTEMA DE TRANSPORTE DE TGI S.A E.S.P	27
1.4.1 Estación compresora de Hato Nuevo	27
1.4.2 Estación compresora La Jagua del Pilar.....	28
1.4.3 Estación compresora Casacará	30
1.4.4 Estación compresora de Curumaní.....	32
1.4.5 Estación compresora de Norean.....	33
1.4.6 Estación Compresora San Alberto	35
1.4.7 Estación Compresora Barrancabermeja	37
1.4.8 Estación Compresora de Vasconia	38
1.4.9 Estación Compresora de Mariquita	40
1.4.10 Estación Compresora de Padua	41
1.4.11 Estación Compresora de Miraflores	43
1.4.12 Estación Compresora de Puente Guillermo	44
1.5 CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES COMPRESORAS RECIPROCANTES PERTENECIENTES AL GASODUCTO CUSIANA-VOSCONIA	45

2. EFICIENCIA TEORICA DE LOS PAQUETES DE COMPRESIÓN DEL GASODUCTO CUSIANA - VASCONIA	48
2.1 EFICIENCIA DE COMPRESIÓN	49
2.2 ESTIMADO DE LA EFICIENCIA.....	52
2.2.1 El proceso de cómputo paso a paso.....	54
2.3 CASO 3612.....	55
2.4 CASO 3608.....	59
2.5 CASO 3608/JC2	61
2.6 CASO 3606.....	63
3. EFICIENCIA REAL DE LOS PAQUETES DE COMPRESIÓN DEL GASODUCTO CUSIANA - VASCONIA	65
3.1 CASO 3612.....	65
3.2 CASO 3608.....	69
3.3 CASO 3608/JC2	72
3.4 CASO 3606.....	75
4. CURVAS DE OPERACIÓN DE CADA PAQUETE DE COMPRESIÓN	78
4.1 CASO 3612.....	79
4.2 CASO 3608.....	82
4.3 CASO 3608/JC2	85
4.4 CASO 3606.....	88
5. PAQUETES DE COMPRESIÓN CARACTERIZADOS EN EL SOFTWARE PIPELINESTUDIO	91
5.1 CASO 3612.....	95
5.2 CASO 3608.....	99
5.3 CASO 3608/JC2	103
5.4 CASO 3606.....	107
6. CONCLUSIONES	111
7. RECOMENDACIONES.....	113
BIBLIOGRAFÍA.....	114
ANEXOS.....	116

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de gasoductos y campos de gas natural en Colombia.....	23
Figura 2. Mapa de gasoductos y Estaciones compresoras TGI.....	26
Figura 3. Mapa Red Nacional de Gasoductos	47
Figura 4. Diagrama de flujo de procesos caso 3612.....	55
Figura 5. Diagrama de flujo de procesos caso 3608.....	59
Figura 6. Diagrama de flujo de procesos caso 3608/JC2	61
Figura 7. Diagrama de flujo de procesos caso 3606.....	63
Figura 8. Diagrama de flujo de procesos caso 3612.....	66
Figura 9. Diagrama de flujo de procesos caso 3608.....	69
Figura 10. Diagrama de flujo de procesos caso 3608/JC2	72
Figura 11. Diagrama de flujo de procesos caso 3606.....	75
Figura 12. Curva de Operación caso 3612	79
Figura 13. Curva de Operación caso 3608	82
Figura 14. Curva de Operación caso 3608/JC2	85
Figura 15. Curva de Operación caso 3606	88
Figura 16. Selección de la ecuación de estado SRK	92
Figura 17. Creación de compresor reciprocante.....	93
Figura 18. Creación de Cilindros.....	94
Figura 19. PDF compresor genérico en PipelineStudio caso 3612.....	96
Figura 20. PDF compresor calibrado en PipelineStudio caso 3612.....	96
Figura 21. PDF compresor genérico en PipelineStudio caso 3608.....	99
Figura 22. PDF compresor calibrado en PipelineStudio caso 3608.....	100
Figura 23. PDF compresor genérico en PipelineStudio caso 3608/JC2	103
Figura 24. PDF compresor calibrado en PipelineStudio caso 3608/JC2.....	104

Figura 25. PDF compresor genérico en PipelineStudio caso 3606107
Figura 26. PDF compresor calibrado en PipelineStudio caso 3606108

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 1. Estación Compresora Hato Nuevo	27
Fotografía 2. Estación Compresora La Jagua del Pilar.....	29
Fotografía 3. Estación Compresora Casacará	30
Fotografía 4. Estación Compresora Curumaní.....	32
Fotografía 5. Estación Compresora Norean	34
Fotografía 6. Estación Compresora San Alberto.....	35
Fotografía 7. Estación Compresora Barrancabermeja.....	37
Fotografía 8. Estación Compresora Vasconia.....	39
Fotografía 9. Estación Compresora Mariquita.....	40
Fotografía 10. Estación Compresora Padua	42
Fotografía 11. Estación Compresora Miraflores.....	43
Fotografía 12. Estación Compresora Puente Guillermo.....	44

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Características de las unidades compresoras de Hato Nuevo.....	28
Tabla 2. Características de las unidades compresoras de La Jagua del Pilar	29
Tabla 3. Características de las unidades compresoras de Casacará	31
Tabla 4. Características de las unidades compresoras de Curumaní.....	33
Tabla 5. Características de las unidades compresoras de Norean.....	34
Tabla 6. Características de las unidades compresoras de San Alberto	36
Tabla 7. Características de las unidades compresoras de Barrancabermeja	38
Tabla 8. Características de las unidades compresoras de Vasconia.....	39
Tabla 9. Características de las unidades compresoras de Mariquita.....	41
Tabla 10. Características de las unidades compresoras de Padua	43
Tabla 11. Características de las unidades compresoras de Miraflores.....	44
Tabla 12. Características de las unidades compresoras de Puente Guillermo	45
Tabla 13. Características de los 4 paquetes de compresión del Gasoducto Cusiana - Vasconia.....	46
Tabla 14. Parámetros de Operación de las Estaciones de compresión del Gasoducto Cusiana - Vasconia.....	46
Tabla 15. Eficiencias Totales de Compresión	49
Tabla 16. Datos de Operación del 10 de febrero de 2016 Estación Vasconia	50
Tabla 17. Análisis y caudal del gas para la etapa de compresión	57
Tabla 18. Resumen de Resultados Caso 3212	58
Tabla 19. Resumen de Resultados caso 3608	60
Tabla 20. Resumen de Resultados caso 3608/JC2	62
Tabla 21. Resumen de Resultados caso 3606	64
Tabla 22. Reporte de Resultados ARIEL caso 3612.....	67

Tabla 23. Resumen de Resultados caso 3612	68
Tabla 24. Reporte de Resultados ARIEL caso 3608.....	70
Tabla 25. Resumen de Resultados caso 3608	71
Tabla 26. Reporte de Resultados ARIEL caso 3608/JC2	73
Tabla 27. Resumen de Resultados caso 3608/JC2	74
Tabla 28. Reporte de Resultados ARIEL caso 3606.....	76
Tabla 29. Resumen de Resultados caso 3606	77
Tabla 30. Tabulación de las curvas de Operación caso 3612	80
Tabla 31. Tabulación de las curvas de Operación caso 3608	83
Tabla 32. Tabulación de las curvas de Operación caso 3608/JC2	86
Tabla 33. Tabulación de las curvas de Operación caso 3606	89
Tabla 34. Reporte de resultados compresor genérico caso 3612.....	97
Tabla 35. Reporte de resultados compresor calibrado caso 3612.....	98
Tabla 36. Reporte de resultados compresor genérico caso 3608.....	101
Tabla 37. Reporte de resultados compresor calibrado caso 3608.....	102
Tabla 38. Reporte de resultados compresor genérico caso 3608/JC2	105
Tabla 39. Reporte de resultados compresor calibrado caso 3608/JC2.....	106
Tabla 40. Reporte de resultados compresor genérico caso 3606.....	109
Tabla 41. Reporte de resultados compresor calibrado caso 3606.....	110

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Resumen de resultados cálculo de la eficiencia teórica en ASPEN HYSYS V 9.0	116
ANEXO B. Resumen de resultados cálculo de la eficiencia real modelo calibrado en ASPEN HYSYS V 9.0	128
ANEXO C. Reporte de resultados compresor genérico en software pipelinestudio.	139
ANEXO D. Reporte de resultados compresor c en software pipelinestudio.....	167

RESUMEN

TITULO: CARACTERIZACIÓN Y OBTENCIÓN DE LAS CURVAS DE OPERACIÓN DE CUATRO TIPOS DE COMPRESORES RECIPROCANTES.

AUTOR: CAMILO ANDRÉS JAMAICA **

PALABRAS CLAVES: Estación de compresión, compresores reciprocantes, eficiencia real, eficiencia teórica.

DESCRIPCIÓN

Una de las alternativas que utiliza la Transportadora de Gas Internacional TGI E.S.P. S.A para la ampliación de la capacidad de transporte de los gasoductos del sistema Nacional es el revamping de las estaciones de compresión, que consiste en adicionar más compresores con las adecuaciones pertinentes y así aumentar la capacidad de compresión. Para tal fin se utiliza el software PipelineStudio versión 3.6.1.0, en modo estable y dinámico, utilizando un compresor genérico por defecto donde se localizan las estaciones de compresión. La utilización de un compresor genérico arroja un resultado erróneo en la potencia final de compresión para la nueva capacidad de transporte. Lo que hace que sea necesario utilizar el software del proveedor de los equipos de compresión para asegurar que la potencia requerida calculada sea la adecuada. Lo que incurre en un mayor costo de horas hombre y una subutilización del software (PipelineStudio).

El propósito de este trabajo en primer lugar es caracterizar cada una de las estaciones de compresión que forman parte del gasoducto Cusiana - Vasconia con el fin de determinar las eficiencias reales y teóricas de cada paquete de compresión en un punto de la operación. De igual forma se crearán los paquetes de compresión en el simulador PipelineStudio con la caracterización real de los equipos actuales en operación, para obtener una simulación calibrada y precisa que mejore las predicciones de los proyectos de expansión.

* Trabajo de Grado de Especialización.

** Facultad de ingenierías fisicoquímicas, Escuela de Petróleos, Especialización en Ingeniería del Gas. Director PMP Esp. César Augusto Quiroz Rincón.

SUMMARY

TITLE: CHARACTERIZATION AND OBTAINING OPERATING CURVES FOUR TYPES OF RECIPROCATING COMPRESSORS *

AUTHOR: CAMILO ANDRES JAMAICA **

KEY WORDS: compression, reciprocating compressors, actual efficiency, theoretical efficiency.

DESCRIPTION

One of the alternatives used by “Transportadora de Gas Internacional TGI E.S.P. S.A” for the expansion of the transport capacity of the pipelines of the National system is the revamping of the compression stations, which consists of adding more compressors with the relevant adaptations and thus increase the capacity of compression. For this purpose, PipelineStudio software version 3.6.1.0 is used in stable and dynamic mode, using a generic compressor by default where the compression stations are located. The use of a generic compressor yields an erroneous result in the final power of compression for the new capacity of transport. This makes it necessary to use the compression equipment supplier's software to ensure that the calculated power required is adequate. What incurs a higher cost of man hours and an underutilization of the software (PipelineStudio).

The purpose of this work is to characterize each of the compression stations that are part of the Cusiana - Vasconia gas pipeline in order to determine the actual and theoretical efficiencies of each compression package at one point in the operation. In the same way, the compression packages will be created in the PipelineStudio simulator with the actual characterization of the current equipment in operation, to obtain a calibrated and precise simulation that improves the predictions of the expansion projects.

* Esp. Engineering Thesis

** Physical Chemistry Engineering Faculty, Petroleum Department, Advisor: PMP Esp. César Augusto Quiroz Rincón.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en la gerencia de proyectos de TGI se diseñan los proyectos de ampliación de la capacidad de transporte de los gasoductos propiedad de la empresa, una de las alternativas de la ampliación de transporte es el revamping de las estaciones de compresión. Para tal fin la compañía utiliza el software PipelineStudio versión 3.6.1.0, en modo estable y dinámico, utilizando un compresor genérico por defecto donde se localizan las estaciones de compresión. La utilización de un compresor genérico arroja un resultado erróneo en la potencia final de compresión para la nueva capacidad de transporte. Lo que hace que sea necesario utilizar el software del proveedor de los equipos de compresión para asegurar que la potencia requerida calculada sea la adecuada.

Para solucionar el problema de calcular la potencia requerida en las estaciones de compresión del sistema del gasoducto Cusiana Vasconia, se recurre al software del proveedor de los equipos de compresión (Ariel Corp.) lo que incurre en un mayor costo de horas hombre y una subutilización del software propiedad de la empresa (PipelineStudio versión 3.6.1.0), también impide una simulación en tiempo real de la operación para determinar las verdaderas capacidades del sistema de transporte.

Por tal razón se requiere montar en el simulador de la compañía la caracterización real de los equipos actuales en operación, para obtener una simulación calibrada y precisa para mejorar las predicciones de los proyectos de expansión.

Para crear los bloques de compresión en el simulador se requieren datos específicos de configuración tales como marca, referencia, potencias y eficiencias de driver, compresor, cilindros y equipos auxiliares, esta información a la fecha no se encuentra actualizada y será objeto de este trabajo proveer dicha información y

así brindar una herramienta que permita tener cálculos reales de las potencias requeridas para los sistemas de compresión del gasoducto Cusiana Vasconia.

El trabajo está estructurado de la siguiente manera: en el capítulo 1 se comenta sobre la situación nacional del transporte de Gas en Colombia y se realiza la caracterización de las estaciones compresoras del sistema de transporte de TGI, en el capítulo 2 se calcula la eficiencia teórica de los paquetes de compresión para el gasoducto Cusiana-Vasconia, en el capítulo 3 se calcula la eficiencia real, mientras que en el capítulo 4 se presentan las curvas y tablas de operación de cada paquete de compresión que serán utilizadas en la creación de estos paquetes en el software PipelineStudio la cual se presenta en el capítulo 5.

1. INFORMACIÓN DE LOS PAQUETES DE COMPRESIÓN DE LA TRANSPORTADORA DE GAS INTERNACIONAL S.A. E.S.P. – TGI S.A. E.S.P.

1.1 GAS NATURAL EN COLOMBIA

El gas natural es uno de los actores principales de la canasta energética de Colombia, gracias a sus emisiones amigables con el medio ambiente y a las ventajas operativas que representa para quien lo consume, es un compuesto inodoro conformado principalmente por metano (CH_4), etano (C_2H_6) y trazas de diferentes componentes, entre las cuales encontramos agua (H_2O), Nitrógeno (N_2), Ácido Sulhídrico (H_2S) y en menor medida gases nobles. Su olor característico se debe principalmente a mercaptanos (THT) u odorizantes, agregados durante las diferentes fases de la cadena productiva para detectar su presencia y contener fugas indeseadas.

Su poder calorífico oscila entre 900 y 1100 Btu/ft³ dependiendo del yacimiento donde se encuentre y a la tecnología utilizada para su extracción.

La utilización del gas natural en Colombia se remonta al descubrimiento de los campos de Santander. Con excepción de los campos de gas libre, el gas asociado fue considerado en el país como un subproducto de la explotación del crudo, y era quemado en las teas de los campos petroleros. Posteriormente con la Ley 10 de 1961 se prohíbe de forma explícita la quema de gas y se ratifica con el decreto 1873 de 1973. El proceso de construcción del primer gasoducto de Colombia Cicuco-Barranquilla, empieza desde 1960 cuando se realizaron las tareas de consecución y descargue de tubería con especificaciones que permitieran atender en su momento la demanda de Barranquilla durante 10 años. Este Gasoducto de aproximadamente 225 Km, con capacidad inicial de 30 MMPCD y presión de

entrega de 400 PSI fue construido por la empresa SAGOC (South American Gulf Oil Company) y en 1962 fue puesto en servicio, convirtiéndose en el primer Gasoducto en Colombia, el segundo de Suramérica y tercero de América Latina. Con el decline de los yacimientos de Cicuco, Gas Natural Colombiano empieza a gestionar otras conexiones para el Gasoducto de Cicuco-Barranquilla, finalmente en 1975 y 1976 se concreta traer gas del Magdalena Medio, mediante la habilitación de oleoductos existentes que quedaron disponibles. En 1976 Gas Natural Colombiano firma el contrato de construcción del Gasoducto Ballena-Palomino-Barranquilla-Cartagena.¹

La entonces Comisión Nacional de Energía aprobó, en mayo de 1992, el sistema de transporte de gas, separándolo en troncal, subsistemas y distribución, para garantizar un suministro adecuado a los futuros usuarios. En el mismo año se expidió el Decreto 408 de marzo 3, en el cual el CONPES (Consejo Nacional de política económica y social) aprobó las estrategias para el desarrollo del Plan Gas, que contemplaban la conformación de un sistema de transporte de gas natural, donde Ecopetrol ejercería, directamente o por contrato, la construcción de los gasoductos utilizando esquemas de BOMT (siglas en inglés del esquema de financiación en donde un inversionista privado Construye (B), Opera (O), Mantiene (M) y Transfiere (T o similares), para conectar los campos de producción con los centros de consumo en el país.²

Debido al aseguramiento de la demanda del sector energético, se concibió en Colombia el Programa Gas para el Cambio y el Plan de Masificación del Consumo de Gas Natural, estos estuvieron rodeados de los siguientes antecedentes lo que dio origen a la Empresa Colombiana de Gas, Ecogás:

¹ DÍAZ, E; J, MONTERROZA. Evolución del gas natural en la Costa Atlántica durante la segunda mitad del Siglo XX e inicios del Siglo XXI. Universidad del Norte, Maestría en Administración de empresas. Barranquilla. 2007.

² GUERRERO, F., & LLANO, F. Gas natural en Colombia. Universidad Icesi, Especialización en administración de empresas, 9-11. 2003.

- ✓ La conciencia del valor del gas se empezó a plasmar en la legislación, motivo por el cual a través de la ley 10 de 1961 se prohibió su quema, ratificándose posteriormente en el decreto 1873 de 1973.
- ✓ Se estableció el Programa de gas para el cambio en el año 1986, con el objeto de sustituir energéticos de alto costo, principalmente en el sector residencial.
- ✓ En 1990, con el documento Lineamientos del cambio se vio la necesidad de investigar sobre los beneficios económicos que traería el gas para el país.
- ✓ Mediante la Ley 142 de 1994, se determinó que el sistema de transporte de gas debía ser independiente de los productores, comercializadores y distribuidores. Dado lo anterior Ecopetrol desaparece como transportador, dándose la necesidad de crear una empresa que asumiera dichas funciones, originándose finalmente, el 20 de agosto de 1997, la empresa Ecogás.³

El gas natural en Colombia se transporta desde las zonas de producción hasta las zonas de consumo por medio del Sistema Nacional de Transporte (SNT). Mediante la resolución CREG 071 de 1999 la CREG adoptó el Reglamento Único de Transporte de Gas Natural (RUT), estableciendo las reglas de acceso al SNT y la prestación del servicio de transporte de gas natural. De acuerdo al RUT el SNT tiene dos componentes claramente definidos: la conexión (Tramo de gasoducto que permite conectar al Sistema Nacional de Transporte, desde los Puntos de Entrada o Puntos de Salida, las Estaciones para Transferencia de Custodia) y el punto de entrada (Punto en el cual se inyecta el gas al Sistema de Transporte desde la Conexión del respectivo Agente. El Punto de Entrada incluye la válvula de conexión y la 'T' u otro accesorio de derivación) ó salida (Punto en el cual el Transportador inyecta el gas a la Conexión del respectivo Agente. El Punto de Salida incluye la válvula de conexión y la 'T' u otro accesorio de derivación) Según el decreto 1493 de 2003 del Ministerio de Minas y Energía, el SNT "es el conjunto

³ FLÓREZ, M. Análisis, documentación y mejoramiento de los procesos de la dirección comercial de la empresa colombiana de gas Ecogás. Universidad Industrial de Santander, Proyecto de grado Ingeniería Industrial. 2006.

de gasoductos localizados en el territorio nacional, excluyendo conexiones y gasoductos dedicados, que vinculan los centros de producción de gas del país con las Puertas de Ciudad, Sistemas de Distribución, Usuarios No Regulados, Interconexiones Internacionales o Sistemas de Almacenamiento".⁴

La Red Nacional de Gasoductos está conformada por dos subsistemas claramente definidos por su propiedad y operación, así como su funcionamiento. De un lado se encuentra el subsistema de la Costa Atlántica con la línea Ballena-Barranquilla-Cartagena-Cerromatoso el cual pertenece a PROMIGÁS, la cual debido a la decisión de los inversionistas extranjeros incluyo en sus accionistas a CFC Gas Holding SAS con 10,58% y a EEB Gas Ltd. con 15,64%, y adicionalmente Corficolombiana quedo con el 34.16% de la participación. Por otra parte el subsistema que comprende principalmente las líneas Ballena-Barrancabermeja-Vasconia-Cali, Cusiana-Apiay-Bogotá y Cusiana-La Belleza-Vasconia-Cali, propiedad de ECOGAS, más las líneas Sebastopol-Medellín de la empresa TRANSMETANO, Payoa-Provincia-Bucaramanga de TRANSORIENTE, Estación de entrega Yumbo-Cali de propiedad de TRANSOCCIDENTE, Campo de producción de Hobo-Neiva de PROGASUR, estación Cogua-Bogotá de TRANSCOGÁS y el Gasoducto del Tolima compuesto de dos líneas pequeñas, es conocido como el subsistema de transporte del interior.⁵

Algunas de las empresas transportadoras de gas natural que operan actualmente en el país son: PROMIGÁS, TGI, TRANSMETANO, TRANSCOGÁS, TRANSOCCIDENTE, PROMIORIENTE, GASODUCTO DEL TOLIMA y PROGASUR, como se puede ver en la Figura 1.

⁴ ECOPETROL, S. www.ecopetrol.com.co. Retrieved from Gasoductos y campos de gas natural en Colombia [En línea]: 2014, Octubre 11. Disponible en: <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=358&conID=42585>

⁵ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍAS., ISBN: 958-97885-9-1. (La cadena de gas natural en Colombia. Unidad de Planeación Minero Energética).

Figura 1. Mapa de gasoductos y campos de gas natural en Colombia



Fuente: **ECOPETROL** Disponible en: http://www.ecopetrol.com.co/especiales.aspx?catID=358&ancho=918&alto=480&pagina=multimedia_gas/mapa_transporte.html

A lo largo de su recorrido por el gasoducto el gas pierde presión debido a diferentes factores tales como rugosidad de la tubería, elevaciones del terreno, paso a través de accesorios, entre otros, por lo cual es necesario aumentar la presión del gas, razón por la cual se usan las estaciones de compresión.

La función de una estación compresora de gas es elevar la presión del fluido en la línea, con el fin de suministrarle la energía necesaria para su transporte.

En la estación el flujo inicia su recorrido por la línea de succión, pasando por equipos de subprocesos como; el cromatógrafo, el cual registra algunos parámetros que miden la calidad del gas. El slug catcher en el que se expande el gas, ayudando a separar los condensados. El filtro de succión o separador encargado de extraer impurezas sólidas. El medidor ultrasónico de flujo que registra y almacena datos de presión, temperatura, volumen y caudal, y el higrómetro que muestra temperaturas de rocío.

El gas continúa su recorrido a los compresores, entrando a los "scrubbers" de succión y de combustible, estos extraen aún más los líquidos del gas. Luego sigue a los cabezales de succión y entra al compresor. Finalmente, el gas a una mayor presión, sale por la línea de descarga de las compresoras. Para bajar su temperatura, el gas pasa a través de los enfriadores o "coolers" y después entra al filtro de descarga o coalescente, éste ayuda a separar los líquidos del gas y seguidamente hace registro en el medidor Ultrasónico de flujo de esta línea.

Toda estación cuenta también con un suministro de potencia para la puesta en marcha de los compresores; un motor por cada compresor, un ventilador para el sistema de enfriamiento, un sistema de válvulas intrínseco en el funcionamiento de los compresores que garantiza la presión de trabajo deseada, un pequeño compresor para el accionamiento de válvulas y toda la instrumentación necesaria para el control del proceso de compresión.

Además, dentro de la estación se cuentan con tanques de almacenamiento para los lubricantes y refrigerantes que son utilizados en los motores y para los condensados drenados en la operación. Éste último, con el propósito de proteger y conservar el entorno natural. Es importante señalar que, en cada estación de

compresión de gas natural, se cuenta con el plan de manejo ambiental dando cumplimiento a las disposiciones legales nacionales.

El sistema de transporte de gas de TGI S.A. E.S.P., abarca una red de gasoductos de aproximadamente 3.957 km prestando el servicio de transporte de gas natural en el denominado "Sistema del Interior del País", mediante una red de gasoductos extendida desde la Guajira hasta el Valle del Cauca y desde los Llanos Orientales llega hasta el Huila y el Tolima, atravesando varios departamentos de la región andina.

Esta red está conformada por ocho sistemas de gasoductos a los cuales se conectan ramales regionales, que transportan el gas hasta los municipios. Así, el gas es llevado a las residencias, industrias, comercios y otros usuarios a través de redes domiciliarias de distribución o directamente mediante conexiones al sistema de transporte de TGI S.A. ESP., a través de su propia red y aquella contratada con el sector privado.

1.2 GASODUCTOS

El sistema de transporte está compuesto por los siguientes Gasoductos⁶:

1. Ballena – Barrancabermeja
2. Centro Oriente
3. Mariquita – Cali (BOMT)
4. Cusiana – Apiay – Usme
5. Cusiana – La Belleza

⁶ RUIZ, Gisella. Manual de operación de la Infraestructura de Transporte TGI S.A. ESP. Bogotá: TGI S.A E.S.P. 2014.

6. Boyacá y Santander (GBS)
7. Del Sur de Bolívar – (Gasoductos Aislados)
8. Morichal – Yopal – (Gasoducto Aislado)

1.3 ESTACIONES COMPRESORAS

TGI S.A. ESP asume la operación y mantenimiento directo de las 14 Estaciones Compresoras a partir del 28 de Julio de 2012 con una potencia instalada total de 172060 HP. Tal como se muestra en la figura 2.⁷

Figura 2. Mapa de gasoductos y Estaciones compresoras TGI



Fuente: TGI Grupo Energía de Bogotá. Estaciones Compresoras. Disponible en: <http://www.tgi.com.co/index.php/es/nuestra-operacion/mapa-red-nacional-de-gasoductos/estaciones-de-compresion-de-gas>

⁷ MORENO, Jorge. Manual de operaciones estaciones compresoras . Bogotá: TGI S.A E.S.P. 2014

1.4 UNIDADES COMPRESORAS RECIPROCANTES PERTENECIENTES AL SISTEMA DE TRANSPORTE DE TGI S.A E.S.P

1.4.1 Estación compresora de Hato Nuevo. Recibe el gas proveniente de la estación de compresión de Ballenas, ubicada aproximadamente a 86 kilómetros de distancia. El objeto de la estación de compresión Hato Nuevo es incrementar la capacidad nominal de transporte del Gasoducto Ballena – Barrancabermeja desde 190 a 260 MMSCFD.

Fotografía 1. Estación Compresora Hato Nuevo



La estación de compresión Hato Nuevo dispone de cinco unidades de compresión. Está ubicada en el PK 79 y con dirección Municipio de Hato Nuevo, Departamento de La Guajira, Sobre la vía Hato Nuevo – Riohacha (costado derecho a borde de carretera) aproximadamente a 5 km. del casco urbano de Hato Nuevo.

Esta estación cuenta con cinco (5) unidades compresoras con las características mostradas en la tabla 1.

Tabla 1. Características de las unidades compresoras de Hato Nuevo

UNIDAD	MOTOR	COMPRESOR	POTENCIA (HP)	POTENCIA TOTAL (HP)
1	Caterpillar G-3608	Ariel JGK-4	2.225	13.775
2	Caterpillar G-3608	Ariel JGK-4	2.225	
3	Caterpillar G-3608	Ariel JGK-4	2.225	
4	Caterpillar G-3612	Ariel JGK-4	3.550	
5	Caterpillar G-3612	Ariel JGK-4	3.550	

Parámetros de Operación Estación Hato Nuevo

Estas unidades fueron diseñadas para operar con las siguientes condiciones:

- ✓ Presión de succión: desde 600 a 900 psig.
- ✓ Presión de descarga: desde 1050 a 1200 Psig.
- ✓ Temperatura de Succión: 89 °F.
- ✓ Temperatura de descarga: 120 °F.
- ✓ Volumen a comprimir: 260 MMSCFD.
- ✓ Gas a comprimir: Ballena.

1.4.2 Estación compresora La Jagua del Pilar. Recibe el gas proveniente de la estación de compresión Hato Nuevo o de la estación Ballenas, ubicada aproximadamente a 81 kilómetros de distancia de la estación Hato Nuevo. El objeto de la estación de compresión Jagua del Pilar es incrementar la capacidad nominal de transporte del Gasoducto Ballena – Barrancabermeja desde 190 a 260 MMSCFD.

Fotografía 2. Estación Compresora La Jagua del Pilar



Está ubicada en el PK 160 y con dirección Vereda Globo Marquesote del Municipio de la Jagua del Pilar Departamento de la Guajira, sobre la vía que conduce desde la Paz hacia Villanueva, en el kilómetro 11, en un desvío de 500 metros al costado occidental de la vía frente a la trampa de raspadores del gasoducto Ballena-Barrancabermeja.

La Estación de Compresión Jagua del Pilar dispone de cuatro unidades de compresión con las características mostradas en la tabla 2.

Tabla 2. Características de las unidades compresoras de La Jagua del Pilar

UNIDAD	MOTOR	COMPRESOR	POTENCIA (HP)	POTENCIA TOTAL (HP)
1	Caterpillar G-3612	Ariel JGC-4	3.550	14.200
2	Caterpillar G-3612	Ariel JGC-4	3.550	
3	Caterpillar G-3612	Ariel JGC-4	3.550	
4	Caterpillar G-3612	Ariel JGC-4	3.550	

Parámetros de Operación Estación La Jagua del Pilar

Estas unidades fueron diseñadas para operar con las siguientes condiciones:

- ✓ Presión de succión: 550 psig a 850 psig
- ✓ Presión de descarga: 1050 psig a 1200 psig.
- ✓ Temperatura de Succión: 89 °F
- ✓ Temperatura de descarga: 120 °F
- ✓ Volumen a comprimir: 260 MMSCFD
- ✓ Gas a comprimir: Ballena.

1.4.3 Estación compresora Casacará. Recibe el gas proveniente de la estación de compresión existente La Jagua del Pilar, ubicado aproximadamente a 80 kilómetros de distancia. El objeto de la estación de compresión Casacará es incrementar la capacidad nominal de transporte del Gasoducto Ballena – Barrancabermeja desde 190 a 260 MMSCFD.

Fotografía 3. Estación Compresora Casacará



Está ubicada en el PK 239 y con dirección Municipio Agustín Codazzi en el departamento del Cesar cerca del corregimiento de Casacará, vereda Begoña y el acceso al sitio se realiza por una vía destapada ubicada al margen occidental del corregimiento de Casacará aproximadamente a 8 Km.

La estación de compresión Casacará dispone de siete unidades de compresión de las características mostradas en la tabla 3:

Tabla 3. Características de las unidades compresoras de Casacará

UNIDAD	MOTOR	COMPRESOR	POTENCIA (HP)	POTENCIA TOTAL (HP)
1	Waukesha L 7044	Gemini FS 604	1.680	11.760
2	Waukesha L 7044	Gemini FS 604	1.680	
3	Waukesha L 7044	Gemini FS 604	1.680	
4	Waukesha L 7044	Gemini FS 604	1.680	
5	Waukesha L 7044	Gemini FS 604	1.680	
6	Waukesha L 7044	Ariel JGT-4	1.680	
7	Waukesha L 7044	Ariel JGT-4	1.680	

Parámetros de Operación Estación Casacará

Estas unidades fueron diseñadas para operar con las siguientes condiciones:

- ✓ Presión de succión: 600 psig a 800 psig
- ✓ Presión de descarga: 1050 psig a 1200 psig.
- ✓ Temperatura de descarga: 120 °F
- ✓ Temperatura de succión: 89 °F
- ✓ Volumen a comprimir: 260 MMSCFD
- ✓ Gas a Comprimir: Ballena

1.4.4 Estación compresora de Curumaní. Recibe el gas proveniente de la estación de compresión existente Cascará, ubicada aproximadamente a 81kilómetros de distancia. El objeto de la Estación de Compresión Curumaní es incrementar la capacidad nominal de transporte del Gasoducto Ballena – Barrancabermeja desde 190 a 260 MMSCFD.

Fotografía 4. Estación Compresora Curumaní



Está ubicada en el PK 321 y con dirección Vereda Guaymaral del Municipio de Curumaní, Departamento del Cesar, a 5 kilómetros de la vía principal frente a la trampa de raspadores del gasoducto Ballena – Barrancabermeja.

La estación de compresión Curumaní dispone de cuatro unidades de compresión de las características mostradas en la tabla 4.

Tabla 4. Características de las unidades compresoras de Curumaní

UNIDAD	MOTOR	COMPRESOR	POTENCIA (HP)	POTENCIA TOTAL (HP)
1	Caterpillar G-3612	Ariel JGC-4	3.335	14.200
2	Caterpillar G-3612	Ariel JGC-4	3.335	
3	Caterpillar G-3612	Ariel JGC-4	3.335	
4	Caterpillar G-3612	Ariel JGC-4	3.335	

Parámetros de Operación Estación de Curumaní

Estas unidades fueron diseñadas para operar con las siguientes condiciones:

- ✓ Presión de succión: 550 psig a 850 psig
- ✓ Presión de descarga: 1050 psig a 1200 psig.
- ✓ Temperatura de descarga: 120 °F
- ✓ Temperatura de succión: 89 °F
- ✓ Volumen a comprimir: 260 MMSCFD
- ✓ Gas a Comprimir: Ballena

1.4.5 Estación compresora de Norean. Recibe el gas proveniente de la estación de compresión Curumaní, ubicada aproximadamente a 86 kilómetros de distancia. El objeto de la estación de compresión Norean es incrementar la capacidad nominal de transporte del Gasoducto Ballena – Barrancabermeja desde 190 a 260 MMSCFD.

Fotografía 5. Estación Compresora Norean



Está ubicada en el PK 412 y con dirección Municipio de Gamarra, Departamento del Cesar, aproximadamente a 10 Km. Al norte del caserío Norean (sobre la vía Aguachica – Santa Marta). La estación se encuentra en el sector conocido como Mahoma, con acceso por una vía destapada ubicada al margen occidental de la vía Aguachica – Santa Marta a 5 Km. del cruce con la vía principal.

La estación de compresión Norean dispone de cinco unidades de compresión de las características mostradas en la tabla 5:

Tabla 5. Características de las unidades compresoras de Norean

UNIDAD	MOTOR	COMPRESOR	POTENCIA (HP)	POTENCIA TOTAL (HP)
1	Caterpillar G-3612	Ariel JGC-4	3.335	15.545
2	Caterpillar G-3612	Ariel JGC-4	3.335	
3	Caterpillar G-3612	Ariel JGC-4	3.550	
4	Caterpillar G-3612	Ariel JGC-4	3.550	
5	Caterpillar G-3606	Ariel JGC-4	1.755	

Parámetros de Operación Estación Norean

Estas unidades fueron diseñadas para operar con las siguientes condiciones:

- ✓ Presión de succión: 520 psig a 850 psig
- ✓ Presión de descarga: 1050 psig a 1200 psig.
- ✓ Temperatura de descarga: 120 °F
- ✓ Temperatura de succión: 89 °F
- ✓ Volumen a comprimir: 260 MMSCFD
- ✓ Gas a Comprimir: Ballena

1.4.6 Estación Compresora San Alberto. Recibe el gas proveniente de la estación de compresión Norean, ubicada aproximadamente a 86 kilómetros de distancia. El objeto de la estación de compresión San Alberto es incrementar la capacidad nominal de transporte del Gasoducto Ballena – Barrancabermeja desde 190 a 260 MMSCFD.

Fotografía 6. Estación Compresora San Alberto



Está ubicada en el PK 498 y con dirección Vereda la Llana del Municipio de San Alberto, Departamento del Cesar, a 17 kilómetros sobre el costado derecho de la vía que conduce desde San Alberto a La Lizama a la altura del puente que pasa sobre el Río San Alberto.

La estación de compresión San Alberto dispone de cuatro unidades de compresión de las características indicadas en la tabla 6.

Tabla 6. Características de las unidades compresoras de San Alberto

UNIDAD	MOTOR	COMPRESOR	POTENCIA (HP)	POTENCIA TOTAL (HP)
1	Caterpillar G-3612	Ariel JGC-4	3.335	14.200
2	Caterpillar G-3612	Ariel JGC-4	3.335	
3	Caterpillar G-3612	Ariel JGC-4	3.550	
4	Caterpillar G-3612	Ariel JGC-4	3.550	

Parámetros de Operación Estación San Alberto

Estas unidades fueron diseñadas para operar con las siguientes condiciones:

- ✓ Presión de succión: 550 psig a 850 psig
- ✓ Presión de descarga: 1050 psig a 1200 psig.
- ✓ Temperatura de descarga: 120 °F
- ✓ Temperatura de succión: 89 °F
- ✓ Volumen a comprimir: 260 MMSCFD
- ✓ Gas a Comprimir: Ballena

1.4.7 Estación Compresora Barrancabermeja

Fotografía 7. Estación Compresora Barrancabermeja



Recibe el gas proveniente de la estación de compresión San Alberto, ubicada aproximadamente a 81 kilómetros de distancia. El objeto de la estación de compresión Barrancabermeja es incrementar la capacidad nominal de transporte del Gasoducto Ballena – Barrancabermeja de 190 MMSCFD a 300 MMSCFD.

Está ubicada en el PK 578 y con dirección Kilómetro 1 de la vía a Galán, municipio de Barrancabermeja – Santander.

La estación de compresión Barrancabermeja dispone de siete unidades de compresión de las características mostradas en la tabla 7.

Tabla 7. Características de las unidades compresoras de Barrancabermeja

UNIDAD	MOTOR	COMPRESOR	POTENCIA (HP)	POTENCIA TOTAL (HP)
1	Waukesha L 5794	Gemini FS 604	1.380	10.560
2	Waukesha L 5794	Gemini FS 604	1.380	
3	Waukesha L 5794	Gemini FS 604	1.380	
4	Waukesha L 5794	Gemini FS 604	1.380	
5	Waukesha L 7044	Ariel JGT-4	1.680	
6	Waukesha L 7044	Ariel JGT-4	1.680	
7	Waukesha L 7044	Ariel JGT-4	1.680	

Parámetros de Operación

Estas unidades fueron diseñadas para operar con las siguientes condiciones:

- ✓ Presión de succión: 600 psig a 850 psig
- ✓ Presión de descarga: 1050 psig a 1200 psig.
- ✓ Temperatura de descarga: 120 °F
- ✓ Temperatura de succión: 89 °F
- ✓ Volumen: 300 MMSCFD
- ✓ Gas a comprimir: Ballena.

1.4.8 Estación Compresora de Vasconia. Recibe el gas proveniente del HUB existente al lado de la troncal y frente a la estación de bombeo de Ecopetrol, ubicada aproximadamente a 1 kilómetro de distancia. El objeto de la estación de compresora de Vasconia es incrementar la capacidad nominal de transporte de 190 a 220 MMSCFD.

Fotografía 8. Estación Compresora Vasconia



Está ubicada en el PK 172 y con dirección localizada aproximadamente a 15 kilómetros por la vía puerto Boyacá – Puerto Serviez, frente a la estación Vasconia de Ecopetrol en el departamento de Boyacá.

La estación de compresión de Vasconia dispone de cuatro unidades de compresión de las características mostradas en la tabla 8, las cuales manejan gas mezcla (gas Cusiana y gas Guajira).

Tabla 8. Características de las unidades compresoras de Vasconia

UNIDAD	MOTOR	COMPRESOR	POTENCIA (HP)	POTENCIA TOTAL (HP)
1	Caterpillar G-3606	Ariel JGC-2	1665	10.920
2	Caterpillar G-3612	Ariel JGC-4	3.335	
3	Caterpillar G-3612	Ariel JGC-4	3.550	
4	Caterpillar G-3608	Ariel JGC-2	2370	

Parámetros de Operación

Estas unidades fueron diseñadas para operar con las siguientes condiciones:

- ✓ Presión de succión: 600 psig a 900 psig
- ✓ Presión de descarga: 1050 psig a 1200 psig.
- ✓ Temperatura de descarga: 120 °F
- ✓ Temperatura de succión: 97 °F
- ✓ Volumen: 220 MMSCFD.
- ✓ Gas a comprimir: Cusiana y Guajira.

1.4.9 Estación Compresora de Mariquita

Fotografía 9. Estación Compresora Mariquita



Recibe el gas mezcla Cusiana/Ballena proveniente de la estación de compresión existente Vasconia ubicada aproximadamente a 124,5 km de distancia, El objeto de la estación de compresión Mariquita es incrementar la capacidad nominal de transporte del Gasoducto Gualanday – Neiva de 20 MMSCFD.

Está ubicada en el PK 293 y con dirección municipio de Mariquita en el departamento del Tolima, kilómetro 3 sobre la vía hacia la vereda El Caucho

La estación de compresión Mariquita dispone de dos unidades de compresión, con una capacidad nominal por unidad de 16 MMSCFD con las características mostradas en la tabla 9.

Tabla 9. Características de las unidades compresoras de Mariquita

UNIDAD	MOTOR	COMPRESOR	POTENCIA (HP)	POTENCIA TOTAL (HP)
1	Waukesha L36GSI	Ariel JGJ/2	800	1.600
2	Waukesha L36GSI	Ariel JGJ/2	800	

Parámetros de Operación

Estas unidades fueron diseñadas para operar con las siguientes condiciones:

- ✓ Presión de succión: 700 psig a 1030 psig
- ✓ Presión de descarga: 1050 psig a 1200 psig.
- ✓ Temperatura de descarga: 120 °F
- ✓ Temperatura de succión: 86 °F
- ✓ Volumen: 20 MMSCFD.
- ✓ Gas a comprimir: Cusiana y Guajira.

1.4.10 Estación Compresora de Padua. Recibe el gas proveniente de la estación de compresión Vasconia, ubicada aproximadamente a 161.5 kilómetros de distancia. El objeto de la estación de compresión Padua es incrementar la capacidad nominal de transporte del Gasoducto de occidente desde 190 a 260 MMSCFD.

Fotografía 10. Estación Compresora Padua



Está ubicada PK 293 (PK 0 en Mariquita) y con dirección en el Municipio de Herveo departamento del Tolima del gasoducto

La estación de compresión Padua dispone de cinco unidades de compresión con las características mostradas en la tabla 10.

Tabla 10. Características de las unidades compresoras de Padua

UNIDAD	MOTOR	COMPRESOR	POTENCIA (HP)	POTENCIA TOTAL (HP)
1	Waukesha L 7044	Ariel JGK-4	1.680	8.400
2	Waukesha L 7044	Ariel JGK-4	1.680	
3	Waukesha L 7044	Ariel JGK-4	1.680	
4	Waukesha L 7044	Ariel JGK-4	1.680	
5	Waukesha L 7044	Ariel JGK-4	1.680	

1.4.11 Estación Compresora de Miraflores. Recibe el gas proveniente de ECP Cusiana, ubicada en el PK 85. El objeto de la estación de compresión Miraflores es incrementar la capacidad nominal de transporte del Gasoducto Cusiana la Belleza a 390 MMSCFD.

Fotografía 11. Estación Compresora Miraflores



Está ubicada en el PK 85 y con dirección Vereda Mahoma municipio de Miraflores en el Departamento de Boyacá, ubicada frente a la estación de bombeo del oleoducto Ocesa.

La estación de compresión Miraflores dispone de cinco unidades de compresión según las características mostradas en la tabla 11.

Tabla 11. Características de las unidades compresoras de Miraflores

UNIDAD	MOTOR	COMPRESOR	POTENCIA (HP)	POTENCIA TOTAL (HP)
1	Caterpillar G-3612	Ariel JGC-4	3.335	17.320
2	Caterpillar G-3612	Ariel JGC-4	3.335	
3	Caterpillar G-3612	Ariel JGC-4	3.550	
4	Caterpillar G-3612	Ariel JGC-4	3.550	
5	Caterpillar G-3612	Ariel JGC-4	3.550	

1.4.12 Estación Compresora de Puente Guillermo. Recibe el gas proveniente de la estación de compresión existente Miraflores, ubicada aproximadamente a 102 kilómetros de distancia. La estación de compresión Puente Guillermo, cuenta con capacidad nominal de transporte del Gasoducto Cusiana – Vasconia – Cali desde 210 a 450 MMSCFD.

Fotografía 12. Estación Compresora Puente Guillermo



Ubicada en el PK 188 y con dirección Vereda Otero del Municipio de Puente Nacional, Departamento de Santander, aproximadamente a 400 metros de la válvula de derivación Otero del gasoducto Cusiana – El Porvenir – La Belleza.

La estación de compresión Puente Guillermo dispone de siete unidades de compresión con las características mostradas en la tabla 12.

Tabla 12. Características de las unidades compresoras de Puente Guillermo

UNIDAD	MOTOR	COMPRESOR	POTENCIA (HP)	POTENCIA TOTAL (HP)
1	Caterpillar G-3608	Ariel JGK-4	2.370	16.590
2	Caterpillar G-3608	Ariel JGK-4	2.370	
3	Caterpillar G-3608	Ariel JGK-4	2.370	
4	Caterpillar G-3608	Ariel JGK-4	2.370	
5	Caterpillar G-3608	Ariel JGK-4	2.370	
6	Caterpillar G-3608	Ariel JGK-4	2.370	
7	Caterpillar G-3608	Ariel JGK-4	2.370	

1.5 CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES COMPRESORAS RECIPROCANTES PERTENECIENTES AL GASODUCTO CUSIANA-VOSCONIA

Este gasoducto, propiedad de TGI S.A. E.S.P. se localiza en los departamentos de Casanare, Boyacá. Hace parte de los tramos de gasoducto regulatorio Cusiana - La Belleza y Centro Oriente. Tiene una longitud total de 486 Km incluyendo los ramales y tubería de 20 pulgadas de diámetro. La capacidad máxima del gasoducto es de 392 MMSCFD. Actualmente es el principal centro de suministro de gas de la capital del país de los campos de Cusiana y Cupiaga en los Llanos

Orientales; también suministra gas a los ramales de Boyacá y Santander; cuenta con tres estaciones de compresión; Vasconia Miraflores y Puente Guillermo.

En la tabla 13 se presentan los 4 paquetes de compresión que hacen parte del Gasoducto Cusiana-Vasconia y son objeto del análisis de este trabajo.

Tabla 13. Características de los 4 paquetes de compresión del Gasoducto Cusiana - Vasconia

PAQUETE	MOTOR	COMPRESOR	POTENCIA (HP)
1	Caterpillar G-3606	Ariel JGC-2	1665
2	Caterpillar G-3608	Ariel JGK-4	2.370
3	Caterpillar G-3608	Ariel JGC-2	2.370
4	Caterpillar G-3612	Ariel JGC-4	3.550

Parámetros de Operación

Estas unidades de Compresión fueron diseñadas para operar con las siguientes condiciones:

Tabla 14. Parámetros de Operación de las Estaciones de compresión del Gasoducto Cusiana - Vasconia

PARÁMETROS	MIRAFLORES	PUENTE GUILLERMO	VASCONIA
Presión de succión (psig)	600	600	600
Presión de descarga (psig)	1200	1200	1200
Temperatura de descarga (°F)	120	120	120
Temperatura de succión (°F)	60	60	60
Flujo (MMSCFD)	392	390	192
Gas a comprimir	Cusiana	Cusiana	Cusiana

Figura 3. Mapa Red Nacional de Gasoductos



Tomado TGI Grupo Energía de Bogotá. Mapa Red Nacional de Gasoductos. Disponible en: <http://www.tgi.com.co/index.php/es/nuestra-operacion>

2. EFICIENCIA TEÓRICA DE LOS PAQUETES DE COMPRESIÓN DEL GASODUCTO CUSIANA - VASCONIA

El método para el cálculo de la eficiencia teórica fue basado en una ecuación de estado tal como la Soave-Redlich-Kwong (SRK) aplicada para el cómputo de las entalpías y entropías requeridas. Estas entalpías y entropías se aplican para determinar los requerimientos de potencia y temperaturas de descarga⁸.

Desde un punto de vista único computacional, el cómputo para la potencia de compresión es particularmente sensible a las especificaciones del flujo de masa, temperatura y presión de succión, más la temperatura y presión de descarga. Un compresor operará bajo condiciones variantes de estos valores, lo cuales impactan su rendimiento. De manera que la parte de mayor dificultad en el cómputo de compresión es la especificación de un rango razonable para cada variante, y no el cómputo en sí.

Normalmente, los cálculos termodinámicos se logran bajo un régimen ideal (reversible). Los resultados de este proceso reversible luego son adaptados al mundo real a través del empleo de la eficiencia termodinámica. En el proceso de compresión existen tres procesos ideales que se pueden visualizar: 1) un proceso isotérmico ($PV=C1$), 2) un proceso isoentrópico ($PV^k=C1$), y 3) un proceso politrópico ($PV^n=C1$). Cualquiera de estos procesos puede ser aplicado adecuadamente en la evaluación de la potencia de compresión aplicando métodos basados en modelos de computación, por vías manuales. El proceso isotérmico, sin embargo, es aplicado inusualmente por cuanto como base por cuanto el proceso de compresión no es llevado a cabo, ni aproximadamente, a temperatura constante.

⁸ Moshfeghian, D. M. PETROSKILLS. JHON M. CAMPBELL. [En línea]: 2016, Agosto 29. Disponible en: <http://www.jmcampbell.com/tip-of-the-month/spanish/?p=1588>

2.1 EFICIENCIA DE COMPRESIÓN

Las eficiencias de compresión varían con el tipo de compresor, tamaño, y caudal. Sol pueden ser determinadas (posterior) mediante una prueba de compresión, aun cuando los fabricantes de éstos usualmente pueden arrojar buenos estimados. Para el propósito de planificación, la referencia (Campbell, 2014) sugiere los siguientes rangos para las eficiencias totales globales (Ver tabla 15), para evaluar el rendimiento (performance) de un compresor existente, el objetivo es calcular la eficiencia de compresión, (η), y requerimiento de potencia.

Tabla 15. Eficiencias Totales de Compresión

Tipo de Compresor	Eficiencia, η
Centrífugos	0.70-0.85
Reciprocantes de Alta velocidad	0.72-0.88
Reciprocantes de Baja velocidad	0.75-0.90
Tornillo Rotativo	0.65-0.75

La referencia⁹ indica que estas eficiencias globales incluyen la fricción interna del gas de compresión, las pérdidas mecánicas (rolineras, sellos, caja de engranaje, etc.), y las pérdidas en la caja de engranaje. La eficiencia mecánica varía con el tipo y tamaño del compresor, pero un valor de 95% puede ser asumido con valor útil de planificación. Cuando se calcula el cabezal (altura) y temperatura de descarga, la eficiencia aplicada sería la isoentrópica, o la politrópica (la eficiencia isoentrópica se la designa a veces la adiabática). Sumando unos 3 – 4% de

⁹ CAMPBELL, J. The Equipment Modules. In Gas Conditioning and Processing (9th Edition ed., Vol. Volumen 2). Oklahoma: Editors Hubbard, R. and Snow–McGregor, K., Campbell Petroleum Series, Norman. 2014.

eficiencia (pérdidas mecánicas) a los valores de la Tabla 15, generalmente arrojan un buen estimado de la eficiencia termodinámica.

Para evaluar el rendimiento (performance) de un compresor existente, el objetivo es calcular la eficiencia de compresión, (η), y requerimiento de potencia.

Propiedades conocidas, y medidas son:

1. Condiciones estándar del flujo de gas, (q_s) más flujo másico (m)
2. Composición del gas (z_i)
3. Presión de succión (P_1) y temperatura (T_1)
4. Presión de descarga (P_2) and temperatura (T_2)

Para evaluar la eficiencia teórica de los paquetes de compresión del gasoducto Cusiana-Vasconia se toma un punto de la operación, el cual será igual para el cálculo de la eficiencia real, para los siguientes casos se seleccionó el día 10 de febrero de 2016 de la estación de Vasconia en la cual se encuentran 3 de los 4 paquetes de compresión de este estudio:

Tabla 16. Datos de Operación del 10 de febrero de 2016 Estación Vasconia

Hora			Prom.	
Presión gasoducto		DESC.	PIT 210A	1097
		SUCC.	PIT101A	721
Temp. (°F)		DESC.	TIT 200	101
		SUCC.	TIT 101	64
Presión compresora		DESC.	PIT 200	1096
		SUCC.	PIT106A	710
Flujo Descarga	FIT 200	KPCH		16171
		KPC	(Acumulado)	388113
Flujo Succión	FIT 100	KPCH		16136
		KPC	(Acumulado)	387320

Hora				Prom.	
Flujo de Combustible	FIT 300	KPOCH		60	
		KPC	(Acumulado)	1438	
TEA	FIT 400	KPC		46	
PV-106		%		100	
PDF		Succión	PDIT	5	
		Descarga	PDIT	3	
UNIDAD 1	TAG 30005	Arranques	Éxito		0
			No Extito		0
		%	carga		76
		RPM			800
		Bolsillo	Open %		
UNIDAD 2	TAG 30004	Arranques	Éxito		0
			No Extito		0
		%	carga		80
		RPM			800
		Bolsillo	Open %		
UNIDAD 3	TAG 106836-03	Arranques	Éxito		0
			No Extito		0
		%	carga		FS
		RPM			FS
		Bolsillo	Open %		
UNIDAD 4	TAG 106836-02	Arranques	Éxito		0
			No Extito		0
		%	carga		91
		RPM			750
		Bolsillo	Open %		
UNIDAD 5	TAG 106836-01	Arranques	Éxito		0
			No Extito		0
		%	carga		94
		RPM			798
		Bolsillo	Open %		

2.2 ESTIMADO DE LA EFICIENCIA

El exponente del camino isoentrópico (k) o la relación de capacidad de calor ideal de un gas puede ser calculado por la correlación,

$$k = [1.46 - 0.16(\gamma - 0.55)](1 - 0.067\gamma - AT) \quad (1)$$

Dónde:

T = Temperatura, K (°R)

γ = Densidad relativa del Gas; razón del peso molecular del gas al peso molecular del aire

A= 0.000272 (0.000151)

La temperatura actual de descarga basada en un sendero isoentrópico puede ser estimada por:

$$T_2 = T_1 \left[1 + \frac{\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\left(\frac{k-1}{k}\right)} - 1}{\eta_{Isem}} \right] \quad (2)$$

Resolviendo por la eficiencia isoentrópica,

$$\eta_{Isem} = \frac{T_1}{T_2 - T_1} \left[\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\left(\frac{k-1}{k}\right)} - 1 \right] \quad (3)$$

Similarmente, la temperatura actual de descarga basada en un camino politrópico puede estimarse por:

$$T_2 = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\left(\frac{n-1}{n}\right)} \quad (4)$$

Resolviendo la ecuación citada arriba, despejando el coeficiente del proceso politrópico (n):

$$n = \left[1 - \frac{\left(\frac{T_2}{T_1}\right)}{\left(\frac{P_2}{P_1}\right)} \right]^{-1} \quad (5)$$

Conociendo el coeficiente (k) del proceso isoentrópico (k) más el coeficiente (n) del camino politrópico, se puede calcular la eficiencia politrópica (η_{Poly}) en:

$$\eta_{Poly} = \frac{\left(\frac{k-1}{k}\right)}{\left(\frac{n-1}{n}\right)} \quad (6)$$

El cabezal (altura) isoentrópica se calcula por:

$$Head_{Isen} = \left(\frac{k}{k-1}\right) \left(\frac{Z_a RT_1}{MW}\right) \left[\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \quad (7)$$

Similarmente, el cabezal (altura) politrópico se calcula por:

$$Head_{Poly} = \left(\frac{n}{n-1}\right) \left(\frac{Z_a RT_1}{MW}\right) \left[\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right] \quad (8)$$

Para un proceso isoentrópico (adiabático y reversible la potencia se obtiene por:

$$Power = \left(\frac{k}{k-1}\right) \left(\frac{Z_a}{\eta_{Isen}}\right) (T_1) (q_s) \left(\frac{P_s}{T_s}\right) \left[\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \quad (9)$$

O para un proceso politrópico la potencia es obtenida por:

$$Power = \left(\frac{n}{n-1}\right) \left(\frac{Z_a}{\eta_{Poly}}\right) (T_1)(q_s) \left(\frac{P_s}{T_s}\right) \left[\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{n-1}{n}} - 1\right] \quad (10)$$

Alternativamente:

$$Power = \frac{(m)(Head_{Isen})}{\eta_{Isen}} = \frac{(m)(Head_{Poly})}{\eta_{Poly}} \quad (11)$$

Dónde:

Cabezal = Altura del Compresor, m (ft)

Potencia = Potencia del Compresor, kW (HP)

R = Constante Universal del gas, 848 kg-m/(kmol-K) or (1545 pie-lb_f/(lbmol-°R))

P_s = Presión a condiciones Estándar, kPa (psia)

P₁ = Presión de succión, kPa (psia)

P₂ = Presión de descarga, kPa (psia)

T_s = Temperatura a condiciones Estandar, K (°R)

T₁ = Temperatura de succión, K (°R)

T₂ = Temperatura de descarga, K (°R)

q_s = Caudal volumétrico del Gas a condiciones Estándar, Sm³/d (pcs/day)

Z_a = Factor de compresibilidad ponderado para el gas = (Z₁+Z₂)/2

Z₁ = Factor de compresibilidad del Gas a condiciones de succión

Z₂ = Factor de compresibilidad del Gas a condiciones de descarga

MW = Peso molecular del gas lb/lbmol

El cómputo para la potencia de compresión debe efectuarse por cada etapa de la misma y luego sumada para todas las etapas correspondientes, las cuales se conectan a una unidad de potencia única, en este caso solo tenemos una etapa de compresión.

2.2.1 El proceso de cómputo paso a paso

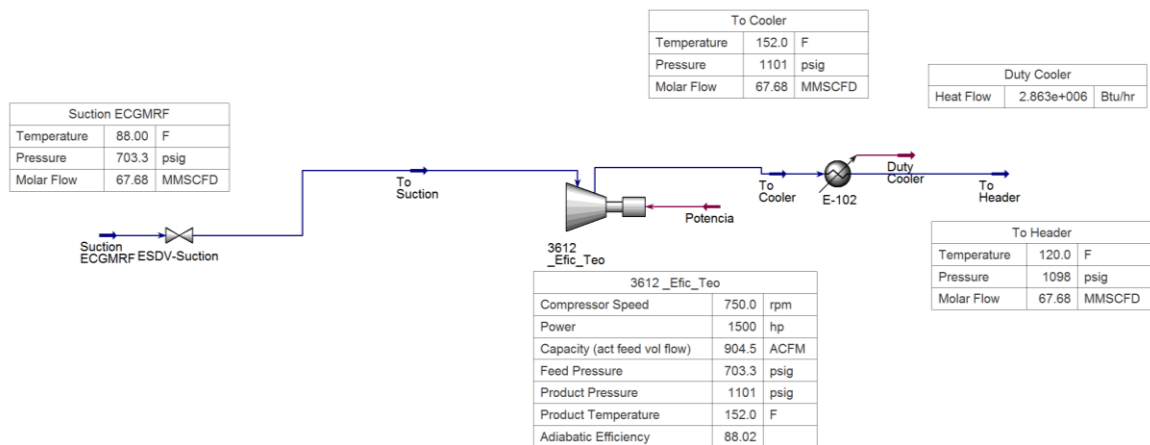
1. Calcular el exponente isoentrópico (*k*) por la Ecuación 1 aplicando la temperatura ponderada definida por $T = (T_1 + 3T_2)/4$.
2. Calcular la eficiencia isoentrópica (η_{Isen}) por la Ecuación 3.
3. Calcular el coeficiente politrópico (*n*) por la Ecuación 5.

4. Calcular la eficiencia politrópica (η_{Poly}) por Ecuación 6.
5. Calcular las alturas isoentrópicas y politrópicas por las Ecuaciones 7 y 8, respectivamente.
6. Calcular la potencia requerida por las Ecuaciones 9, o la 10.

2.3 CASO 3612

El gas natural es comprimido aplicando una unidad de una etapa. El Diagrama de Flujo del Proceso se muestra en la figura 4. La presión, y temperatura medida son presentadas en la misma figura 4. La composición, y caudales de la corriente de alimentación son presentadas en la Tabla 17.

Figura 4. Diagrama de flujo de procesos caso 3612



El diagrama de flujo de proceso indicado en la Figura 4 fue simulado por el conjunto computacional (software) ASPEN HYSYS V9 para lograr los cálculos rigurosos aplicando la Ecuación de Estado SRK. El programa calculó eficiencias politrópicas, e isoentrópicas, alturas, y potencia de compresión. Éste también calculó el exponente isoentrópico (k), exponente politrópico (n). Estos cálculos se presentan en la Tabla 18, (ver Anexo A).

Tabla 17. Análisis y caudal del gas para la etapa de compresión



1	 TGI SA ESP			Case Name: paquete 3612.hsc			
2				Unit Set: Field1a			
3				Date/Time: Mon Oct 24 15:41:21 2016			
4							
5	Material Stream: Suction ECGMRF			Fluid Package: Basis-1			
6				Property Package: SRK			
7	COMPOSITION						
8	Overall Phase Vapour Fraction 1.0000						
9							
10							
11							
12							
13	COMPONENTS	MOLAR FLOW (lbmole/hr)	MOLE FRACTION	MASS FLOW (lb/hr)	MASS FRACTION	LIQUID VOLUME FLOW (barrel/day)	LIQUID VOLUME FRACTION
14							
15	Nitrogen	41.7768	0.0056	1170.2646	0.0082	99.3724	0.0034
16	CO2	142.4880	0.0192	6269.9752	0.0440	520.1802	0.0177
17	Methane	6251.0360	0.8412	100284.7937	0.7045	22935.6076	0.7796
18	Ethane	711.2871	0.0957	21387.7297	0.1503	4117.3694	0.1400
19	Propane	241.5843	0.0325	10653.1413	0.0748	1439.6732	0.0489
20	i-Butane	32.6248	0.0044	1896.2883	0.0133	231.0533	0.0079
21	n-Butane	2.9244	0.0004	169.9606	0.0012	19.9564	0.0007
22	i-Pentane	6.2310	0.0007	377.4232	0.0027	41.4525	0.0014
23	n-Pentane	0.8289	0.0001	59.8054	0.0004	6.6029	0.0002
24	n-Hexane	0.6798	0.0001	58.5845	0.0004	6.0535	0.0002
25	H2O	0.9360	0.0001	16.9153	0.0001	1.1606	0.0000
26	Total	7431.3820	1.0000	142344.8996	1.0000	29418.3820	1.0000
27	Vapour Phase Phase Fraction 1.000						
28							
29	COMPONENTS	MOLAR FLOW (lbmole/hr)	MOLE FRACTION	MASS FLOW (lb/hr)	MASS FRACTION	LIQUID VOLUME FLOW (barrel/day)	LIQUID VOLUME FRACTION
30							
31	Nitrogen	41.7768	0.0056	1170.2646	0.0082	99.3724	0.0034
32	CO2	142.4880	0.0192	6269.9752	0.0440	520.1802	0.0177
33	Methane	6251.0360	0.8412	100284.7937	0.7045	22935.6076	0.7796
34	Ethane	711.2871	0.0957	21387.7297	0.1503	4117.3694	0.1400
35	Propane	241.5843	0.0325	10653.1413	0.0748	1439.6732	0.0489
36	i-Butane	32.6248	0.0044	1896.2883	0.0133	231.0533	0.0079
37	n-Butane	2.9244	0.0004	169.9606	0.0012	19.9564	0.0007
38	i-Pentane	6.2310	0.0007	377.4232	0.0027	41.4525	0.0014
39	n-Pentane	0.8289	0.0001	59.8054	0.0004	6.6029	0.0002
40	n-Hexane	0.6798	0.0001	58.5845	0.0004	6.0535	0.0002
41	H2O	0.9360	0.0001	16.9153	0.0001	1.1606	0.0000
42	Total	7431.3820	1.0000	142344.8996	1.0000	29418.3820	1.0000
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
59							
60							
61							
62							
63							
64							
65							
66							
67	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9			Page 1 of 1	

Tabla 18. Resumen de Resultados Caso 3212

1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3612.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3			Date/Time: Tue Oct 25 19:16:14 2016	
4				
5	Compressor: 3612_Efic_Teo			
6	Connections			
7	Inlet Stream			
8				
9	STREAM NAME		FROM UNIT OPERATION	
10	To Suction	Valve	ESDV-Suction	
11	Outlet Stream			
12				
13	STREAM NAME		TO UNIT OPERATION	
14	To Cooler	Cooler	E-102	
15	Energy Stream			
16				
17	STREAM NAME		FROM UNIT OPERATION	
18	Potencia			
19	Parameters			
20				
21	Speed:	750.0 rpm	Duty:	1.4997e+03 hp
22	Adiabatic Eff.:	88.02	PolyTropic Eff.:	88.60
23	Adiabatic Head:	2.203e+005 in	Polytropic Head:	2.218e+005 in
24	Adiabatic Fluid Head:	1.836e+004 lbf-ft/lbm	Polytropic Fluid Head:	1.848e+004 lbf-ft/lbm
25	Polytropic Exp.	1.391	Isentropic Exp.	1.337
26			Poly Head Factor	0.9992
27	RECIPROCATING SETTINGS			
28				
29	Number of Cylinders:	4 *	Cylinder Type:	Double-acting, Tail Rod Type
30	Bore:	9.875 in *	Stroke:	6.500 in *
31	Piston Rod Diameter:	2.500 in *	Const. Vol. Efficiency Loss:	4.00 %
32	Default Fixed Clearance Vol.:	15.00 %	Zero Speed Flow Resistance:	0.0000 lb/hr/sqrt(psia-lb/ft ³)
33	Typical Design Speed:	1000 rpm *	Volumetric Efficiency:	55.91 %
34	Speed:	750.0 rpm		
35		1 Crank	1 Outer	2 Crank
36	Fixed Clearance Vol. (ft ³)	4.044e-002	4.044e-002	4.044e-002
37	Variable Clearance Vol. (ft ³)	0.2725 *	0.2725 *	0.2725 *
38	Variable Volume Enabled	On	On	On
39	Cylinder is unloaded	Off	Off	Off
40		3 Crank	3 Outer	4 Crank
41	Fixed Clearance Vol. (ft ³)	4.044e-002	4.044e-002	4.044e-002
42	Variable Clearance Vol. (ft ³)	0.2720 *	0.2720 *	0.2720 *
43	Variable Volume Enabled	On	On	On
44	Cylinder is unloaded	Off	Off	Off
45	RATING			
46				
47	Curves			
48				
49	Compressor Speed: 750.0 rpm	Efficiency:	Adiabatic	Curves Enabled: Yes
50	Head Offset:	0.0000 m	Efficiency Offset:	0.00 %
51	Speed:			
52	Flow	Head	Efficiency (%)	
53	Flow Limits			
54				
55	Surge Curve: Inactive			
56	Speed	Flow	Speed	Flow
57	Stone Wall Curve: Inactive			
58	Speed	Flow	Speed	Flow
59	Surge Flow Rate	Field Flow Rate	904.5 ACFM	Stone Wall Flow
60	---	Compressor Volume	0.0000 ft ³	
61	Nozzle Parameters			
62				
63	Base Elevation Relative to Ground Level			
64	0.0000 in *			
65	To Suction		To Cooler	
66	Aspen Technology Inc. Aspen HYSYS Version 9			
67	Page 1 of 3			

Licensed to: TRANSPORTADORA DE GAS IN

* Specified by user.

La eficiencia **teórica adiabática es de 88.02%**, esta eficiencia es la que se requiere entrar en el modelo de compresor en el software Pipeline Studio.

2.4 CASO 3608

Para el cálculo de la eficiencia teórica del paquete 3608 se siguió la misma metodología usada en el caso 3612, obteniendo como resultado una eficiencia **teórica adiabática es de 88%**, la cual será usada en el modelo del compresor en el software Pipeline Studio. El diagrama de flujo con las condiciones de operación y el resumen de los resultados se presentan en la figura 5 y la tabla 19 respectivamente.

Figura 5. Diagrama de flujo de procesos caso 3608

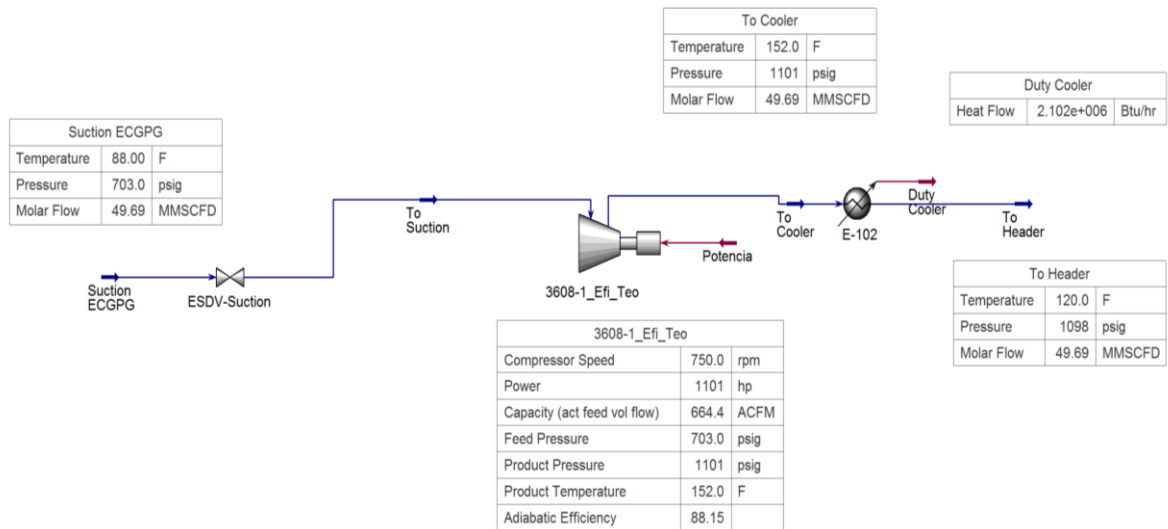



Tabla 19. Resumen de Resultados caso 3608

1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3608-1.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3			Date/Time: Wed Oct 28 22:43:47 2018	
4				
5				
6	Compressor: 3608-1_Efi_Teo			
7				
8	Connections			
9				
10	Inlet Stream			
11				
12	STREAM NAME		FROM UNIT OPERATION	
13	To Suction	Valve	ESDV-Suction	
14				
15	Outlet Stream			
16				
17	STREAM NAME		TO UNIT OPERATION	
18	To Cooler	Cooler	E-102	
19				
20	Energy Stream			
21	STREAM NAME		FROM UNIT OPERATION	
22	Potencia			
23				
24	Parameters			
25	Speed:	750.0 rpm	Duty:	1.1007e+03 hp
26	Adiabatic Eff.:	88.15	PolyTropic Eff.:	88.72
27	Adiabatic Head:	2.206e+005 in	Polytropic Head:	2.220e+005 in
28	Adiabatic Fluid Head:	1.839e+004 lbf-ft/lbm	Polytropic Fluid Head:	1.850e+004 lbf-ft/lbm
29	Polytropic Exp.	1.390	Isentropic Exp.	1.337
30			Poly Head Factor	0.9992
31	RECIPROCATING SETTINGS			
32	Number of Cylinders:	4 *	Cylinder Type:	Double-acting, Tail Rod Type
33	Bore:	7.250 in *	Stroke:	5.500 in *
34	Piston Rod Diameter:	2.000 in *	Const. Vol. Efficiency Loss:	2.58 % *
35	Default Fixed Clearance Vol.:	25.00 % *	Zero Speed Flow Resistance:	0.0000 lb/hr/sqrt(psia-lb/ft ³) *
36	Typical Design Speed:	1200 rpm *	Volumetric Efficiency:	91.22 %
37	Speed:			750.0 rpm
38		1 Crank	1 Outer	2 Crank 2 Outer
39	Fixed Clearance Vol. (ft ³)	1.014e-003 *	1.014e-003 *	1.014e-003 * 1.014e-003 *
40	Variable Clearance Vol. (ft ³)	1.600e-002 *	1.600e-002 *	1.600e-002 * 1.600e-002 *
41	Variable Volume Enabled	On	On	On On
42	Cylinder is unloaded	Off	Off	Off Off
43		3 Crank	3 Outer	4 Crank 4 Outer
44	Fixed Clearance Vol. (ft ³)	1.014e-003 *	1.014e-003 *	1.014e-003 * 1.014e-003 *
45	Variable Clearance Vol. (ft ³)	1.600e-002 *	1.600e-002 *	1.600e-002 * 1.600e-002 *
46	Variable Volume Enabled	On	On	On On
47	Cylinder is unloaded	Off	Off	Off Off
48				
49	RATING			
50				
51	Curves			
52	Compressor Speed: 750.0 rpm	Efficiency:	Adiabatic	Curves Enabled: Yes
53	Head Offset:	0.0000 m	Efficiency Offset:	0.00 %
54	Speed:			
55	Flow	Head	Efficiency (%)	
56				
57	Flow Limits			
58	Surge Curve: Inactive			
59	Speed	Flow	Speed	Flow
60	Stone Wall Curve: Inactive			
61	Speed	Flow	Speed	Flow
62	Surge Flow Rate ---	Field Flow Rate 864.4 ACFM	Stone Wall Flow ---	Compressor Volume 0.0000 ft ³
63	Nozzle Parameters			
64				
65	Base Elevation Relative to Ground Level	2000 in *		
66	To Suction		To Cooler	
67	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9	
			Page 1 of 3	

Licensed to: TRANSPORTADORA DE GAS IN

* Specified by user.

2.5 CASO 3608/JC2

Para el cálculo de la eficiencia teórica del paquete 3608/JC2 se siguió la misma metodología usada en el caso 3612, obteniendo como resultado una eficiencia **teórica adiabática es de 88%**, la cual será usada en el modelo del compresor en el software Pipeline Studio. El diagrama de flujo con las condiciones de operación y el resumen de los resultados se presentan en la figura 6 y la tabla 20 respectivamente.

Figura 6. Diagrama de flujo de procesos caso 3608/JC2

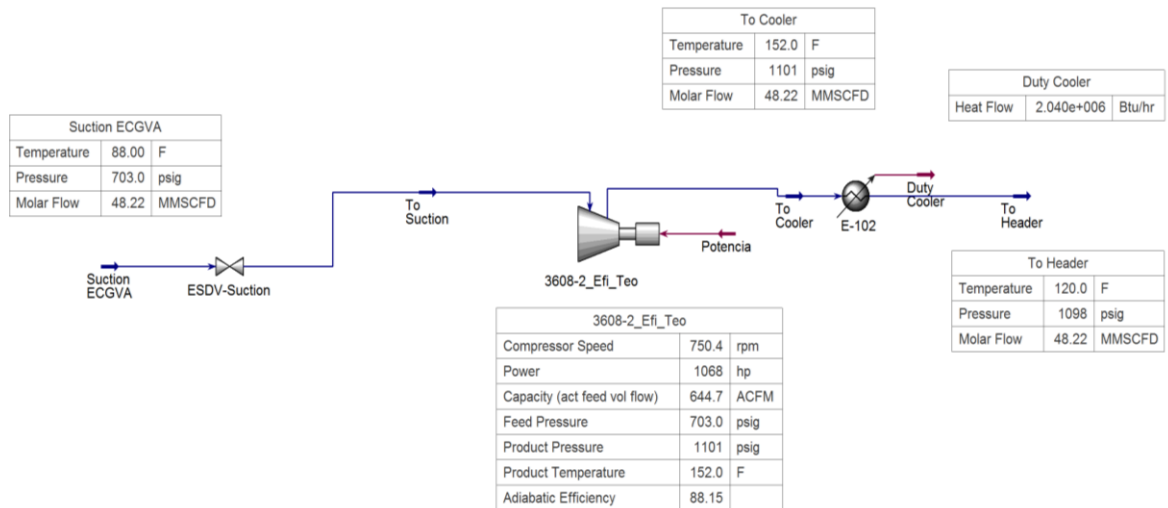



Tabla 20. Resumen de Resultados caso 3608/JC2

1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3608-2.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3			Date/Time: Wed Oct 26 23:01:05 2016	
4				
5	Compressor: 3608-2_Efi_Teo			
6	Connections			
7	Inlet Stream			
8				
9	STREAM NAME		FROM UNIT OPERATION	
10	To Suction	Valve		ESDV-Suction
11	Outlet Stream			
12	STREAM NAME		TO UNIT OPERATION	
13	To Cooler	Cooler		E-102
14	Energy Stream			
15	STREAM NAME		FROM UNIT OPERATION	
16	Potencia			
17	Parameters			
18	Speed:	750.4 rpm	Duty:	1.0880e+03 hp
19	Adiabatic Eff.:	88.15	PolyTropic Eff.:	88.72
20	Adiabatic Head:	2.206e+005 in	Polytropic Head:	2.220e+005 in
21	Adiabatic Fluid Head:	1.838e+004 lbf-ft/lbm	Polytropic Fluid Head:	1.850e+004 lbf-ft/lbm
22	Polytropic Exp.	1.390	Isentropic Exp.	1.337
23			Poly Head Factor	0.9992
24	RECIPROCATING SETTINGS			
25	Number of Cylinders:	2 *	Cylinder Type:	Double-acting, Tail Rod Type
26	Bore:	9.875 in *	Stroke:	6.500 in *
27	Piston Rod Diameter:	2.500 in *	Const. Vol. Efficiency Loss:	3.96 % *
28	Default Fixed Clearance Vol.:	15.00 % *	Zero Speed Flow Resistance:	0.0000 lb/hr/sqrt(psia-lb/ft3) *
29	Typical Design Speed:	1200 rpm *	Volumetric Efficiency:	79.66 %
30	Speed:			750.4 rpm
31		1 Crank	1 Outer	2 Crank
32	Fixed Clearance Vol. (ft3)	7.014e-002 *	7.014e-002 *	7.014e-002 *
33	Variable Clearance Vol. (ft3)	5.000e-002 *	5.000e-002 *	5.000e-002 *
34	Variable Volume Enabled	On	On	On
35	Cylinder is unloaded	Off	Off	Off
36	RATING			
37	Curves			
38	Compressor Speed: 750.4 rpm	Efficiency: Adiabatic	Curves Enabled:	Yes
39	Head Offset:	0.0000 m	Efficiency Offset:	0.00 %
40	Speed:			
41	Flow	Head	Efficiency (%)	
42	Flow Limits			
43	Surge Curve: Inactive			
44	Speed	Flow	Speed	Flow
45	Stone Wall Curve: Inactive			
46	Speed	Flow	Speed	Flow
47	Surge Flow Rate ---	Field Flow Rate	644.7 ACFM	Stone Wall Flow ---
48				Compressor Volume 0.0000 ft3
49	Nozzle Parameters			
50	Base Elevation Relative to Ground Level		2000 in *	
51		To Suction	To Cooler	
52	Diameter (in)	10.00 *	10.00 *	
53	Elevation (Base) (in)	2000 *	2000 *	
54	Elevation (Ground) (in)	4000	4000	
55	Inertia			
56	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9	
57	Licensed to: TRANSPORTADORA DE GAS IN		Page 1 of 3	

* Specified by user.

2.6 CASO 3606

Para el cálculo de la eficiencia teórica del paquete 3606 se siguió la misma metodología usada en el caso 3612, obteniendo como resultado una eficiencia **teórica adiabática es de 95%**, la cual será usada en el modelo del compresor en el software Pipeline Studio. El diagrama de flujo con las condiciones de operación y el resumen de los resultados se presentan en la figura 7 y la tabla 21 respectivamente.

Figura 7. Diagrama de flujo de procesos caso 3606

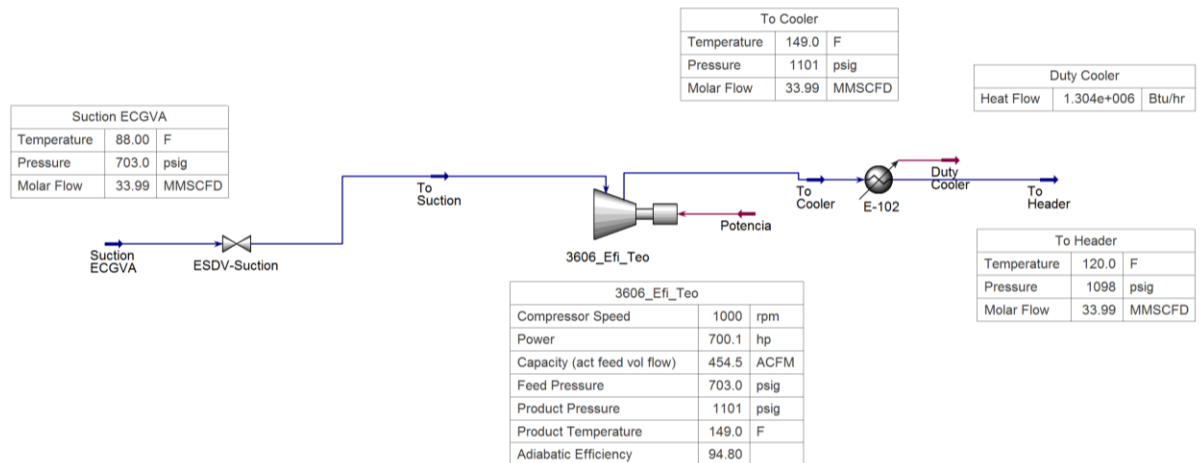



Tabla 21. Resumen de Resultados caso 3606

1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3606.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3			Date/Time: Wed Oct 26 23:13:10 2016	
4				
5				
6	Compressor: 3606_Efi_Teo			
7				
8	Connections			
9				
10	Inlet Stream			
11				
12	STREAM NAME		FROM UNIT OPERATION	
13	To Suction	Valve	ESDV-Suction	
14				
15	Outlet Stream			
16				
17	STREAM NAME		TO UNIT OPERATION	
18	To Cooler	Cooler	E-102	
19				
20	Energy Stream			
21	STREAM NAME		FROM UNIT OPERATION	
22	Potencia			
23				
24	Parameters			
25	Speed:	1000 rpm	Duty:	7.0008e+02 hp
26	Adiabatic Eff.:	94.80	PolyTropic Eff.:	95.05
27	Adiabatic Head:	2.208e+005 in	Polytropic Head:	2.212e+005 in
28	Adiabatic Fluid Head:	1.838e+004 lbf-ft/lbm	Polytropic Fluid Head:	1.843e+004 lbf-ft/lbm
29	Polytropic Exp.	1.358	Isentropic Exp.	1.337
30			Poly Head Factor	0.9992
31				
32	RECIPROCATING SETTINGS			
33	Number of Cylinders:	2 *	Cylinder Type:	Double-acting, Tail Rod Type
34	Bore:	7.875 in *	Stroke:	6.500 in *
35	Piston Rod Diameter:	2.500 in *	Const. Vol. Efficiency Loss:	5.00 % *
36	Default Fixed Clearance Vol.:	15.00 % *	Zero Speed Flow Resistance:	0.0000 lb/hr/sqrt(psia-lb/ft3) *
37	Typical Design Speed:	1200 rpm *	Volumetric Efficiency:	68.93 %
38	Speed:	1000 rpm		
39	Fixed Clearance Vol. (ft3)	1 Crank	1 Outer	2 Crank
40	Variable Clearance Vol. (ft3)	7.014e-002 *	7.014e-002 *	7.014e-002 *
41	Variable Volume Enabled	5.000e-002 *	5.000e-002 *	5.000e-002 *
42	Cylinder is unloaded	On	On	On
43		Off	Off	Off
44				
45	RATING			
46				
47	Curves			
48	Compressor Speed: 1000 rpm	Efficiency:	Adiabatic	Curves Enabled: Yes
49	Head Offset:	0.0000 m	Efficiency Offset:	0.00 %
50	Speed:			
51	Flow	Head	Efficiency (%)	
52				
53	Flow Limits			
54	Surge Curve: Inactive			
55	Speed	Flow	Speed	Flow
56	Stone Wall Curve: Inactive			
57	Speed	Flow	Speed	Flow
58	Surge Flow Rate ---	Field Flow Rate	454.5 ACFM	Stone Wall Flow ---
59	Compressor Volume 0.0000 ft3			
60	Nozzle Paramaters			
61	Base Elevation Relative to Ground Level 2000 in *			
62	Diameter (in)	To Suction	To Cooler	
63	Elevation (Base) (in)	10.00 *	10.00 *	
64	Elevation (Ground) (in)	2000 *	2000 *	
65				
66	Inertia			
67				

3. EFICIENCIA REAL DE LOS PAQUETES DE COMPRESIÓN DEL GASODUCTO CUSIANA - VASCONIA

Para el cálculo de la eficiencia real se toman los datos de operación del día 10 de febrero de 2016 de la estación Vasconia, que cuenta con la mayoría de los paquetes de compresión casos de estudio de este trabajo, se ingresan al software del proveedor de los equipos (ARIEL) para determinar la potencia de cada paquete, esa potencia calculada se ingresa al modelo calibrado en ASPEN HYSYS, liberando la temperatura de descarga para que sea calculada por el software, con esto se obtiene la nueva eficiencia real, manteniendo las condiciones de operación, presión, RPM, temperatura y la configuración mecánica del paquete compresor.

3.1 CASO 3612

Se obtuvo una eficiencia adiabática real para el paquete 3612 de **86.91%**. La figura 8 muestra el diagrama de flujo con las condiciones de operación, en la tabla 22 se presenta el reporte de resultados obtenidos en el Software ARIEL y la tabla 23 presenta el resumen de los resultados obtenidos en el modelo calibrado de Aspen HYSYS (ver Anexo B).

Figura 8. Diagrama de flujo de procesos caso 3612

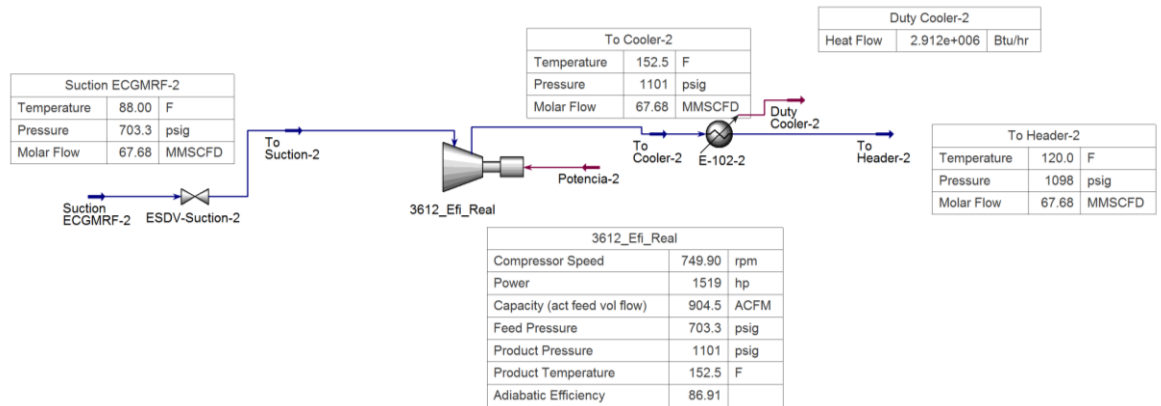



Tabla 22. Reporte de Resultados ARIEL caso 3612

		Ariel Performance			
Compania:	Ariel Corporation	Cliente:	TGI		
Cotizacion:	Ejercicio Académico	Requisicion:	GPR		
7.7.3.0	Case 1:	Proyecto:	Calculo de Eficiencia Paquetes TGI		

Datos del Compresor:	Altura,ft:	6234.00	Barometro,psia:	11.650	Ambiente,°F:	82.00	Datos Motor:
	Modelo:	JGC/4	Carrera, in:	6.50	Dia. Barra, in:	2.500	Tipo: Nat. Gas
	Max CB Tot, lbf:	114000	Max CB Tens, lbf:	57000	Max CB Comp, lbf:	60000	Marca: Caterpillar
	RPM Nominal:	1000	Nominal BHP:	4140.0	VP Nominal FPM:	1083.3	Modelo: G3612-LE
	Calc RPM:	750.0	BHP:	1511	VP Calc FPM:	812.5	BHP: 2532 (5.00%)
							Avail: 2332 (200)

Servicios	Service 1			
Gas Model	VMG			
Datos por Etapas:	1 (SG)			
Flujo Req, MMSCFD	390.000			
Flujo Calc, MMSCFD	67.719			
BHP por Etapa	1482.1			
Gravedad Especifica	0.6600			
Rel.de Cal. Esp. (N)	1.3017			
Fact. Comp. Succ (Zs)	0.8873			
Fact. Comp Desc (Zd)	0.8915			
Pres Succ Linea, psig	710.00			
Pres Succ Brida, psig	703.30			
Pres Desc Brida, psig	1101.02			
Pres Desc Linea, psig	1090.00			
Rel. Comp. B/B	1.556			
Temp Succ, °F	85.50			
Temp Enfr. Desc, °F	120.00			
Datos de Cilindros:	Posicion 1	Posicion 2	Posicion 3	Posicion 4
Modelo Cilindro	10-3/8CL	10-3/8CL	10-3/8CL	10-3/8CL
Dia. Cilindro, in	9.875	9.875	9.875	9.875
PDN Cilindro (API), psig	1727.3	1727.3	1727.3	1727.3
MPTP Cilindro, psig	1900.0	1900.0	1900.0	1900.0
Accion Cilindro	DBL	DBL	DBL	DBL
Desplaz. Cilindro, CFM	418.3	418.3	418.3	418.3
Pres Succ Int, psig	693.23	693.23	693.23	693.23
Temp Succ Int, °F	88	88	88	88
Pres Desc Int, psig	1120.02	1120.02	1120.02	1120.02
Temp Desc Int, °F	152	152	152	152
Vel Gas Succ LC, FPM	3732	3732	3732	3732
Vel Gas Desc LC, FPM	3628	3628	3628	3628
Espac. usados/max LC	0/4	0/4	0/4	0/4
BVV Disp. LC	0.33+110.93	0.33+110.93	0.33+110.93	0.33+110.93
BVV Usado	100.00 (V) %	100.00 (V) %	100.00 (V) %	100.00 (V) %
Claro Min LC, %	47.57	47.57	47.57	47.57
Claro Total LC, %	158.82	158.82	158.82	158.82
Vel Gas Succ LB, FPM	3493	3493	3493	3493
Vel Gas Desc LB, FPM	3395	3395	3395	3395
Espac. usados/max LB	0/4	0/4	0/4	0/4
Claro Min LB, %	51.44	51.44	51.44	51.44
Claro Total LB, %	51.44	51.44	51.44	51.44
Efic Vol Succ LC/LB, %	33.2/75.8	33.2/75.8	33.2/75.8	33.2/75.8
Evento Desc LC/LB, ms	12.0/22.2	12.0/22.2	12.0/22.2	12.0/22.2
Pseudo-Q Succ LC/LB	1.8/1.7	1.8/1.7	1.8/1.7	1.8/1.7
CB Gas Comp, %	60.2 C	60.2 C	60.2 C	60.2 C
CB Gas Tens, %	47.6 T	47.6 T	47.6 T	47.6 T
Carga Barra Gas Total, %	55.5	55.5	55.5	55.5
Pin Cruc Grad/%RvrsI lbf	160/83.8	160/83.8	160/83.8	160/83.8
Flujo Calc, MMSCFD	16.930	16.930	16.930	16.930
Cilindro BHP	370.5	370.5	370.5	370.5

Tabla 23. Resumen de Resultados caso 3612

1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3612.hsc			
2			Unit Set: Field1a			
3			Date/Time: Tue Oct 25 19:18:17 2016			
4						
5	Compressor: 3612_Efi_Real					
6	Connections					
7	Inlet Stream					
8	STREAM NAME		FROM UNIT OPERATION			
9	To Suction-2	Valve				ESDV-Suction-2
10	Outlet Stream					
11	STREAM NAME		TO UNIT OPERATION			
12	To Cooler-2	Cooler				E-102-2
13	Energy Stream					
14	STREAM NAME		FROM UNIT OPERATION			
15	Potencia-2					
16	Parameters					
17	Speed:	749.9 rpm	Duty:	1.5190e+03 hp *		
18	Adiabatic Eff.:	88.91	PolyTropic Eff.:	87.53		
19	Adiabatic Head:	2.203e+005 in	Polytropic Head:	2.219e+005 in		
20	Adiabatic Fluid Head:	1.836e+004 lbf-ft/lbm	Polytropic Fluid Head:	1.849e+004 lbf-ft/lbm		
21	Polytropic Exp.	1.397	Ientropic Exp.	1.337	Poly Head Factor	
22					0.9962	
23	RECIPROCATING SETTINGS					
24	Number of Cylinders:	4 *	Cylinder Type:	Double-acting, Tail Rod Type		
25	Bore:	9.875 in *	Stroke:	6.500 in *		
26	Piston Rod Diameter:	2.500 in *	Const. Vol. Efficiency Loss:	4.00 %		
27	Default Fixed Clearance Vol.:	15.00 %	Zero Speed Flow Resistance:	0.0000 lb/hr/sqrt(psia-lb/ft3)		
28	Typical Design Speed:	1000 rpm *	Volumetric Efficiency:	55.92 %		
29	Speed:	749.9 rpm				
30		1 Crank	1 Outer	2 Crank	2 Outer	
31	Fixed Clearance Vol. (ft3)	4.044e-002	4.044e-002	4.044e-002	4.044e-002	
32	Variable Clearance Vol. (ft3)	0.2725 *	0.2725 *	0.2725 *	0.2725 *	
33	Variable Volume Enabled	On	On	On	On	
34	Cylinder is unloaded	Off	Off	Off	Off	
35		3 Crank	3 Outer	4 Crank	4 Outer	
36	Fixed Clearance Vol. (ft3)	4.044e-002	4.044e-002	4.044e-002	4.044e-002	
37	Variable Clearance Vol. (ft3)	0.2725 *	0.2725 *	0.2735 *	0.2735 *	
38	Variable Volume Enabled	On	On	On	On	
39	Cylinder is unloaded	Off	Off	Off	Off	
40	RATING					
41	Curves					
42	Compressor Speed:	749.9 rpm	Efficiency:	Adiabatic	Curves Enabled:	Yes
43	Head Offset:	0.0000 m	Efficiency Offset:	0.00 %		
44	Speed:					
45	Flow	Head		Efficiency (%)		
46	Flow Limits					
47	Surge Curve: Inactive					
48	Speed	Flow	Speed	Flow	Speed	Flow
49	Stone Wall Curve: Inactive					
50	Speed	Flow	Speed	Flow	Speed	Flow
51	Surge Flow Rate	---	Field Flow Rate	904.5 ACFM	Stone Wall Flow	---
52					Compressor Volume	0.0000 ft3
53	Nozzle Paramaters					
54	Base Elevation Relative to Ground Level	0.0000 in *				
55	To Suction-2		To Cooler-2			
56	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9		Page 1 of 3	
57	Licensed to: TRANSPORTADORA DE GAS IN				* Specified by user.	

3.2 CASO 3608

Se obtuvo una eficiencia adiabática real para el paquete 3608 de **87%**. La figura 9 muestra el diagrama de flujo con las condiciones de operación, en la tabla 24 se presenta el reporte de resultados obtenidos en el Software ARIEL y la tabla 25 presenta el resumen de los resultados obtenidos en el modelo calibrado de Aspen HYSYS.

Figura 9. Diagrama de flujo de procesos caso 3608

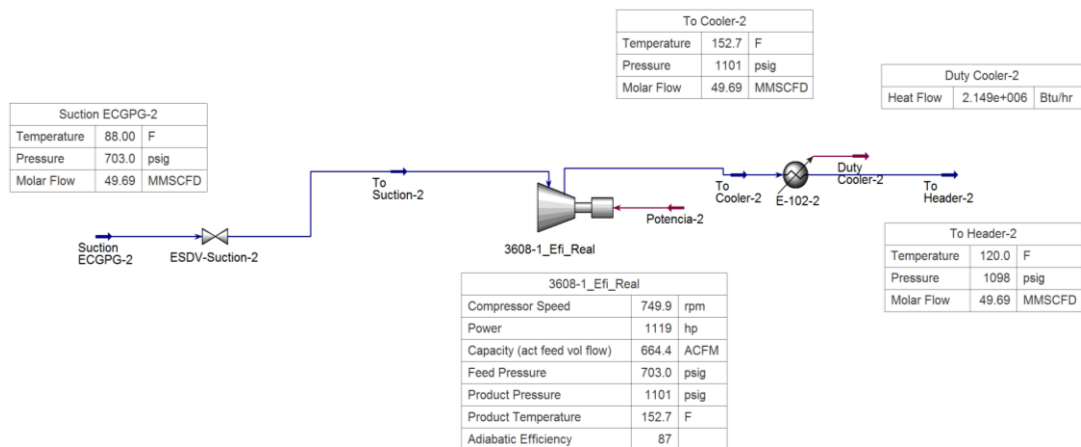


Tabla 24. Reporte de Resultados ARIEL caso 3608

		Ariel Performance			
Compania:	Ariel Corporation	Cliente:	TGI		
Cotizacion:	Ejercicio Académico	Requisicion:	GPR		
7.7.3.0	Case 1:	Proyecto:	Calculo de Eficiencia Paquetes TGI		

Datos del Compresor:

Altura,ft: 6234.00
 Modelo: (ELP) JGK/4
 Max CB Tot, lbf: 74000
 RPM Nominal: 1200
 Calc RPM: 750.0

Barometro,psia: 11.650
 Carrera, in: 5.50
 Max CB Tens, lbf: 37000
 Nominal BHP: 2540.0
 BHP: 1119

Ambiente,°F: 82.00
 Dia. Barra, in: 2.000
 Max CB Comp, lbf: 40000
 VP Nominal FPM: 1100.0
 VP Calc FPM: 687.5

Datos Motor:

Tipo: Nat. Gas
 Marca: Caterpillar
 Modelo: G3608 LE
 BHP: 1689 (5.00%)
 Avail: 1489 (200)

Servicios

Gas Model

Datos por Etapas:

Flujo Req, MMSCFD
 Flujo Calc, MMSCFD
 BHP por Etapa
 Gravedad Especifica
 Rel.de Cal. Esp. (N)
 Fact. Comp. Succ (Zs)
 Fact. Comp Desc (Zd)
 Pres Succ Linea, psig
 Pres Succ Brida, psig
 Pres Desc Brida, psig
 Pres Desc Linea, psig
 Rel. Comp. B/B
 Temp Succ, °F
 Temp Enfr. Desc, °F

Service 1

VMG

1 (SG)

390.000
 49.692
 1104.4
 0.6600
 1.3017
 0.8873
 0.8915
 710.00
 703.30
 1101.02
 1090.00
 1.556
 85.50
 120.00

Datos de Cilindros:

Modelo Cilindro
 Dia. Cilindro, in
 PDN Cilindro (API), psig
 MPTP Cilindro, psig
 Accion Cilindro
 Desplaz. Cilindro, CFM
 Pres Succ Int, psig
 Temp Succ Int, °F
 Pres Desc Int, psig
 Temp Desc Int, °F
 Vel Gas Succ LC, FPM
 Vel Gas Desc LC, FPM
 Espac usados/max LC
 BVV Disp. LC
 BVV Usado
 Claro Min LC, %
 Claro Total LC, %
 Vel Gas Succ LB, FPM
 Vel Gas Desc LB, FPM
 Espac. usados/max LB
 Claro Min LB, %
 Claro Total LB, %
 Efic Vol Succ LC/LB, %
 Evento Desc LC/LB, ms
 Pseudo-Q Succ LC/LB
 CB Gas Comp, %
 CB Gas Tens, %
 Carga Barra Gas Total, %
 Pin Cruc Grad/%RvrsI lbf
 Flujo Calc, MMSCFD
 Cilindro BHP

Posicion 1

7-1/4K:10
 7.250
 2195.5
 2415.0
 DBL
 189.6
 688.66
 88
 1119.62
 152
 4527
 3612
 0/0
 0.59+42.90
 0.00 (V) %
 19.62
 20.21
 4182
 3337
 0/0
 22.30
 22.30
 87.6/86.6
 22.0/24.2
 1.9/1.6
 49.9 C
 38.6 T
 46.3
 180/70.0
 12.423
 276.1

Posicion 2

7-1/4K:10
 7.250
 2195.5
 2415.0
 DBL
 189.6
 688.66
 88
 1119.62
 152
 4527
 3612
 0/0
 0.59+42.90
 0.00 (V) %
 19.62
 20.21
 4182
 3337
 0/0
 22.30
 22.30
 87.6/86.6
 22.0/24.2
 1.9/1.6
 49.9 C
 38.6 T
 46.3
 180/70.0
 12.423
 276.1


Posicion 3

7-1/4K:10
 7.250
 2195.5
 2415.0
 DBL
 189.6
 688.66
 88
 1119.62
 152
 4527
 3612
 0/0
 0.59+42.90
 0.00 (V) %
 19.62
 20.21
 4182
 3337
 0/0
 22.30
 22.30
 87.6/86.6
 22.0/24.2
 1.9/1.6
 49.9 C
 38.6 T
 46.3
 180/70.0
 12.423
 276.1

Posicion 4

7-1/4K:10
 7.250
 2195.5
 2415.0
 DBL
 189.6
 688.66
 88
 1119.62
 152
 4527
 3612
 0/0
 0.59+42.90
 0.00 (V) %
 19.62
 20.21
 4182
 3337
 0/0
 22.30
 22.30
 87.6/86.6
 22.0/24.2
 1.9/1.6
 49.9 C
 38.6 T
 46.3
 180/70.0
 12.423
 276.1

Tabla 25. Resumen de Resultados caso 3608

1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3608-1.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3			Date/Time: Wed Oct 26 22:46:00 2016	
4				
5	Compressor: 3608-1_Efi_Real			
6	Connections			
7	Inlet Stream			
8				
9	Outlet Stream			
10				
11	Energy Stream			
12				
13	STREAM NAME		FROM UNIT OPERATION	
14	To Suction-2	Valve	ESDV-Suction-2	
15	Parameters			
16				
17	STREAM NAME		TO UNIT OPERATION	
18	To Cooler-2	Cooler	E-102-2	
19	Parameters			
20				
21	STREAM NAME		FROM UNIT OPERATION	
22	Potencia-2			
23	Parameters			
24				
25	Speed:	749.9 rpm	Duty:	1.1190e+03 hp *
26	Adiabatic Eff.:	88.71	PolyTropic Eff.:	87.35
27	Adiabatic Head:	2.206e+005 in	Polytropic Head:	2.222e+005 in
28	Adiabatic Fluid Head:	1.838e+004 lbf-ft/lbm	Polytropic Fluid Head:	1.852e+004 lbf-ft/lbm
29	Polytropic Exp.	1.398	Isentropic Exp.	1.337
30	Poly Head Factor 0.9992			
31	RECIPROCATING SETTINGS			
32				
33	Number of Cylinders:	4 *	Cylinder Type:	Double-acting, Tail Rod Type
34	Bore:	7.250 in *	Stroke:	5.500 in *
35	Piston Rod Diameter:	2.000 in *	Const. Vol. Efficiency Loss:	2.56 % *
36	Default Fixed Clearance Vol.:	25.00 % *	Zero Speed Flow Resistance:	0.0000 lb/hr/sqrt(psia-lb/ft3) *
37	Typical Design Speed:	1200 rpm *	Volumetric Efficiency:	91.23 %
38	Speed:	749.9 rpm		
39		1 Crank	1 Outer	2 Crank
40	Fixed Clearance Vol. (ft3)	1.014e-003 *	1.014e-003 *	1.014e-003 *
41	Variable Clearance Vol. (ft3)	1.600e-002 *	1.600e-002 *	1.600e-002 *
42	Variable Volume Enabled	On	On	On
43	Cylinder is unloaded	Off	Off	Off
44		3 Crank	3 Outer	4 Crank
45	Fixed Clearance Vol. (ft3)	1.014e-003 *	1.014e-003 *	1.014e-003 *
46	Variable Clearance Vol. (ft3)	1.600e-002 *	1.600e-002 *	1.600e-002 *
47	Variable Volume Enabled	On	On	On
48	Cylinder is unloaded	Off	Off	Off
49	RATING			
50				
51	Curves			
52	Compressor Speed: 749.9 rpm	Efficiency: Adiabatic	Curves Enabled:	Yes
53	Head Offset: 0.0000 m	Efficiency Offset:	0.00 %	
54	Speed:			
55	Flow	Head	Efficiency (%)	
56				
57	Flow Limits			
58				
59	Speed	Flow	Speed	Flow
60	Surge Curve: Inactive			
61	Speed	Flow	Speed	Flow
62	Surge Flow Rate ---	Field Flow Rate 664.4 ACFM	Stone Wall Flow ---	Compressor Volume 0.0000 ft3
63	Nozzle Parameters			
64				
65	Base Elevation Relative to Ground Level	2000 in *		
66	To Suction-2		To Cooler-2	
67	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9	

Licensed to: TRANSPORTADORA DE GAS IN

* Specified by user.

3.3 CASO 3608/JC2

Se obtuvo una eficiencia adiabática real para el paquete 3608/JC2 de **88%**. La figura 10 muestra el diagrama de flujo con las condiciones de operación, en la tabla 26 se presenta el reporte de resultados obtenidos en el Software ARIEL y la tabla 27 presenta el resumen de los resultados obtenidos en el modelo calibrado de Aspen HYSYS.

Figura 10. Diagrama de flujo de procesos caso 3608/JC2

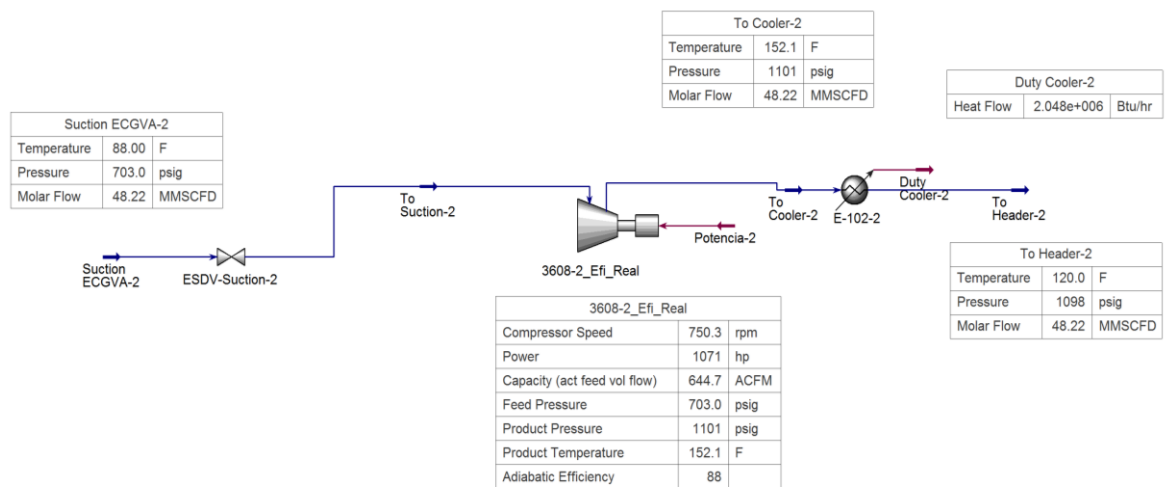


Tabla 26. Reporte de Resultados ARIEL caso 3608/JC2



 Compania: Ariel Corporation		Ariel Performance			
7.7.3.0		Case 1:		Proyecto: Calculo de Eficiencia Paquetes TGI	
Cotizacion: Ejercicio Académico		Cliente: TGI		Requisicion: GPR	
Datos del Compresor:			Datos Motor:		
Altura,ft:	6234.00	Barometro,psia:	11.650	Ambiente,°F:	82.00
Modelo:	JGC/2	Carrera, in:	6.50	Dia. Barra, in:	2.500
Max CB Tot, lbf:	114000	Max CB Tens, lbf:	57000	Max CB Comp, lbf:	60000
RPM Nominal:	1000	Nominal BHP:	2070.0	VP Nominal FPM:	1083.3
Calc RPM:	750.0	BHP:	1071	VP Calc FPM:	812.5
Servicios			Datos Motor:		
Gas Model	VMG				
Datos por Etapas:	1 (SG)				
Flujo Req, MMSCFD	390.000				
Flujo Calc, MMSCFD	48.215				
BHP por Etapa	1057.2				
Gravedad Especifica	0.6600				
Rel.de Cal. Esp. (N)	1.3017				
Fact. Comp. Succ (Zs)	0.8873				
Fact. Comp Desc (Zd)	0.8915				
Pres Succ Linea, psig	710.00				
Pres Succ Brida, psig	703.30				
Pres Desc Brida, psig	1101.02				
Pres Desc Linea, psig	1090.00				
Rel. Comp. B/B	1.556				
Temp Succ, °F	85.50				
Temp Enfr. Desc, °F	120.00				
Datos de Cilindros:	Posicion 1	Posicion 2			
Modelo Cilindro	10-3/8CL	10-3/8CL			
Dia. Cilindro, in	9.875	9.875			
PDN Cilindro (API), psig	1727.3	1727.3			
MPTP Cilindro, psig	1900.0	1900.0			
Accion Cilindro	DBL	DBL			
Desplaz. Cilindro, CFM	418.3	418.3			
Pres Succ Int, psig	693.24	693.24			
Temp Succ Int, °F	88	88			
Pres Desc Int, psig	1120.02	1120.02			
Temp Desc Int, °F	152	152			
Vel Gas Succ LC, FPM	3731	3731			
Vel Gas Desc LC, FPM	3627	3627			
Espac usados/max LC	0/4	0/4			
BVV Disp. LC	<u>0.33+110.93</u>	<u>0.33+110.93</u>			
BVV Usado	0.00 (V) %	0.00 (V) %			
Claro Min LC, %	47.57	47.57			
Claro Total LC, %	47.89	47.89			
Vel Gas Succ LB, FPM	3492	3492			
Vel Gas Desc LB, FPM	3395	3395			
Espac. usados/max LB	0/4	0/4			
Claro Min LB, %	51.44	51.44			
Claro Total LB, %	51.44	51.44			
Efic Vol Succ LC/LB, %	77.3/75.8	77.3/75.8			
Evento Desc LC/LB, ms	20.0/22.2	20.0/22.2			
Pseudo-Q Succ LC/LB	2.0/1.7	2.0/1.7			
CB Gas Comp, %	60.2 C	60.2 C			
CB Gas Tens, %	47.6 T	47.6 T			
Carga Barra Gas Total, %	55.5	55.5			
Pin Cruc Grad/%RvrsI lbf	180/68.8	180/68.8			
Flujo Calc, MMSCFD	24.107	24.107			
Cilindro BHP	528.6	528.6			

Tabla 27. Resumen de Resultados caso 3608/JC2

1			Case Name: paquete 3608-2.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3	aspentech TGI SA ESP		Date/Time: Wed Oct 26 23:01:05 2016	
4				
5				
6	Compressor: 3608-2_Efi_Teo			
7				
8	Connections			
9				
10	Inlet Stream			
11				
12	Outlet Stream			
13				
14	STREAM NAME	FROM UNIT OPERATION		
15	To Suction	Valve		ESDV-Suction
16				
17	Energy Stream			
18				
19	STREAM NAME	TO UNIT OPERATION		
20	To Cooler	Cooler		E-102
21				
22	Parameters			
23				
24	Speed:	750.4 rpm	Duty:	1.0680e+03 hp
25	Adiabatic Eff.:	88.15	PolyTropic Eff.:	88.72
26	Adiabatic Head:	2.206e+005 in	Polytropic Head:	2.220e+005 in
27	Adiabatic Fluid Head:	1.838e+004 lbf-ft/lbm	Polytropic Fluid Head:	1.850e+004 lbf-ft/lbm
28	Polytropic Exp.	1.390	Isentropic Exp.	1.337
29			Poly Head Factor	0.9992
30				
31	RECIPROCATING SETTINGS			
32				
33	Number of Cylinders:	2	Cylinder Type:	Double-acting, Tail Rod Type
34	Bore:	9.875 in	Stroke:	6.500 in
35	Piston Rod Diameter:	2.500 in	Const. Vol. Efficiency Loss:	3.96 %
36	Default Fixed Clearance Vol.:	15.00 %	Zero Speed Flow Resistance:	0.0000 lb/hr/sqrt(psia-lb/ft ³)
37	Typical Design Speed:	1200 rpm	Volumetric Efficiency:	79.66 %
38	Speed:	750.4 rpm		
39	Fixed Clearance Vol. (ft ³)	1 Crank	1 Outer	2 Crank
40	Variable Clearance Vol. (ft ³)	7.014e-002	7.014e-002	7.014e-002
41	Variable Volume Enabled	On	On	On
42	Cylinder is unloaded	Off	Off	Off
43				
44	RATING			
45				
46	Curves			
47	Compressor Speed: 750.4 rpm	Efficiency: Adiabatic	Curves Enabled:	Yes
48	Head Offset:	0.0000 m	Efficiency Offset:	0.00 %
49	Speed:			
50	Flow	Head	Efficiency (%)	
51				
52	Flow Limits			
53	Surge Curve: Inactive			
54	Speed	Flow	Speed	Flow
55	Stone Wall Curve: Inactive			
56	Speed	Flow	Speed	Flow
57	Surge Flow Rate ---	Field Flow Rate	644.7 ACFM	Stone Wall Flow ---
58				
59	Nozzle Parameters			
60	Base Elevation Relative to Ground Level			2000 in
61				
62	Diameter (in)	To Suction	To Cooler	
63	Elevation (Base) (in)	10.00	10.00	
64	Elevation (Ground) (in)	2000	2000	
65				
66	Inertia			
67				
68	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9	
69	Licensed to: TRANSPORTADORA DE GAS IN		Page 1 of 3	
70			* Specified by user.	

3.4 CASO 3606

Se obtuvo una eficiencia adiabática real para el paquete 3606 de **91%**. La figura 11 muestra el diagrama de flujo con las condiciones de operación, en la tabla 28 se presenta el reporte de resultados obtenidos en el Software ARIEL y la tabla 29 presenta el resumen de los resultados obtenidos en el modelo calibrado de Aspen HYSYS.

Figura 11. Diagrama de flujo de procesos caso 3606

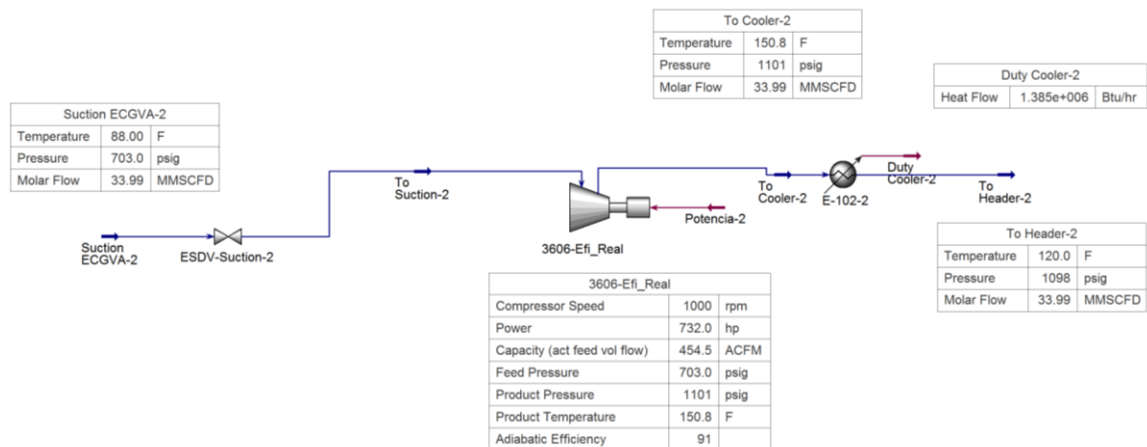




Tabla 28. Reporte de Resultados ARIEL caso 3606

		Ariel Performance				
Compania:	Ariel Corporation	Ciiente:	TGI			
Cotizacion:	Ejercicio Académico	Requisicion:	GPR			
7.7.3.0	Case 1:	Proyecto:	Calculo de Eficiencia Paquetes TGI			
Datos del Compresor:					Datos Motor:	
Altura, ft:	6234.00	Barometro, psia:	11.650	Ambiente, °F:	82.00	
Modelo:	<u>JGC/2</u>	Carrera, in:	6.50	Dia. Barra, in:	2.500	
Max CB Tot, lbf:	110000	Max CB Tens, lbf:	55000	Max CB Comp, lbf:	60000	
RPM Nominal:	1000	Nominal BHP:	1900.0	VP Nominal FPM:	1083.3	
Calc RPM:	1000.0	BHP:	732	VP Calc FPM:	1083.3	
<u>Pseudo Q</u>					Avail:	1675 (100)
Servicios		Service 1				
Gas Model		VMG				
Datos por Etapas:		1 (SG)				
Flujo Req, MMSCFD		390.000				
Flujo Calc, MMSCFD		33.989				
BHP por Etapa		713.4				
Gravedad Especifica		0.6600				
Rel.de Cal. Esp. (N)		1.3017				
Fact. Comp. Succ (Zs)		0.8873				
Fact. Comp Desc (Zd)		0.8915				
Pres Succ Linea, psig		710.00				
Pres Succ Brida, psig		703.30				
Pres Desc Brida, psig		1101.02				
Pres Desc Linea, psig		1090.00				
Rel. Comp. B/B		1.556				
Temp Succ, °F		85.50				
Temp Enfr. Desc, °F		120.00				
Datos de Cilindros:		Posicion 1		Posicion 2		
Modelo Cilindro		<u>9-3/4CL</u>		<u>9-3/4CL</u>		
Dia. Cilindro, in		7.875		7.875		
PDN Cilindro (API), psig		1545.5		1545.5		
MPTP Cilindro, psig		1800.0		1800.0		
Accion Cilindro		DBL		DBL		
Desplaz. Cilindro, CFM		348.0		348.0		
Pres Succ Int, psig		699.33		699.33		
Temp Succ Int, °F		88		88		
Pres Desc Int, psig		1108.21		1108.21		
Temp Desc Int, °F		149		149		
Vel Gas Succ LC, FPM		2386		2386		
Vel Gas Desc LC, FPM		2268		2268		
Espac usados/max LC		0/4		0/4		
BVV Disp. LC		<u>0.52+151.95</u>		<u>0.52+151.95</u>		
BVV Usado		0.00 (V) %		0.00 (V) %		
Claro Min LC, %		74.65		74.65		
Claro Total LC, %		75.17		75.17		
Vel Gas Succ LB, FPM		2146		2146		
Vel Gas Desc LB, FPM		2039		2039		
Espac. usados/max LB		0/4		0/4		
Claro Min LB, %		83.49		83.49		
Claro Total LB, %		83.49		83.49		
Efic Vol Succ LC/LB, %		66.5/63.1		66.5/63.1		
Evento Desc LC/LB, ms		13.7/15.0		13.7/15.0		
Pseudo-Q Succ LC/LB		<u>0.7/0.5</u>		<u>0.7/0.5</u>		
CB Gas Comp, %		38.9 C		38.9 C		
CB Gas Tens, %		26.3 T		26.3 T		
Carga Barra Gas Total, %		34.4		34.4		
Pin Cruc Grad/%RvrsI lbf		153/56.8		153/56.8		
Flujo Calc, MMSCFD		16.995		16.995		
Cilindro BHP		356.7		356.7		

10/26/2016 23:16:18

Nota: **Negrilla**=Fuera de Limites, **ITALICO**=Aplic. Especial, **Negrilla**=Contacter

Page: 1 of 1


Base: 14.70 psia, 60.0 °F

Archivo: D:\TI_te_RESPALDA\Mis documentos\Camillo\UnidadesPaqueteTGI.run

Gathering

Case:1 - Pkg:3

Tabla 29. Resumen de Resultados caso 3606

1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3606.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3			Date/Time: Wed Oct 26 23:15:10 2016	
4				
5				
6	Compressor: 3606-Efi_Real			
7				
8	Connections			
9				
10	Inlet Stream			
11				
12	STREAM NAME		FROM UNIT OPERATION	
13	To Suction-2	Valve	ESDV-Suction-2	
14				
15	Outlet Stream			
16				
17	STREAM NAME		TO UNIT OPERATION	
18	To Cooler-2	Cooler	E-102-2	
19				
20	Energy Stream			
21	STREAM NAME		FROM UNIT OPERATION	
22	Potencia-2			
23				
24	Parameters			
25	Speed:	1000 rpm	Duty:	7.3200e+02 hp *
26	Adiabatic Eff.:	90.66	PolyTropic Eff.:	91.11
27	Adiabatic Head:	2.206e+005 in	Polytropic Head:	2.217e+005 in
28	Adiabatic Fluid Head:	1.838e+004 lbf-ft/lbm	Polytropic Fluid Head:	1.847e+004 lbf-ft/lbm
29	Polytropic Exp.	1.378	Isentropic Exp.	1.337
30			Poly Head Factor	0.9992
31	RECIPROCATING SETTINGS			
32	Number of Cylinders:	2 *	Cylinder Type:	Double-acting, Tail Rod Type
33	Bore:	7.875 in *	Stroke:	6.500 in *
34	Piston Rod Diameter:	2.500 in *	Const. Vol. Efficiency Loss:	5.15 % *
35	Default Fixed Clearance Vol.:	15.00 % *	Zero Speed Flow Resistance:	0.0000 lb/hr/sqrt(psia-lb/ft3) *
36	Typical Design Speed:	1200 rpm *	Volumetric Efficiency:	68.93 %
37	Speed:	1000 rpm		
38		1 Crank	1 Outer	2 Crank
39	Fixed Clearance Vol. (ft3)	7.014e-002 *	7.014e-002 *	7.014e-002 *
40	Variable Clearance Vol. (ft3)	5.000e-002 *	5.000e-002 *	5.000e-002 *
41	Variable Volume Enabled	On	On	On
42	Cylinder is unloaded	Off	Off	Off
43				
44	RATING			
45				
46	Curves			
47	Compressor Speed: 1000 rpm	Efficiency: Adiabatic	Curves Enabled:	Yes
48	Head Offset:	0.0000 m	Efficiency Offset:	0.00 %
49	Speed:			
50	Flow	Head	Efficiency (%)	
51				
52	Flow Limits			
53	Surge Curve: Inactive			
54	Speed	Flow	Speed	Flow
55	Stone Wall Curve: Inactive			
56	Speed	Flow	Speed	Flow
57	Surge Flow Rate ---	Field Flow Rate 454.5 ACFM	Stone Wall Flow ---	Compressor Volume 0.0000 ft3
58				
59	Nozzle Parameters			
60	Base Elevation Relative to Ground Level		2000 in *	
61			To Suction-2	To Cooler-2
62	Diameter (in)		10.00 *	10.00 *
63	Elevation (Base) (in)		2000 *	2000 *
64	Elevation (Ground) (in)		4000	4000
65				
66	Inertia			
67	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9	

4. CURVAS DE OPERACIÓN DE CADA PAQUETE DE COMPRESIÓN

Para la obtención de las curvas de operación se hace una corrida en la aplicación MultiRun del software ARIEL (corridas en simultaneo) con la siguiente configuración: presión de descarga para todos los escenarios fija en 1090 psig, los rangos de la presión de succión están de 600 a 900 psig con un incremento de 50 psig, para cada condición de presión de succión se modela para unas rpm en un rango desde 750 a 1000 con intervalos de 50 rpm, con esto se obtiene la potencia y el flujo que maneja la unidad paquete para cada uno de los escenarios, en total son 42 escenarios. A continuación, se presentan las curvas y tablas de operación para cada paquete de compresión que serán ingresados al software PipelineStudio para la creación de estos paquetes de compresión en dicho software que son el objetivo final de este estudio.

4.1 CASO 3612

Figura 12. Curva de Operación caso 3612

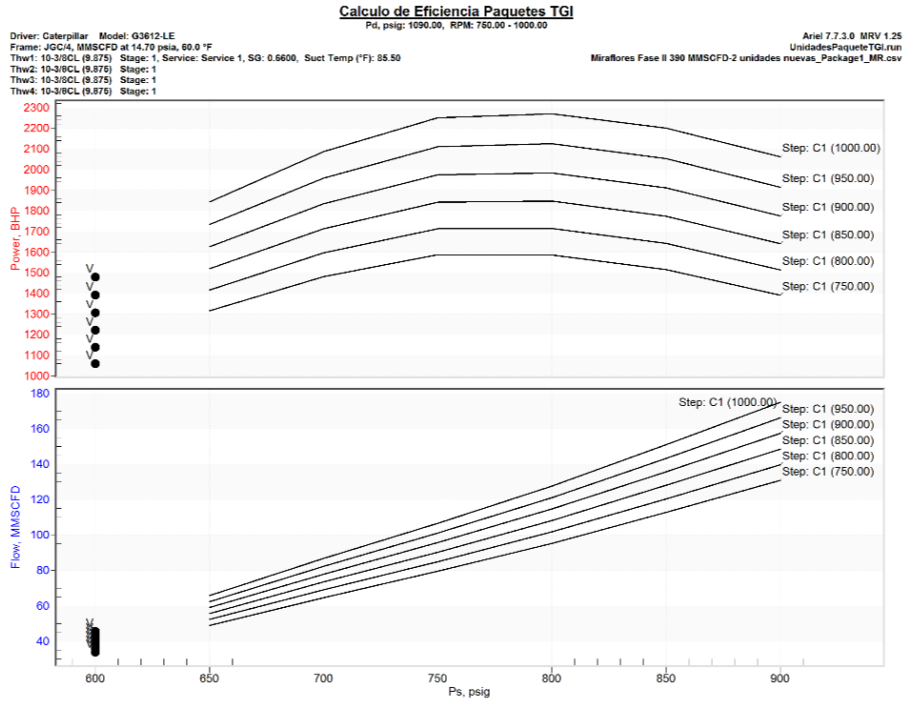


Tabla 30. Tabulación de las curvas de Operación caso 3612

MultiRun Miraflores Fase II 390 MMSCFD-2 unidades nuevas_Package1_MultiRun Viewer

Status	Ca...	Service	Stag...	RPM	Ps, ps...	Pd, ps...	Power, B...	Flow, MMSC...
C1-Default Cfg								
Suct Vol Eff.	1	Service...	1	750.0	600.00	1090....	1057.91	33.698
	1	Service...	1	750.0	650.00	1090....	1315.66	48.932
	1	Service...	1	750.0	700.00	1090....	1480.56	64.658
	1	Service...	1	750.0	750.00	1090....	1587.72	79.485
	1	Service...	1	750.0	800.00	1090....	1586.16	95.242
	1	Service...	1	750.0	850.00	1090....	1515.43	112.764
	1	Service...	1	750.0	900.00	1090....	1391.29	130.818
Suct Vol Eff.	1	Service...	1	800.0	600.00	1090....	1138.90	36.052
	1	Service...	1	800.0	650.00	1090....	1416.84	52.303
	1	Service...	1	800.0	700.00	1090....	1595.82	69.079
	1	Service...	1	800.0	750.00	1090....	1713.07	84.895
	1	Service...	1	800.0	800.00	1090....	1714.49	101.703
	1	Service...	1	800.0	850.00	1090....	1642.46	120.396
	1	Service...	1	800.0	900.00	1090....	1513.56	139.655
Suct Vol Eff.	1	Service...	1	850.0	600.00	1090....	1221.32	38.406
	1	Service...	1	850.0	650.00	1090....	1520.10	55.674
	1	Service...	1	850.0	700.00	1090....	1713.85	73.500
	1	Service...	1	850.0	750.00	1090....	1841.81	90.305
	1	Service...	1	850.0	800.00	1090....	1846.88	108.165
	1	Service...	1	850.0	850.00	1090....	1774.26	128.028
	1	Service...	1	850.0	900.00	1090....	1641.35	148.493
Suct Vol Eff.	1	Service...	1	900.0	600.00	1090....	1305.25	40.760
	1	Service...	1	900.0	650.00	1090....	1625.59	59.045
	1	Service...	1	900.0	700.00	1090....	1834.81	77.921
	1	Service...	1	900.0	750.00	1090....	1974.15	95.715
	1	Service...	1	900.0	800.00	1090....	1983.56	114.627

Note: **BOLD** = Out of Limits, *ITALIC* = Special Appl.
Page 1 of 2

10/26/16 23:25:36

Status	Ca...	Service	Stag...	RPM	Ps, ps...	Pd, ps...	Power, B...	Flow, MMSC...
	1	Service...	1	900.0	850.00	1090....	1911.12	135.659
	1	Service...	1	900.0	900.00	1090....	1774.99	157.330
Suct Vol Eff.	1	Service...	1	950.0	600.00	1090....	1390.81	43.113
	1	Service...	1	950.0	650.00	1090....	1733.41	62.416
	1	Service...	1	950.0	700.00	1090....	1958.88	82.342
	1	Service...	1	950.0	750.00	1090....	2110.31	101.124
	1	Service...	1	950.0	800.00	1090....	2124.79	121.088
	1	Service...	1	950.0	850.00	1090....	2053.34	143.291
	1	Service...	1	950.0	900.00	1090....	1914.81	166.167
Suct Vol Eff.	1	Service...	1	100...	600.00	1090....	1478.06	45.467
	1	Service...	1	100...	650.00	1090....	1843.72	65.787
	1	Service...	1	100...	700.00	1090....	2086.22	86.763
	1	Service...	1	100...	750.00	1090....	2250.48	106.534
	1	Service...	1	100...	800.00	1090....	2270.83	127.550
	1	Service...	1	100...	850.00	1090....	2201.22	150.923
	1	Service...	1	100...	900.00	1090....	2061.16	175.004

Note: **BOLD** = Out of Limits, *ITALIC* = Special Appl.
 Page 2 of 2

10/26/16 23:25:36

4.2 CASO 3608

Figura 13. Curva de Operación caso 3608

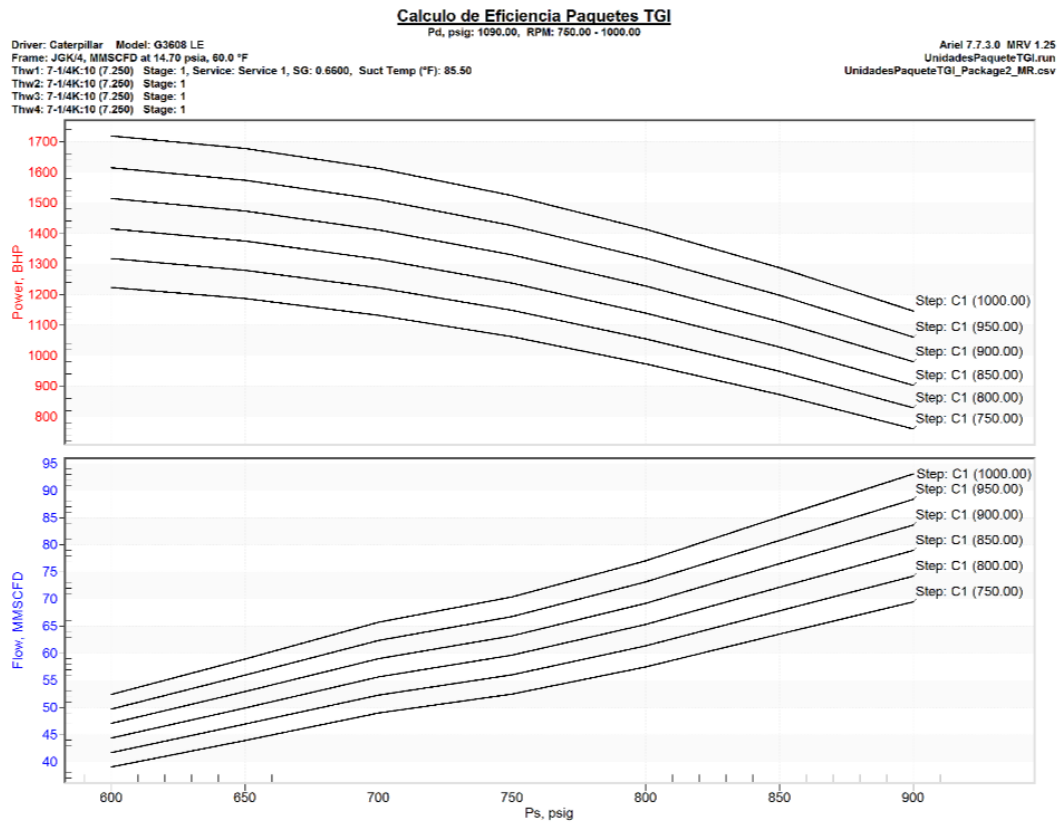


Tabla 31. Tabulación de las curvas de Operación caso 3608

MultiRun UnidadesPaqueteTGI_Package2_MR.csv Ariel MultiRun Viewer

Stat...	Ca...	Service	Stag...	RPM	Ps, ps...	Pd, ps...	Power, B...	Flow, MMSC...
C1-Default Cfg								
	1	Service 1	1	750.0	600.00	1090.00	1223.04	39.025
	1	Service 1	1	750.0	650.00	1090.00	1186.56	43.927
	1	Service 1	1	750.0	700.00	1090.00	1131.69	48.979
	1	Service 1	1	750.0	750.00	1090.00	1061.76	52.488
	1	Service 1	1	750.0	800.00	1090.00	973.44	57.496
	1	Service 1	1	750.0	850.00	1090.00	872.35	63.550
	1	Service 1	1	750.0	900.00	1090.00	759.73	69.510
	1	Service 1	1	800.0	600.00	1090.00	1317.75	41.706
	1	Service 1	1	800.0	650.00	1090.00	1279.76	46.935
	1	Service 1	1	800.0	700.00	1090.00	1222.21	52.325
	1	Service 1	1	800.0	750.00	1090.00	1148.22	56.069
	1	Service 1	1	800.0	800.00	1090.00	1054.99	61.412
	1	Service 1	1	800.0	850.00	1090.00	948.39	67.871
	1	Service 1	1	800.0	900.00	1090.00	829.47	74.229
	1	Service 1	1	850.0	600.00	1090.00	1414.60	44.386
	1	Service 1	1	850.0	650.00	1090.00	1375.33	49.943
	1	Service 1	1	850.0	700.00	1090.00	1315.34	55.671
	1	Service 1	1	850.0	750.00	1090.00	1237.46	59.649
	1	Service 1	1	850.0	800.00	1090.00	1139.55	65.327
	1	Service 1	1	850.0	850.00	1090.00	1027.72	72.192
	1	Service 1	1	850.0	900.00	1090.00	902.79	78.948
	1	Service 1	1	900.0	600.00	1090.00	1513.71	47.066
	1	Service 1	1	900.0	650.00	1090.00	1473.43	52.952
	1	Service 1	1	900.0	700.00	1090.00	1411.26	59.018

Note: **BOLD** = Out of Limits, *ITALIC* = Special Appl.
Page 1 of 2

10/26/16 21:15:34

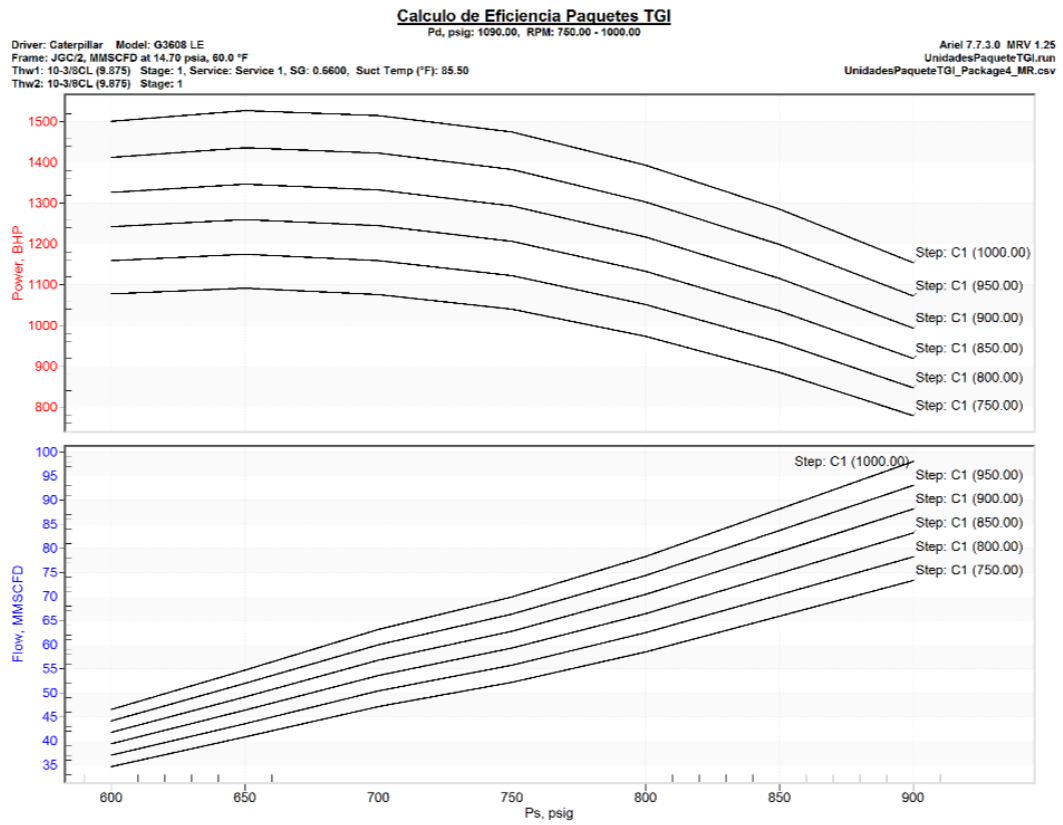
Stat...	Ca...	Service	Stag...	RPM	Ps, ps...	Pd, ps...	Power, B...	Flow, MMSC...
	1	Service 1	1	900.0	750.00	1090.00	1329.64	63.230
	1	Service 1	1	900.0	800.00	1090.00	1227.32	69.243
	1	Service 1	1	900.0	850.00	1090.00	1110.57	76.512
	1	Service 1	1	900.0	900.00	1090.00	979.91	83.667
	1	Service 1	1	950.0	600.00	1090.00	1615.23	49.747
	1	Service 1	1	950.0	650.00	1090.00	1574.20	55.960
	1	Service 1	1	950.0	700.00	1090.00	1510.12	62.364
	1	Service 1	1	950.0	750.00	1090.00	1424.96	66.810
	1	Service 1	1	950.0	800.00	1090.00	1318.49	73.158
	1	Service 1	1	950.0	850.00	1090.00	1197.13	80.833
	1	Service 1	1	950.0	900.00	1090.00	1061.07	88.387
	1	Service 1	1	1000.0	600.00	1090.00	1719.29	52.427
	1	Service 1	1	1000.0	650.00	1090.00	1677.79	58.968
	1	Service 1	1	1000.0	700.00	1090.00	1612.10	65.710
	1	Service 1	1	1000.0	750.00	1090.00	1523.59	70.391
	1	Service 1	1	1000.0	800.00	1090.00	1413.26	77.074
	1	Service 1	1	1000.0	850.00	1090.00	1287.63	85.153
	1	Service 1	1	1000.0	900.00	1090.00	1146.49	93.106

Note: **BOLD** = Out of Limits, *ITALIC* = Special Appl.
Page 2 of 2

10/26/16 21:15:35

4.3 CASO 3608/JC2

Figura 14. Curva de Operación caso 3608/JC2



Stat...	Ca...	Service	Stag...	RPM	Ps, psig	Pd, psig	Power, B...	Flow, MMSC...
	1	Service 1	1	900.0	900.00	1090.00	993.69	88.139
	1	Service 1	1	950.0	600.00	1090.00	1413.07	44.169
	1	Service 1	1	950.0	650.00	1090.00	1436.17	51.955
	1	Service 1	1	950.0	700.00	1090.00	1422.92	59.984
	1	Service 1	1	950.0	750.00	1090.00	1382.66	66.377
	1	Service 1	1	950.0	800.00	1090.00	1303.43	74.371
	1	Service 1	1	950.0	850.00	1090.00	1198.67	83.716
	1	Service 1	1	950.0	900.00	1090.00	1072.08	93.084
	1	Service 1	1	1000.0	600.00	1090.00	1501.24	46.536
	1	Service 1	1	1000.0	650.00	1090.00	1527.45	54.732
	1	Service 1	1	1000.0	700.00	1090.00	1515.47	63.185
	1	Service 1	1	1000.0	750.00	1090.00	1474.61	69.914
	1	Service 1	1	1000.0	800.00	1090.00	1393.15	78.330
	1	Service 1	1	1000.0	850.00	1090.00	1285.14	88.168
	1	Service 1	1	1000.0	900.00	1090.00	1154.16	98.029

4.4 CASO 3606

Figura 15. Curva de Operación caso 3606

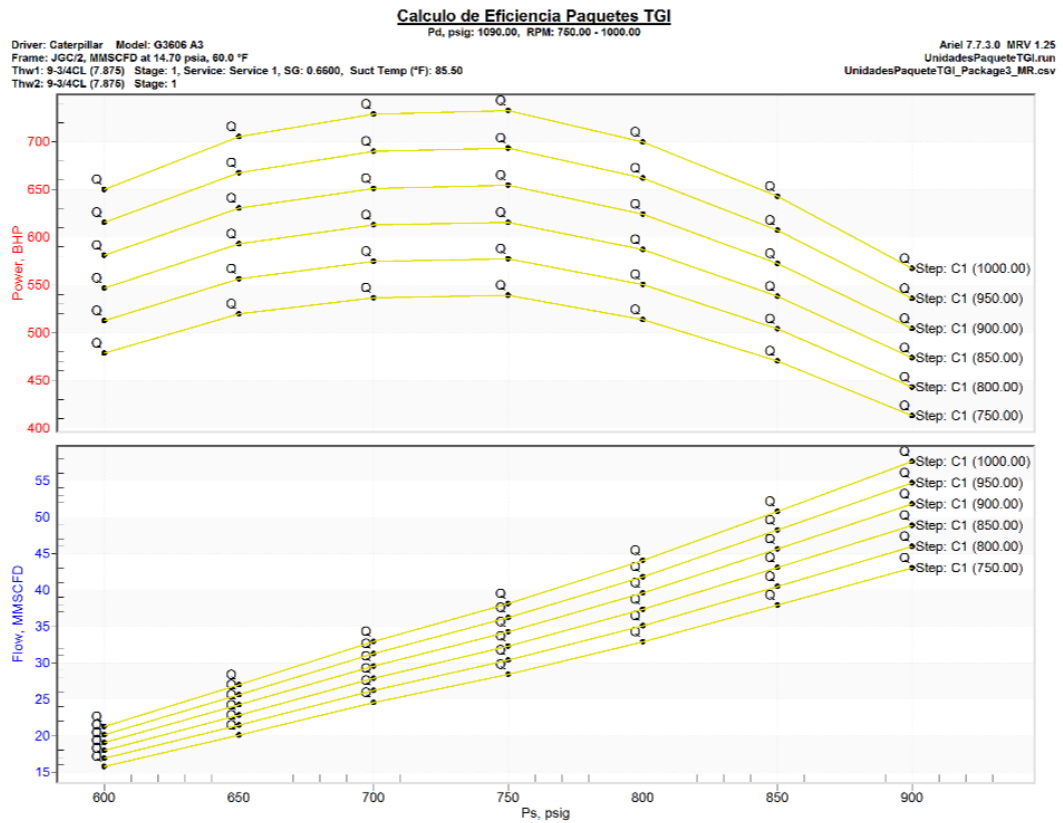


Tabla 33. Tabulación de las curvas de Operación caso 3606

Status	Ca...	Service	Stag...	RPM	Ps, ps...	Pd, ps...	Power, B...	Flow, MMSC...
C1-Default Cfg								
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	750.0	600.00	1090....	478.59	15.776
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	750.0	650.00	1090....	519.53	20.081
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	750.0	700.00	1090....	536.67	24.522
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	750.0	750.00	1090....	539.04	28.431
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	750.0	800.00	1090....	513.73	32.869
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	750.0	850.00	1090....	470.34	37.913
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	750.0	900.00	1090....	413.04	43.048
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	800.0	600.00	1090....	512.54	16.871
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	800.0	650.00	1090....	556.24	21.463
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	800.0	700.00	1090....	574.59	26.201
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	800.0	750.00	1090....	577.18	30.370
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	800.0	800.00	1090....	550.25	35.105
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	800.0	850.00	1090....	504.06	40.486
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	800.0	900.00	1090....	443.06	45.964
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	850.0	600.00	1090....	546.64	17.965
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	850.0	650.00	1090....	593.16	22.845
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	850.0	700.00	1090....	612.74	27.880
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	850.0	750.00	1090....	615.58	32.310
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	850.0	800.00	1090....	587.07	37.341
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	850.0	850.00	1090....	538.13	43.059
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	850.0	900.00	1090....	473.47	48.880
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	900.0	600.00	1090....	580.91	19.060
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	900.0	650.00	1090....	630.28	24.227
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	900.0	700.00	1090....	651.14	29.559
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	900.0	750.00	1090....	654.27	34.249

Note: **BOLD** = Out of Limits, *ITALIC* = Special Appl.
Page 1 of 2

10/26/16 23:18:51

Status	Ca...	Service	Stag...	RPM	Ps, ps...	Pd, ps...	Power, B...	Flow, MMSC...
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	900.0	800.00	1090....	624.22	39.577
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	900.0	850.00	1090....	572.58	45.632
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	900.0	900.00	1090....	504.31	51.796
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	950.0	600.00	1090....	615.36	20.155
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	950.0	650.00	1090....	667.62	25.609
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	950.0	700.00	1090....	689.81	31.238
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	950.0	750.00	1090....	693.26	36.189
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	950.0	800.00	1090....	661.73	41.813
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	950.0	850.00	1090....	607.43	48.205
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	950.0	900.00	1090....	535.59	54.712
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	100...	600.00	1090....	650.00	21.249
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	100...	650.00	1090....	705.19	26.991
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	100...	700.00	1090....	728.76	32.917
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	100...	750.00	1090....	732.58	38.128
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	100...	800.00	1090....	699.60	44.049
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	100...	850.00	1090....	642.70	50.778
<i>Pseudo Q</i>	1	Service...	1	100...	900.00	1090....	567.36	57.628

Note: **BOLD** = Out of Limits, *ITALIC* = Special Appl.

Page 2 of 2

10/26/16 23:18:52

5. PAQUETES DE COMPRESIÓN CARACTERIZADOS EN EL SOFTWARE PIPELINESTUDIO

PipelineStudio es un software del entorno gráfico de la empresa Energy Solution International para análisis hidráulico en estado transitorio (dinámico) y estable en redes de tuberías de líquidos y gas. TGI S.A E.S.P., cuenta con la licencia de esta herramienta para el estado estable y el estado dinámico para validar los diseños de los proyectos de ampliación y la operación diaria.

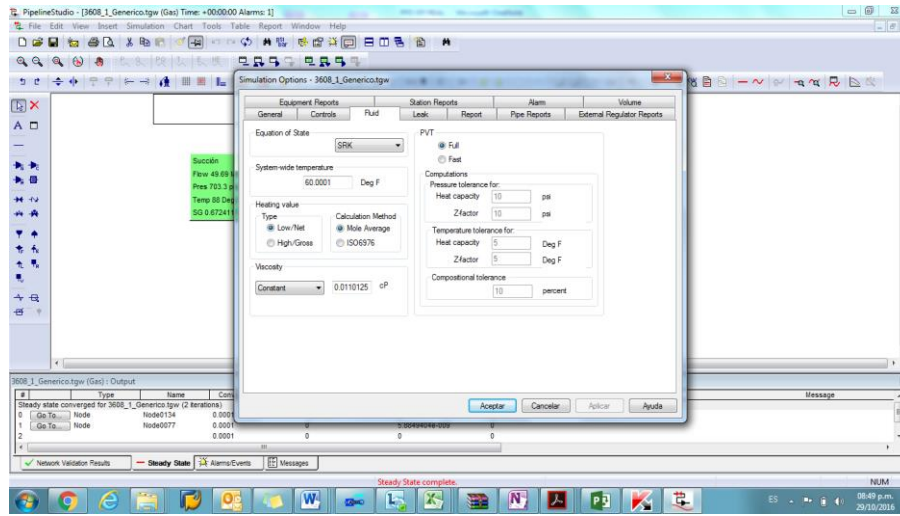
Actualmente en TGI cuando se hacen las simulaciones de las redes de los gasoductos para los proyectos de ampliación se utilizan los compresores genéricos del software, las potencias que arrojan los compresores genéricos no son confiables y por eso se utiliza el software del proveedor de los compresores (ARIEL) para calcular la eficiencia real.

El objetivo final de este proyecto es la creación de los paquetes de compresión del gasoducto Cusiana-Vasconia en el software PipelineStudio con el fin de reducir las horas hombres, la utilización de recursos y aumentar la confiabilidad y fiabilidad de las simulaciones para la operación diaria según las condiciones de la demanda de gas.

A continuación, se presenta la secuencia lógica para la creación de un paquete de compresión en el software PipelineStudio:

- a. Ajustar la ecuación de estado en el simulador para que sean comparables los resultados con los datos reales de la operación (resultados obtenidos en los software Aspen HYSYS y ARIEL) ver Figura 16.

Figura 16. Selección de la ecuación de estado SRK



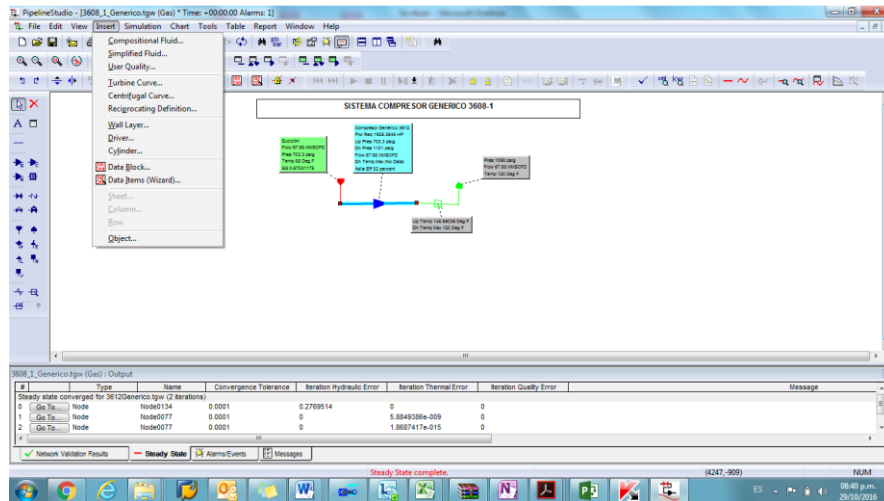
b. Para trabajar con compresores en PipelineStudio existen tres categorías de compresores:

- ✓ Genéricos
- ✓ Centrifugos
- ✓ Reciprocantes

Un compresor genérico no tiene curva de desempeño y no puede usar máximas y mínimas velocidades como parámetros, este compresor es el compresor que viene por defecto en las simulaciones del software, tiene como ventaja la rápida creación y configuración del modelo en la simulación, tiene una eficiencia adiabática de 82%.

Para la creación de los compresores reciprocantes es necesario una curva de desempeño reciproca CPID, que se obtiene mediante la configuración de los cilindros, estos datos se obtienen de los modelos reales del capítulo 3. La figura 17 muestra como es la interface software para la creación de un compresor reciprocante.

Figura 17. Creación de compresor recíprocante

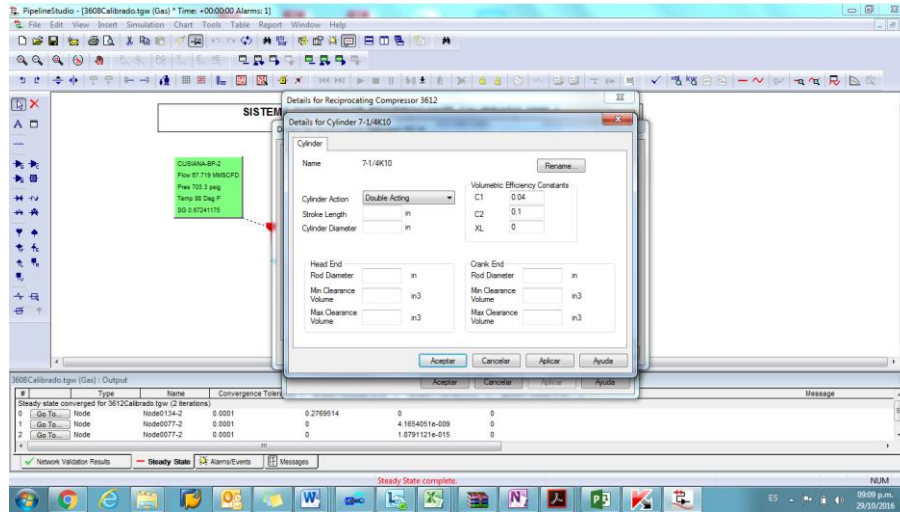


c. Para la creación de los cilindros se requieren los siguientes datos:

- ✓ Tipo de cilindro (simple o doble efecto)
- ✓ Diámetro del cilindro
- ✓ Carrera del cilindro
- ✓ Diámetro de la biela del cilindro
- ✓ Número de cilindros
- ✓ Eficiencias volumétricas
- ✓ Espacios mínimo y máximo (clearance) del lado del cigüeñal y la del lado final de carrera.

La figura 18 muestra la interface gráfica del cargue de los datos mencionados anteriormente.

Figura 18. Creación de Cilindros



- d. Introducir la eficiencia adiabática del paquete de compresión.
- e. Creación del driver: para la creación del driver acoplado al compresor se introducen los siguientes datos:
 - ✓ Tipo de driver (genérico o turbina)
 - ✓ Potencia nominal
 - ✓ Velocidad mínima y máxima
 - ✓ Eficiencia mecánica
 - ✓ Coeficientes A, B, C (estos coeficientes corresponden a la ecuación cuadrática de la curva de velocidad Vs Potencia presentadas en el capítulo 4)

Una vez creados los paquetes, se generan archivos de simulación para el mismo punto de operación usado en los capítulos 2 y 3 con cada paquete de compresión en dos escenarios: el escenario 1 con compresor genérico y escenario 2 con el compresor reciprocante creado según la anterior metodología, los datos de entrada necesarios para la simulación del diagrama de proceso en el

PipelineStudio son presión de succión, temperatura de succión, flujo (succión y descarga) y presión de descarga en el compresor.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada caso, con los que se calculará el porcentaje de error en el cálculo de la potencia entre un compresor genérico y un compresor recíprocante mediante la siguiente ecuación:

$$\%Error = \left| \frac{Potencia_{calibrada} - Potencia_{genérica}}{Potencia_{calibrada}} \right| * 100 \quad (12)$$

5.1 CASO 3612

Los datos obtenidos de la simulación del escenario 1 y 2 para el paquete de compresión 3612 muestra que la utilización de un compresor genérico en el modelo de la red de gasoductos arroja un error del 26.5% en el cálculo de la potencia. En las figuras 19 y 20 se presentan los diagramas de flujo del compresor genérico y el compresor recíprocante 3612, respectivamente y en las tablas 34 y 35 los resultados arrojados por el software PipelineStudio para cada uno de los escenarios.

Figura 19. PDF compresor genérico en PipelineStudio caso 3612

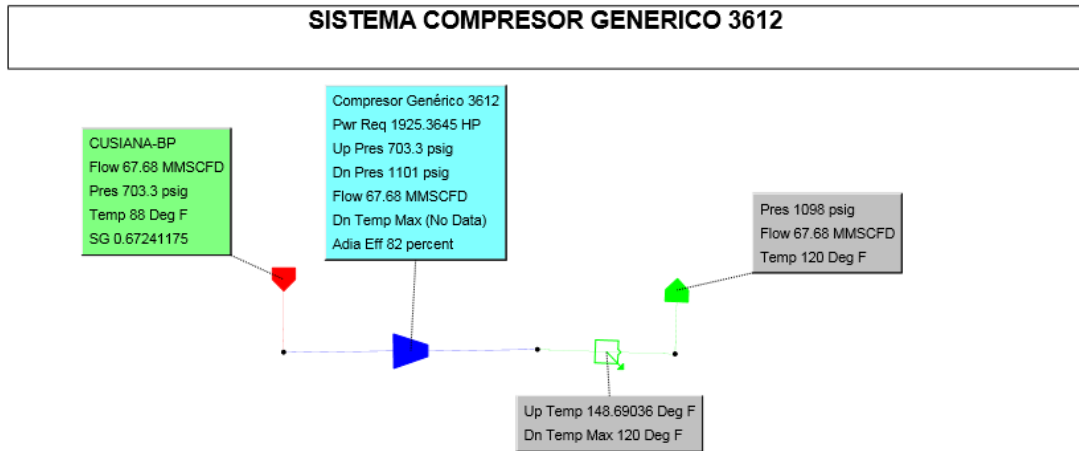


Figura 20. PDF compresor calibrado en PipelineStudio caso 3612

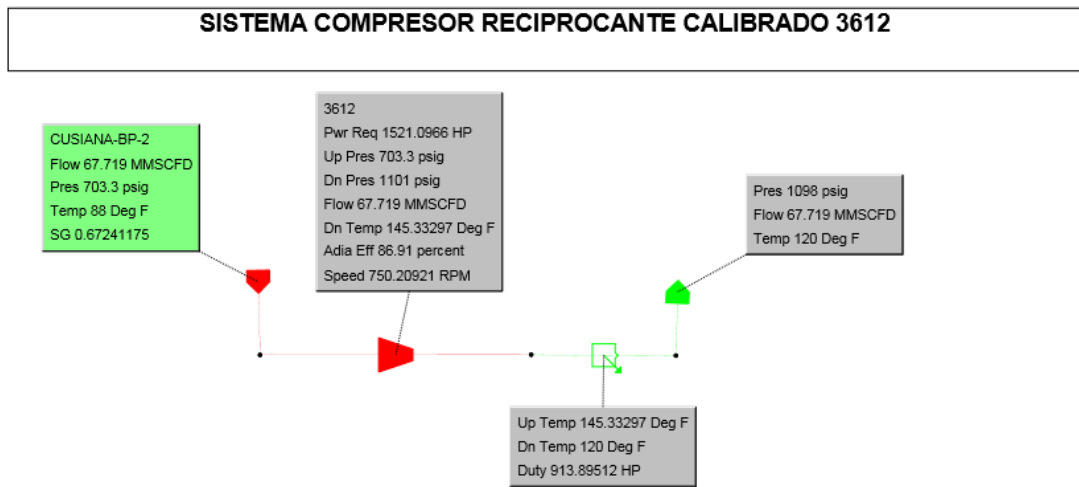


Tabla 34. Reporte de resultados compresor genérico caso 3612

Compressor Name:	Compresor Genérico 3612	Upstream Node:	Node0134
Equipment Type:	Generic Compressor	Downstream Node:	Node0077

Mode	MaximumDownstreamPressure
Upside pressure	703.30 psig
Downside pressure	1101.00 psig
Standard flow	67.68 MMSCFD
Actual flow	893.99 ft3/mn
Accumulated volume	0.00 MMSCF
Temperature at upstream node	88.00 Deg F
Compressed fluid temperature	148.69 Deg F
Temperature at downstream node	148.69 Deg F
Specific gravity	0.6724
Heating value	1032.6936 BTU/cf
Density at upstream node	2.6980 lb/ft3
Compressed fluid density	3.7465 lb/ft3
Density at downstream node	3.7465 lb/ft3
Upside specific heat ratio	1.2524
Downside specific heat ratio	1.2392
Compressibility factor at upstream node	0.8818
Compressed fluid compressibility factor	0.8883
Compressibility factor at downstream node	0.8883
Head	17712.36 ft-lbf/lbm
Adiabatic efficiency	82.00 percent
Power required	1925.36 HP
Power available	1925.36 HP
Hydraulic power required	1294.62 HP
Fuel usage rate	0.00 MMSCFD
Total fuel used	0.00 MMSCF
Mechanical efficiency	82.00 percent
Auxiliary load	0.00 HP
Maximum downstream pressure setpoint	1101.00 psig
Ambient Temperature	60.00 Deg F

Tabla 35. Reporte de resultados compresor calibrado caso 3612

Compressor Name:	3612	Upstream Node:	Node0134-2
Equipment Type:	Reciprocating Compressor	Downstream Node:	Node0077-2

Mode	MaximumDownstreamPressure
Upside pressure	703.30 psig
Downside pressure	1101.00 psig
Standard flow	67.72 MMSCFD
Actual flow	899.77 ft3/mn
Accumulated volume	0.00 MMSCF
Temperature at upstream node	88.00 Deg F
Compressed fluid temperature	145.33 Deg F
Temperature at downstream node	145.33 Deg F
Specific gravity	0.6724
Heating value	1032.6936 BTU/cf
Density at upstream node	2.6822 lb/ft3
Compressed fluid density	3.7429 lb/ft3
Density at downstream node	3.7429 lb/ft3
Upside specific heat ratio	1.2524
Downside specific heat ratio	1.2400
Compressibility factor at upstream node	0.8870
Compressed fluid compressibility factor	0.8941
Compressibility factor at downstream node	0.8941
Head	17823.34 ft-lbf/lbm
Speed	750.21 RPM
Adiabatic efficiency	86.91 percent
Power required	1521.10 HP
Power available	2846.62 HP
Hydraulic power required	1303.48 HP
Fuel usage rate	19.74 MMSCFD
Total fuel used	0.00 MMSCF
Clearance Volume	4.00 in3
Minimum clearance volume	4.00 in3
Maximum clearance volume	6.68 in3
Valve Loss	0.00 ft-lbf/lbm
Mechanical efficiency	98.60 percent
Auxiliary load	0.00 HP
Maximum downstream pressure setpoint	1101.00 psig
Maximum speed setpoint	1200.00 RPM
Minimum speed setpoint	300.00 RPM
Ambient Temperature	82.00 Deg F
Performance Type	JGC/4
Driver	G3612LE

5.2 CASO 3608

Los datos obtenidos de la simulación del escenario 1 y 2 para el paquete de compresión 3608 muestra que la utilización de un compresor genérico en el modelo de la red de gasoductos arroja un error del 27.6% en el cálculo de la potencia. En las figuras 21 y 21 se presentan los diagramas de flujo del compresor genérico y el compresor recíprocante 3608, respectivamente y en las tablas 36 y 37 los resultados arrojados por el software PipelineStudio para cada uno de los escenarios.

Figura 21. PDF compresor genérico en PipelineStudio caso 3608

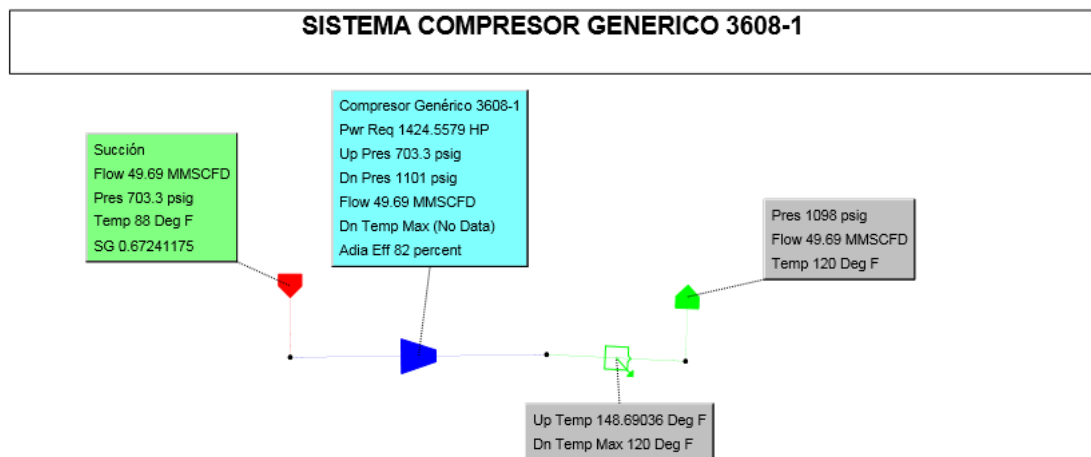


Figura 22. PDF compresor calibrado en PipelineStudio caso 3608

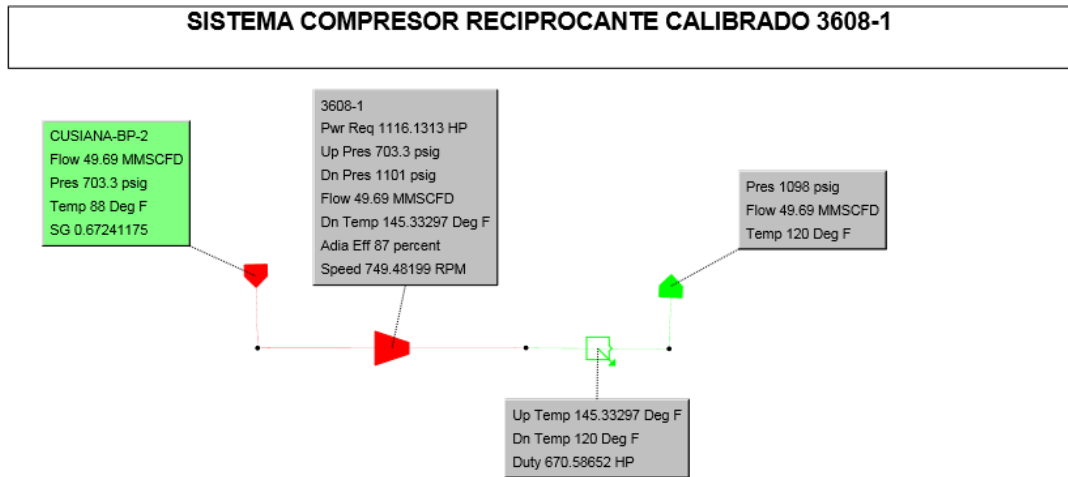


Tabla 36. Reporte de resultados compresor genérico caso 3608

Compressor Name:	Compresor Genérico 3612	Upstream Node:	Node0134
Equipment Type:	Generic Compressor	Downstream Node:	Node0077

Mode	MaximumDownstreamPressure
Upside pressure	703.30 psig
Downside pressure	1101.00 psig
Standard flow	49.69 MMSCFD
Actual flow	660.22 ft3/mn
Accumulated volume	0.00 MMSCF
Temperature at upstream node	88.00 Deg F
Compressed fluid temperature	148.69 Deg F
Temperature at downstream node	148.69 Deg F
Specific gravity	0.6724
Heating value	1032.6936 BTU/cf
Density at upstream node	2.6822 lb/ft3
Compressed fluid density	3.7108 lb/ft3
Density at downstream node	3.7108 lb/ft3
Upside specific heat ratio	1.2524
Downside specific heat ratio	1.2392
Compressibility factor at upstream node	0.8870
Compressed fluid compressibility factor	0.8969
Compressibility factor at downstream node	0.8969
Head	17849.87 ft-lbf/lbm
Adiabatic efficiency	82.00 percent
Power required	1424.56 HP
Power available	1424.56 HP
Hydraulic power required	957.87 HP
Fuel usage rate	0.00 MMSCFD
Total fuel used	0.00 MMSCF
Mechanical efficiency	82.00 percent
Auxiliary load	0.00 HP
Maximum downstream pressure setpoint	1101.00 psig
Ambient Temperature	60.00 Deg F

Tabla 37. Reporte de resultados compresor calibrado caso 3608

Compressor Name:	3608-1	Upstream Node:	Node0134-2
Equipment Type:	Reciprocating Compressor	Downstream Node:	Node0077-2

Mode	MaximumDownstreamPressure
Upside pressure	703.30 psig
Downside pressure	1101.00 psig
Standard flow	49.69 MMSCFD
Actual flow	660.22 ft3/mn
Accumulated volume	0.00 MMSCF
Temperature at upstream node	88.00 Deg F
Compressed fluid temperature	145.27 Deg F
Temperature at downstream node	145.27 Deg F
Specific gravity	0.6724
Heating value	1032.6936 BTU/cf
Density at upstream node	2.6822 lb/ft3
Compressed fluid density	3.7434 lb/ft3
Density at downstream node	3.7434 lb/ft3
Upside specific heat ratio	1.2524
Downside specific heat ratio	1.2400
Compressibility factor at upstream node	0.8870
Compressed fluid compressibility factor	0.8941
Compressibility factor at downstream node	0.8941
Head	17822.88 ft-lb/lbm
Speed	749.48 RPM
Adiabatic efficiency	87.00 percent
Power required	1114.95 HP
Power available	1900.42 HP
Hydraulic power required	956.42 HP
Fuel usage rate	17.41 MMSCFD
Total fuel used	0.00 MMSCF
Clearance Volume	4.80 in3
Minimum clearance volume	4.80 in3
Maximum clearance volume	6.80 in3
Valve Loss	0.00 ft-lb/lbm
Mechanical efficiency	98.60 percent
Auxiliary load	0.00 HP
Maximum downstream pressure setpoint	1101.00 psig
Maximum speed setpoint	1500.00 RPM
Minimum speed setpoint	300.00 RPM
Ambient Temperature	82.00 Deg F
Performance Type	JGK/4
Driver	G3608LE

5.3 CASO 3608/JC2

Los datos obtenidos de la simulación del escenario 1 y 2 para el paquete de compresión 3608/JC2 muestra que la utilización de un compresor genérico en el modelo de la red de gasoductos arroja un error del 22.6% en el cálculo de la potencia. En las figuras 23 y 24 se presentan los diagramas de flujo del compresor genérico y el compresor recíprocante 3608/JC2, respectivamente y en las tablas 38 y 39 los resultados arrojados por el software PipelineStudio para cada uno de los escenarios.

Figura 23. PDF compresor genérico en PipelineStudio caso 3608/JC2

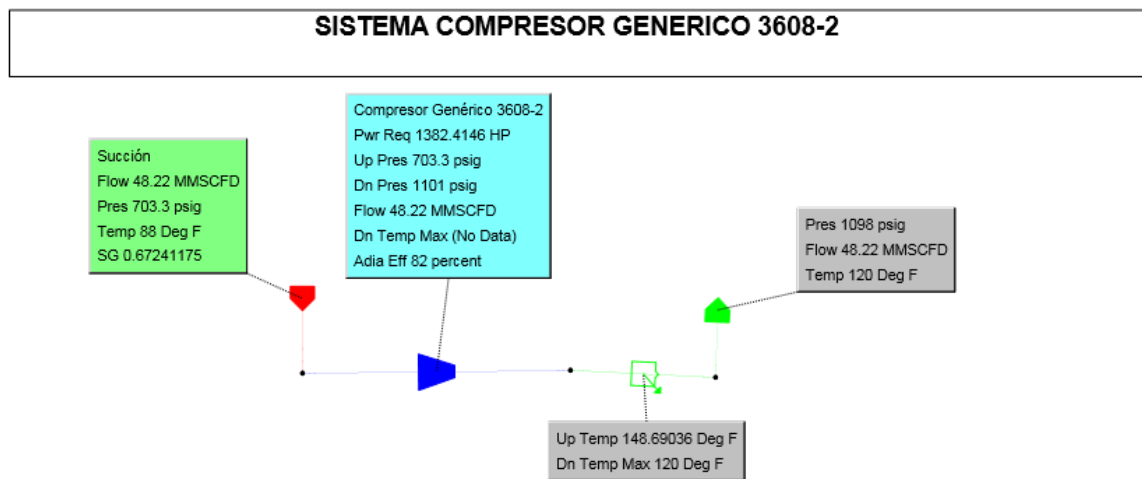


Figura 24. PDF compresor calibrado en PipelineStudio caso 3608/JC2

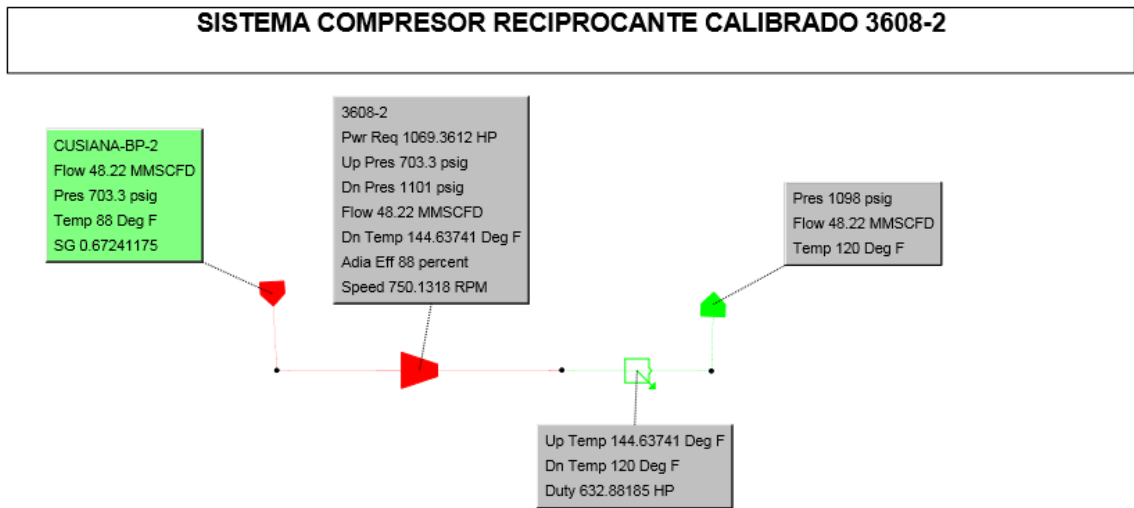


Tabla 38. Reporte de resultados compresor genérico caso 3608/JC2

Compressor Name:	Compresor Genérico 3608-2	Upstream Node:	Node0134
Equipment Type:	Generic Compressor	Downstream Node:	Node0077

Mode	MaximumDownstreamPressure
Upside pressure	703.30 psig
Downside pressure	1101.00 psig
Standard flow	48.22 MMSCFD
Actual flow	640.69 ft3/mn
Accumulated volume	0.00 MMSCF
Temperature at upstream node	88.00 Deg F
Compressed fluid temperature	148.69 Deg F
Temperature at downstream node	148.69 Deg F
Specific gravity	0.6724
Heating value	1032.6936 BTU/cf
Density at upstream node	2.6822 lb/ft3
Compressed fluid density	3.7108 lb/ft3
Density at downstream node	3.7108 lb/ft3
Upside specific heat ratio	1.2524
Downside specific heat ratio	1.2392
Compressibility factor at upstream node	0.8870
Compressed fluid compressibility factor	0.8969
Compressibility factor at downstream node	0.8969
Head	17849.87 ft-lbf/lbm
Adiabatic efficiency	82.00 percent
Power required	1382.41 HP
Power available	1382.41 HP
Hydraulic power required	929.54 HP
Fuel usage rate	0.00 MMSCFD
Total fuel used	0.00 MMSCF
Mechanical efficiency	82.00 percent
Auxiliary load	0.00 HP
Maximum downstream pressure setpoint	1101.00 psig
Ambient Temperature	60.00 Deg F

Tabla 39. Reporte de resultados compresor calibrado caso 3608/JC2

Compressor Name:	3608-2	Upstream Node:	Node0134-2
Equipment Type:	Reciprocating Compressor	Downstream Node:	Node0077-2

Mode	MaximumDownstreamPressure
Upside pressure	703.30 psig
Downside pressure	1101.00 psig
Standard flow	48.22 MMSCFD
Actual flow	640.69 ft3/mn
Accumulated volume	0.00 MMSCF
Temperature at upstream node	88.00 Deg F
Compressed fluid temperature	144.64 Deg F
Temperature at downstream node	144.64 Deg F
Specific gravity	0.6724
Heating value	1032.6936 BTU/cf
Density at upstream node	2.6822 lb/ft3
Compressed fluid density	3.7496 lb/ft3
Density at downstream node	3.7496 lb/ft3
Upside specific heat ratio	1.2524
Downside specific heat ratio	1.2401
Compressibility factor at upstream node	0.8870
Compressed fluid compressibility factor	0.8935
Compressibility factor at downstream node	0.8935
Head	17817.76 ft-lbf/lbm
Speed	750.13 RPM
Adiabatic efficiency	88.00 percent
Power required	1069.36 HP
Power available	1900.42 HP
Hydraulic power required	927.86 HP
Fuel usage rate	15.37 MMSCFD
Total fuel used	0.00 MMSCF
Clearance Volume	2.00 in3
Minimum clearance volume	2.00 in3
Maximum clearance volume	3.34 in3
Valve Loss	0.00 ft-lbf/lbm
Mechanical efficiency	98.60 percent
Auxiliary load	0.00 HP
Maximum downstream pressure setpoint	1101.00 psig
Maximum speed setpoint	1500.00 RPM
Minimum speed setpoint	300.00 RPM
Ambient Temperature	82.00 Deg F
Performance Type	JGC/2
Driver	G3608LE

5.4 CASO 3606

Los datos obtenidos de la simulación del escenario 1 y 2 para el paquete de compresión 3606 muestra que la utilización de un compresor genérico en el modelo de la red de gasoductos arroja un error del 25.2% en el cálculo de la potencia. En las figuras 25 y 26 se presentan los diagramas de flujo del compresor genérico y el compresor recíprocante 3606, respectivamente y en las tablas 40 y 41 los resultados arrojados por el software PipelineStudio para cada uno de los escenarios.

Figura 25. PDF compresor genérico en PipelineStudio caso 3606

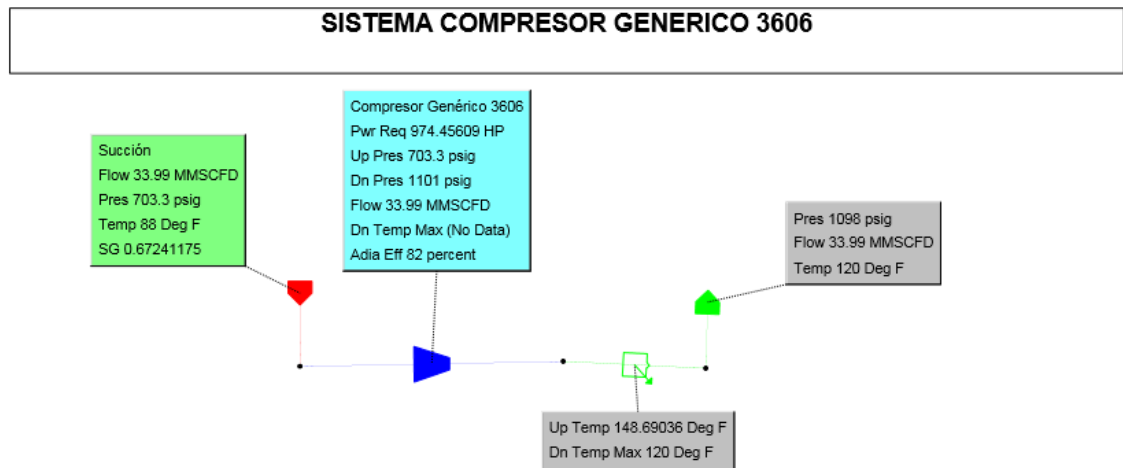


Figura 26. PDF compresor calibrado en PipelineStudio caso 3606

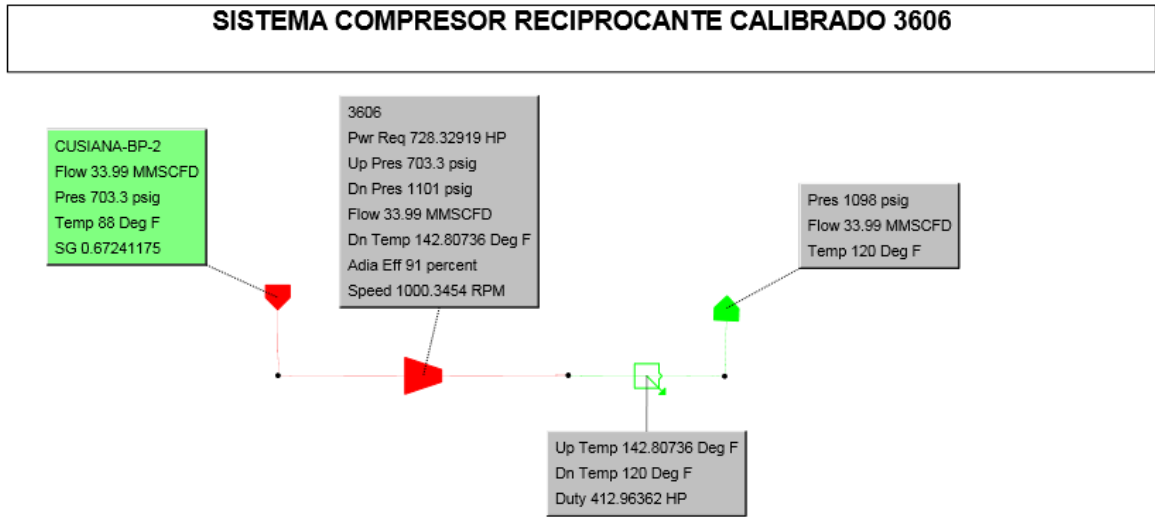


Tabla 40. Reporte de resultados compresor genérico caso 3606

Compressor Name:	Compresor Genérico 3606	Upstream Node:	Node0134
Equipment Type:	Generic Compressor	Downstream Node:	Node0077

Mode	MaximumDownstreamPressure
Upside pressure	703.30 psig
Downside pressure	1101.00 psig
Standard flow	33.99 MMSCFD
Actual flow	451.62 ft3/mn
Accumulated volume	0.00 MMSCF
Temperature at upstream node	88.00 Deg F
Compressed fluid temperature	148.69 Deg F
Temperature at downstream node	148.69 Deg F
Specific gravity	0.6724
Heating value	1032.6936 BTU/cf
Density at upstream node	2.6822 lb/ft3
Compressed fluid density	3.7108 lb/ft3
Density at downstream node	3.7108 lb/ft3
Upside specific heat ratio	1.2524
Downside specific heat ratio	1.2392
Compressibility factor at upstream node	0.8870
Compressed fluid compressibility factor	0.8969
Compressibility factor at downstream node	0.8969
Head	17849.87 ft-lbf/lbm
Adiabatic efficiency	82.00 percent
Power required	974.46 HP
Power available	974.46 HP
Hydraulic power required	655.22 HP
Fuel usage rate	0.00 MMSCFD
Total fuel used	0.00 MMSCF
Mechanical efficiency	82.00 percent
Auxiliary load	0.00 HP
Maximum downstream pressure setpoint	1101.00 psig
Ambient Temperature	60.00 Deg F

Tabla 41. Reporte de resultados compresor calibrado caso 3606

Mode	MaximumDownstreamPressure
Compressor Name:	3606
Upstream Node:	Node0134-2
Equipment Type:	Reciprocating Compressor
Downstream Node:	Node0077-2
Upside pressure	703.30 psig
Downside pressure	1101.00 psig
Standard flow	33.99 MMSCFD
Actual flow	451.62 ft3/mn
Accumulated volume	0.00 MMSCF
Temperature at upstream node	88.00 Deg F
Compressed fluid temperature	142.81 Deg F
Temperature at downstream node	142.81 Deg F
Specific gravity	0.6724
Heating value	1032.6936 BTU/cf
Density at upstream node	2.6822 lb/ft3
Compressed fluid density	3.7674 lb/ft3
Density at downstream node	3.7674 lb/ft3
Upside specific heat ratio	1.2524
Downside specific heat ratio	1.2405
Compressibility factor at upstream node	0.8870
Compressed fluid compressibility factor	0.8920
Compressibility factor at downstream node	0.8920
Head	17802.91 ft-lbf/lbm
Speed	1000.35 RPM
Adiabatic efficiency	91.00 percent
Power required	728.33 HP
Power available	1423.31 HP
Hydraulic power required	653.50 HP
Fuel usage rate	9.04 MMSCFD
Total fuel used	0.00 MMSCF
Clearance Volume	0.80 in3
Minimum clearance volume	0.80 in3
Maximum clearance volume	1.20 in3
Valve Loss	0.00 ft-lbf/lbm
Mechanical efficiency	98.60 percent
Auxiliary load	0.00 HP
Maximum downstream pressure setpoint	1101.00 psig
Maximum speed setpoint	1500.00 RPM
Minimum speed setpoint	300.00 RPM
Ambient Temperature	82.00 Deg F
Performance Type	JGC/2
Driver	G3606A6

6. CONCLUSIONES

En los cálculos realizados de eficiencias adiabáticas se observó que esta es mayor en compresores pequeños manejando bajo flujo y bajas rpm, como es el caso del paquete de compresión 3606, esto confirma las eficiencias promedio por tipos de compresor presentadas en la tabla 15.

Se observa que el error para el cálculo de las potencias con el software PipelineStudio utilizando un compresor genérico está alrededor del 25%, lo que hace imposible utilizar esta potencia de los compresores para la compra o en el desarrollo de proyectos dado que se estarían sobredimensionando los nuevos paquetes de compresión.

Al calibrar el modelo en el software PipelineStudio adicionando el compresor recíprocante con las características de cada paquete de compresión se obtiene un modelo calibrado con un error menos del 1% en potencia, revoluciones y eficiencia comparado con los datos reales de la Operación.

Cuando se utiliza la ecuación de estado SRK en los tres software se obtienen datos cercanos y coherentes entre los mismos validando el paquete termodinámico de los tres en simultáneo (ARIEL Versión 7.7.3.0, Aspen HYSYS versión 9.0 y PipelineStudio Versión 3.6.1.0).

Realizando la calibración del modelo en el software PipelineStudio adicionando la información existente de los paquetes de compresión pertenecientes a la red de gasoductos de TGI S.A. E.S.P es el software más confiable para la modelación de la operación diaria y para los proyectos de expansión dado que incluye en un mismo modelo: gasoductos, puntos de entrada, puntos de salida, estaciones de

compresión, estaciones de regulación y cálculo de empaquetamiento en modo estable y dinámico.

7. RECOMENDACIONES

Extender la calibración a los demás gasoductos de la red para incluir todos los paquetes de compresión pertenecientes al sistema.

Ajustar el modelo calibrado calculando los porcentajes de error en los puntos de operación extremo, resultado de las condiciones de operación en las horas picos de consumo.

Modelar las estaciones de compresión de acuerdo a la configuración real, es decir montar en el simulador igual número de equipos de compresión que tiene la estación y no un solo compresor con toda la potencia como se realiza actualmente.

BIBLIOGRAFÍA

CAMPBELL, J. The Equipment Modules. In Gas Conditioning and Processing (9th Edition ed., Vol. Volumen 2). Oklahoma: Editors Hubbard, R. and Snow–McGregor, K., Campbell Petroleum Series, Norman. 2014.

DÍAZ, E., & J, M. Evolución del gas natural en la Costa Atlantica durante la segunda mitad del Siglo XX e inicios del Siglo XXI. Barranquilla: niversidad del Norte, Maestría en Administración de empresas. 2007

ECOPETROL, S. Gasoductos y campos de gas natural en Colombia. www.ecopetrol.com.co. [En línea]: 2014, Octubre 11. Disponible en: <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=358&conID=42585>

FLÓREZ, M. Análisis, documentación y mejoramiento de los procesos de la dirección comercial de la empresa colombiana de gas Ecogás. Universidad Industrial de Santander, Proyecto de grado Ingeniería Industrial. 2006.

GUERRERO, F., & LLANO, F. Gas natural en Colombia. Universidad Icesi, Especialización en administración de empresas, 9-11. 2003.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍAS., ISBN: 958-97885-9-1. (La cadena de gas natural en Colombia. Unidad de Planeación Minero Energética).


MORENO, Jorge. Manual de operaciones estaciones compresoras . Bogotá: TGI S.A E.S.P. 2014


Moshfeghian, D. M. PETROSKILLS. JHON M. CAMPBELL. [En línea]: 2016, Agosto 29. Disponible en: <http://www.jmcampbell.com/tip-of-the-month/spanish/?p=1588>


RUIZ, Gisella. Manual de operación de la Infraestructura de Transporte TGI S.A. ESP. Bogotá: TGI S.A E.S.P. 2014.

ANEXOS


ANEXO A. Resumen de resultados cálculo de la eficiencia teórica en ASPEN HYSYS V 9.0


1			Case Name: paquete 3606.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3	 TGI SA ESP		Date/Time: Wed Oct 26 23:13:10 2016	
4				
5				
6	Compressor: 3606_Efi_Teo			
7				
8	Connections			
9				
10	Inlet Stream			
11				
12	STREAM NAME		FROM UNIT OPERATION	
13	To Suction	Valve	ESDV-Suction	
14				
15	Outlet Stream			
16				
17	STREAM NAME		TO UNIT OPERATION	
18	To Cooler	Cooler	E-102	
19				
20	Energy Stream			
21				
22	STREAM NAME		FROM UNIT OPERATION	
23	Potencia			
24				
25	Parameters			
26	Speed:	1000 rpm	Duty:	7.0006e+02 hp
27	Adiabatic Eff.:	94.80	PolyTropic Eff.:	95.05
28	Adiabatic Fluid Head:	2.208e+005 in	Polytropic Head:	2.212e+005 in
29	Adiabatic Fluid Head:	1.838e+004 lbf-ft/lbm	Polytropic Fluid Head:	1.843e+004 lbf-ft/lbm
30	Polytropic Exp.	1.358	Isentropic Exp.	1.337
31			Poly Head Factor	0.9962
32	RECIPROCATING SETTINGS			
33	Number of Cylinders:	2	Cylinder Type:	Double-acting, Tail Rod Type
34	Bore:	7.875 in	Stroke:	6.500 in
35	Piston Rod Diameter:	2.500 in	Const. Vol. Efficiency Loss:	5.00 %
36	Default Fixed Clearance Vol.:	15.00 %	Zero Speed Flow Resistance:	0.0000 lb/hr/sqrt(psia-lb/ft ³)
37	Typical Design Speed:	1200 rpm	Volumetric Efficiency:	68.93 %
38	Speed:	1000 rpm		
39		1 Crank	1 Outer	2 Crank
40	Fixed Clearance Vol. (ft ³)	7.014e-002	7.014e-002	7.014e-002
41	Variable Clearance Vol. (ft ³)	5.000e-002	5.000e-002	5.000e-002
42	Variable Volume Enabled	On	On	On
43	Cylinder is unloaded	Off	Off	Off
44	RATING			
45	Curves			
46	Compressor Speed: 1000 rpm	Efficiency:	Adiabatic	Curves Enabled: Yes
47	Head Offset:	0.0000 m	Efficiency Offset:	0.00 %
48	Speed:			
49	Flow	Head	Efficiency (%)	
50	Flow Limits			
51	Surge Curve: Inactive			
52	Speed	Flow	Speed	Flow
53	Stone Wall Curve: Inactive			
54	Speed	Flow	Speed	Flow
55	Surge Flow Rate	Field Flow Rate	454.5 ACFM	Stone Wall Flow
56	---	---	---	Compressor Volume
57				0.0000 ft ³
58	Nozzle Parameters			
59	Base Elevation Relative to Ground Level			
60		To Suction	To Cooler	2000 in
61	Diameter (in)	10.00	10.00	
62	Elevation (Base) (in)	2000	2000	
63	Elevation (Ground) (in)	4000	4000	
64	Inertia			
65				
66				
67	Aspen Technology Inc.	Aspen HYSYS Version 9		Page 1 of 3
	Licensed to: TRANSPORTADORA DE GAS IN		* Specified by user.	

1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3606.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3			Date/Time: Wed Oct 26 23:13:10 2016	
4				
5				
6	Compressor: 3606_Efi_Teo (continued)			
7				
8				
9	Rotational inertia (lb-ft ²)	142.4	Radius of gyration (in)	7.874
10	Mass (lb)	330.7	Friction loss factor (rad/min) (lb-ft ² /s)	0.1424
11	WORKSHEET			
12				
13	Conditions			
14				
15	Name	To Suction	To Cooler	Potencia
16	Vapour	1.0000	1.0000	---
17	Temperature (F)	88.0000	149.0000 *	---
18	Pressure (psig)	703.0000	1101.0000 *	---
19	Molar Flow (MMSCFD)	33.9890	33.9890	---
20	Mass Flow (lb/hr)	71487.9398	71487.9398	---
21	Std Ideal Liq Vol Flow (barrel/day)	14774.3932	14774.3932	---
22	Molar Enthalpy (Btu/lbmole)	-3.599e+004	-3.551e+004	---
23	Molar Entropy (Btu/lbmole-F)	36.86	36.90	---
24	Heat Flow (Btu/hr)	-1.3431e+08	-1.3252e+08	1.7813e+06
25	Properties			
26				
27	Name	To Suction	To Cooler	
28	Molecular Weight	19.15	19.15	
29	Molar Density (lbmole/ft ³)	0.1369	0.1894	
30	Mass Density (lb/ft ³)	2.622	3.628	
31	Act. Volume Flow (barrel/day)	1.166e+005	8.423e+004	
32	Mass Enthalpy (Btu/lb)	-1879	-1854	
33	Mass Entropy (Btu/lb-F)	1.924	1.927	
34	Heat Capacity (Btu/lbmole-F)	11.27	12.01	
35	Mass Heat Capacity (Btu/lb-F)	0.5886	0.6272	
36	LHV Molar Basis (Std) (Btu/lbmole)	3.844e+005	3.844e+005	
37	LHV Mass Basis (Std) (Btu/lb)	2.007e+004	2.007e+004	
38	Phase Fraction [Vol. Basis]	1.000	1.000	
39	Phase Fraction [Mass Basis]	1.000	1.000	
40	Partial Pressure of CO2 (psig)	-0.9369	6.693	
41	Cost Based on Flow (Cost/s)	0.0000	0.0000	
42	Act. Gas Flow (ACFM)	454.5	328.4	
43	Avg. Liq. Density (lbmole/ft ³)	1.080	1.080	
44	Specific Heat (Btu/lbmole-F)	11.27	12.01	
45	Std. Gas Flow (Nm ³ /h)	3.794e+004	3.794e+004	
46	Std. Ideal Liq. Mass Density (lb/ft ³)	20.68	20.68	
47	Act. Liq. Flow (USGPM)	---	---	
48	Z Factor	0.8922	0.9019	
49	Watson K	18.38	18.38	
50	User Property	---	---	
51	Partial Pressure of H2S (psig)	-14.70	-14.70	
52	Cp/(Cp - R)	1.214	1.198	
53	Cp/Cv	1.468	1.467	
54	Heat of Vap. (Btu/lbmole)	3295	2223	
55	Kinematic Viscosity (cSt)	0.3021	0.2493	
56	Liq. Mass Density (Std. Cond) (lb/ft ³)	5.072e-002	5.072e-002	
57	Liq. Vol. Flow (Std. Cond) (barrel/day)	6.025e+006	6.025e+006	
58	Liquid Fraction	0.0000	0.0000	
59	Molar Volume (ft ³ /lbmole)	7.306	5.280	
60	Mass Heat of Vap. (Btu/lb)	172.0	116.1	
61	Phase Fraction [Molar Basis]	1.0000	1.0000	
62	Surface Tension (dyne/cm)	---	---	
63	Thermal Conductivity (Btu/hr-ft-F)	2.104e-002	2.497e-002	
64	Viscosity (cP)	1.269e-002	1.449e-002	
65	Cv (Semi-Ideal) (Btu/lbmole-F)	9.288	10.03	
66	Mass Cv (Semi-Ideal) (Btu/lb-F)	0.4849	0.5235	
67	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9	


1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3606.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3			Date/Time: Wed Oct 26 23:13:10 2016	
4				
5				
6	Compressor: 3606_Efi_Teo (continued)			
7	Properties			
8				
9				
10				
11	Name	To Suction	To Cooler	
12	Cv (Btu/lbmole-F)	7.881	8.191	
13	Mass Cv (Btu/lb-F)	0.4010	0.4278	
14	Cv (Ent. Method) (Btu/lbmole-F)	---	---	
15	Mass Cv (Ent. Method) (Btu/lb-F)	---	---	
16	Cp/Cv (Ent. Method)	---	---	
17	Reid VP at 37.8 C (psig)	---	---	
18	True VP at 37.8 C (psig)	---	---	
19	Liq. Vol. Flow - Sum(Std. Cq)rel/dsy	6.025e+006	6.025e+006	
20	Viscosity Index	---	---	
21	HHV Molar Basis (Std) (Btu/lbmole)	4.219e+005	4.219e+005	
22	HHV Mass Basis (Std) (Btu/lb)	2.203e+004	2.203e+004	
23	CO2 Loading	---	---	
24	CO2 Apparent Mole Conc. (lbmole/ft3)	---	---	
25	CO2 Apparent Wt. Conc. (lbmol/lb)	---	---	
26	Phase Fraction [Act. Vol. Basis]	1.000	1.000	
27	Mass Exergy (Btu/lb)	209.9	233.7	
28	PERFORMANCE			
29				
30	Results			
31				
32	Adiabatic Head (in)	2.206e+005	Power Consumed (hp)	700.1
33	Polytropic Head (in)	2.212e+005	Polytropic Head Factor	0.9992
34	Adiabatic Fluid Head (lbf-ft/lbm)	1.838e+004	Polytropic Exponent	1.358
35	Polytropic Fluid Head (lbf-ft/lbm)	1.843e+004	Isentropic Exponent	1.337
36	Adiabatic Efficiency	95	Speed (rpm)	1000
37	Polytropic Efficiency	95		---
38	Power/Torque			
39				
40	Total Rotor Power (hp)	700.1	Total Rotor Torque (lbf-ft)	3675
41	Transient Rotor Power (hp)	0.0000	Transient Rotor Torque (lbf-ft)	0.0000
42	Friction Power Loss (hp)	0.0000	Friction Torque Loss (lbf-ft)	0.0000
43	Fluid Power (hp)	700.1	Fluid Torque (lbf-ft)	3675
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9	
	Licensed to: TRANSPORTADORA DE GAS IN		Page 3 of 3 * Specified by user.	


1	Case Name: paquete 3608-1.hsc	
2	aspentech TGI SA ESP	
3	Unit Set: Field1a	
4	Date/Time: Wed Oct 26 22:43:47 2016	
5		
6	Compressor: 3608-1_Efi_Teo	
7		
8	Connections	
9	Inlet Stream	
10	STREAM NAME FROM UNIT OPERATION	
11	To Suction	Valve ESDV-Suction
12	Outlet Stream	
13	STREAM NAME TO UNIT OPERATION	
14	To Cooler	Cooler E-102
15	Energy Stream	
16	STREAM NAME FROM UNIT OPERATION	
17	Potencia	
18	Parameters	
19	Speed: 750.0 rpm	Duty: 1.1007e+03 hp
20	Adiabatic Eff.: 88.15	PolyTropic Eff.: 88.72
21	Adiabatic Head: 2.206e+005 in	Polytropic Head: 2.220e+005 in
22	Adiabatic Fluid Head: 1.838e+004 lbf-ft/lbm	Polytropic Fluid Head: 1.850e+004 lbf-ft/lbm
23	Polytropic Exp. 1.390	Isentropic Exp. 1.337 Poly Head Factor 0.9992
24	RECIPROCATING SETTINGS	
25	Number of Cylinders: 4	Cylinder Type: Double-acting, Tail Rod Type
26	Bore: 7.250 in	Stroke: 5.500 in
27	Piston Rod Diameter: 2.000 in	Const. Vol. Efficiency Loss: 2.58 %
28	Default Fixed Clearance Vol.: 25.00 %	Zero Speed Flow Resistance: 0.0000 lb/hr/sqrt(psia-lb/ft ³)
29	Typical Design Speed: 1200 rpm	Volumetric Efficiency: 91.22 %
30	Speed: 750.0 rpm	
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		


1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3608-1.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3			Date/Time: Wed Oct 26 22:43:47 2016	
4				
5	Compressor: 3608-1_Efi_Teo (continued)			
6				
7				
8				
9	Diameter (in)	10.00	10.00	
10	Elevation (Base) (in)	2000	2000	
11	Elevation (Ground) (in)	4000	4000	
12	Inertia			
13				
14	Rotational inertia (lb-ft ²)	142.4	Radius of gyration (in)	7.874
15	Mass (lb)	330.7	Friction loss factor (rad/min) (lb-ft ² /s)	0.1424
16	WORKSHEET			
17				
18	Conditions			
19				
20	Name	To Suction	To Cooler	Potencia
21	Vapour	1.0000	1.0000	---
22	Temperature (F)	88.0000	152.0000	---
23	Pressure (psig)	703.0000	1101.0000	---
24	Molar Flow (MMSCFD)	49.6920	49.6920	---
25	Mass Flow (lb/hr)	104515.5405	104515.5405	---
26	Std Ideal Liq Vol Flow (barrel/day)	21600.1985	21600.1985	---
27	Molar Enthalpy (Btu/lbmole)	-3.599e+004	-3.547e+004	---
28	Molar Entropy (Btu/lbmole-F)	36.86	36.86	---
29	Heat Flow (Btu/hr)	-1.9636e+08	-1.9355e+08	2.8007e+06
30	Properties			
31				
32	Name	To Suction	To Cooler	
33	Molecular Weight	19.15	19.15	
34	Molar Density (lbmole/ft ³)	0.1369	0.1880	
35	Mass Density (lb/ft ³)	2.622	3.601	
36	Act. Volume Flow (barrel/day)	1.704e+005	1.241e+005	
37	Mass Enthalpy (Btu/lb)	-1879	-1852	
38	Mass Entropy (Btu/lb-F)	1.924	1.930	
39	Heat Capacity (Btu/lbmole-F)	11.27	12.00	
40	Mass Heat Capacity (Btu/lb-F)	0.5886	0.6265	
41	LHV Molar Basis (Std) (Btu/lbmole)	3.844e+005	3.844e+005	
42	LHV Mass Basis (Std) (Btu/lb)	2.007e+004	2.007e+004	
43	Phase Fraction [Vol. Basis]	1.000	1.000	
44	Phase Fraction [Mass Basis]	1.000	1.000	
45	Partial Pressure of CO2 (psig)	-0.9369	6.693	
46	Cost Based on Flow (Cost/s)	0.0000	0.0000	
47	Act. Gas Flow (ACFM)	664.4	483.8	
48	Avg. Liq. Density (lbmole/ft ³)	1.080	1.080	
49	Specific Heat (Btu/lbmole-F)	11.27	12.00	
50	Std. Gas Flow (Nm ³ /h)	5.547e+004	5.547e+004	
51	Std. Ideal Liq. Mass Density (lb/ft ³)	20.68	20.68	
52	Act. Liq. Flow (USGPM)	---	---	
53	Z Factor	0.8922	0.9041	
54	Watson K	18.38	18.38	
55	User Property	---	---	
56	Partial Pressure of H2S (psig)	-14.70	-14.70	
57	Cp/(Cp - R)	1.214	1.198	
58	Cp/Cv	1.468	1.461	
59	Heat of Vap. (Btu/lbmole)	3295	2223	
60	Kinematic Viscosity (cSt)	0.3021	0.2518	
61	Liq. Mass Density (Std. Cond) (lb/ft ³)	5.072e-002	5.072e-002	
62	Liq. Vol. Flow (Std. Cond) (barrel/day)	8.809e+006	8.809e+006	
63	Liquid Fraction	0.0000	0.0000	
64	Molar Volume (ft ³ /lbmole)	7.306	5.319	
65	Mass Heat of Vap. (Btu/lb)	172.0	116.1	
66	Phase Fraction [Molar Basis]	1.0000	1.0000	
67	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9	


1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3608-1.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3			Date/Time: Wed Oct 26 22:43:47 2016	
4				
5				
6	Compressor: 3608-1_Efi_Teo (continued)			
7	Properties			
8				
9				
10				
11	Name	To Suction	To Cooler	
12	Surface Tension (dyne/cm)	---	---	
13	Thermal Conductivity (Btu/hr-ft-F)	2.104e-002	2.508e-002	
14	Viscosity (cP)	1.289e-002	1.453e-002	
15	Cv (Semi-Ideal) (Btu/lbmole-F)	9.288	10.01	
16	Mass Cv (Semi-Ideal) (Btu/lb-F)	0.4849	0.6228	
17	Cv (Btu/lbmole-F)	7.881	8.211	
18	Mass Cv (Btu/lb-F)	0.4010	0.4287	
19	Cv (Ent. Method) (Btu/lbmole-F)	---	---	
20	Mass Cv (Ent. Method) (Btu/lb-F)	---	---	
21	Cp/Cv (Ent. Method)	---	---	
22	Reid VP at 37.8 C (psig)	---	---	
23	True VP at 37.8 C (psig)	---	---	
24	Liq. Vol. Flow - Sum(Std. Cq)rel/day	8.809e+006	8.809e+006	
25	Viscosity Index	---	---	
26	HHV Molar Basis (Std) (Btu/lbmole)	4.219e+005	4.219e+005	
27	HHV Mass Basis (Std) (Btu/lb)	2.203e+004	2.203e+004	
28	CO2 Loading	---	---	
29	CO2 Apparent Mole Conc. (lbmole/ft3)	---	---	
30	CO2 Apparent Wt. Conc. (lbmol/lb)	---	---	
31	Phase Fraction [Act. Vol. Basis]	1.000	1.000	
32	Mass Exergy (Btu/lb)	209.9	233.9	
33	PERFORMANCE			
34				
35	Results			
36				
37	Adiabatic Head (in)	2.209e+005	Power Consumed (hp)	1101
38	Polytropic Head (in)	2.220e+005	Polytropic Head Factor	0.9992
39	Adiabatic Fluid Head (lbf-ft/lbm)	1.838e+004	Polytropic Exponent	1.390
40	Polytropic Fluid Head (lbf-ft/lbm)	1.850e+004	Isoentropic Exponent	1.337
41	Adiabatic Efficiency	88	Speed (rpm)	750.0
42	Polytropic Efficiency	89		---
43	Power/Torque			
44				
45	Total Rotor Power (hp)	1101	Total Rotor Torque (lbf-ft)	7708
46	Transient Rotor Power (hp)	0.0000	Transient Rotor Torque (lbf-ft)	0.0000
47	Friction Power Loss (hp)	0.0000	Friction Torque Loss (lbf-ft)	0.0000
48	Fluid Power (hp)	1101	Fluid Torque (lbf-ft)	7708
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9	
	Licensed to: TRANSPORTADORA DE GAS IN		Page 3 of 3 * Specified by user.	


1	Case Name: paquete 3608-2.hsc					
2	aspentech TGI SA ESP					
3	Unit Set: Field1a					
4	Date/Time: Wed Oct 26 23:01:05 2016					
5						
6						
7	Compressor: 3608-2_Efi_Teo					
8						
9	Connections					
10						
11	Inlet Stream					
12						
13	STREAM NAME	FROM UNIT OPERATION				
14	To Suction	Valve ESDV-Suction				
15						
16	Outlet Stream					
17	STREAM NAME	TO UNIT OPERATION				
18	To Cooler	Cooler E-102				
19						
20	Energy Stream					
21	STREAM NAME	FROM UNIT OPERATION				
22	Potencia					
23						
24	Parameters					
25	Speed: 750.4 rpm	Duty: 1.0880e+03 hp				
26	Adiabatic Eff.: 88.15	PolyTropic Eff.: 88.72				
27	Adiabatic Head: 2.206e+005 in	Polytropic Head: 2.220e+005 in				
28	Adiabatic Fluid Head: 1.838e+004 lbf-ft/lbm	Polytropic Fluid Head: 1.850e+004 lbf-ft/lbm				
29	Polytropic Exp. 1.390	Isentropic Exp. 1.337	Poly Head Factor 0.9992			
30	RECIPROCATING SETTINGS					
31						
32	Number of Cylinders: 2	Cylinder Type: Double-acting, Tail Rod Type				
33	Bore: 9.875 in	Stroke: 8.500 in				
34	Piston Rod Diameter: 2.500 in	Const. Vol. Efficiency Loss: 3.98 %				
35	Default Fixed Clearance Vol.: 15.00 %	Zero Speed Flow Resistance: 0.0000 lb/hr/sqrt(psia-lb/ft ³)				
36	Typical Design Speed: 1200 rpm	Volumetric Efficiency: 79.86 %				
37	Speed: 750.4 rpm					
38		1 Crank	1 Outer	2 Crank	2 Outer	
39	Fixed Clearance Vol. (ft ³)	7.014e-002	7.014e-002	7.014e-002	7.014e-002	
40	Variable Clearance Vol. (ft ³)	5.000e-002	5.000e-002	5.000e-002	5.000e-002	
41	Variable Volume Enabled	On	On	On	On	
42	Cylinder is unloaded	Off	Off	Off	Off	
43	RATING					
44						
45	Curves					
46						
47	Compressor Speed: 750.4 rpm	Efficiency: Adiabatic	Curves Enabled: Yes			
48	Head Offset: 0.0000 m	Efficiency Offset:	0.00 %			
49	Speed:					
50	Flow	Head	Efficiency (%)			
51	Flow Limits					
52						
53	Surge Curve: Inactive					
54	Speed	Flow	Speed	Flow	Speed	Flow
55	Stone Wall Curve: Inactive					
56	Speed	Flow	Speed	Flow	Speed	Flow
57	Surge Flow Rate ---	Field Flow Rate 644.7 ACFM	Stone Wall Flow ---	Compressor Volume 0.0000 ft ³		
58						
59	Nozzle Parameters					
60	Base Elevation Relative to Ground Level 2000 in					
61		To Suction	To Cooler			
62	Diameter (in)	10.00	10.00			
63	Elevation (Base) (in)	2000	2000			
64	Elevation (Ground) (in)	4000	4000			
65	Inertia					
66						
67	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9		Page 1 of 3	
	Licensed to: TRANSPORTADORA DE GAS IN			* Specified by user.		

1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3608-2.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3			Date/Time: Wed Oct 26 23:01:05 2016	
4				
5	Compressor: 3608-2_Efi_Teo (continued)			
6				
7	Rotational inertia (lb-ft ²)	142.4	Radius of gyration (in)	7.874
8	Mass (lb)	330.7	Friction loss factor (rad/min) (lb-ft ² /s)	0.1424
9	WORKSHEET			
10	Conditions			
11				
12				
13				
14				
15	Name	To Suction	To Cooler	Potencia
16	Vapour	1.0000	1.0000	---
17	Temperature (F)	88.0000	152.0000	---
18	Pressure (psig)	703.0000	1101.0000	---
19	Molar Flow (MMSCFD)	48.2150	48.2150	---
20	Mass Flow (lb/hr)	101409.0152	101409.0152	---
21	Std Ideal Liq Vol Flow (barrel/day)	20958.1738	20958.1738	---
22	Molar Enthalpy (Btu/lbmole)	-3.599e+004	-3.547e+004	---
23	Molar Entropy (Btu/lbmole-F)	36.86	36.96	---
24	Heat Flow (Btu/hr)	-1.9052e+08	-1.8780e+08	2.7175e+06
25	Properties			
26				
27	Name	To Suction	To Cooler	
28	Molecular Weight	19.15	19.15	
29	Molar Density (lbmole/ft ³)	0.1369	0.1880	
30	Mass Density (lb/ft ³)	2.622	3.601	
31	Act. Volume Flow (barrel/day)	1.653e+005	1.204e+005	
32	Mass Enthalpy (Btu/lb)	-1879	-1852	
33	Mass Entropy (Btu/lb-F)	1.924	1.930	
34	Heat Capacity (Btu/lbmole-F)	11.27	12.00	
35	Mass Heat Capacity (Btu/lb-F)	0.5886	0.6265	
36	LHV Molar Basis (Std) (Btu/lbmole)	3.844e+005	3.844e+005	
37	LHV Mass Basis (Std) (Btu/lb)	2.007e+004	2.007e+004	
38	Phase Fraction [Vol. Basis]	1.000	1.000	
39	Phase Fraction [Mass Basis]	1.000	1.000	
40	Partial Pressure of CO2 (psig)	-0.9369	6.693	
41	Cost Based on Flow (Cost/s)	0.0000	0.0000	
42	Act. Gas Flow (ACFM)	644.7	469.4	
43	Avg. Liq. Density (lbmole/ft ³)	1.080	1.080	
44	Specific Heat (Btu/lbmole-F)	11.27	12.00	
45	Std. Gas Flow (Nm ³ /h)	5.383e+004	5.383e+004	
46	Std. Ideal Liq. Mass Density (lb/ft ³)	20.68	20.68	
47	Act. Liq. Flow (USGPM)	---	---	
48	Z Factor	0.8922	0.9041	
49	Watson K	18.38	18.38	
50	User Property	---	---	
51	Partial Pressure of H2S (psig)	-14.70	-14.70	
52	Cp/(Cp - R)	1.214	1.198	
53	Cp/Cv	1.468	1.461	
54	Heat of Vap. (Btu/lbmole)	3295	2223	
55	Kinematic Viscosity (cSt)	0.3021	0.2518	
56	Liq. Mass Density (Std. Cond) (lb/ft ³)	5.072e-002	5.072e-002	
57	Liq. Vol. Flow (Std. Cond) (barrel/day)	8.547e+006	8.547e+006	
58	Liquid Fraction	0.0000	0.0000	
59	Molar Volume (ft ³ /lbmole)	7.306	5.319	
60	Mass Heat of Vap. (Btu/lb)	172.0	116.1	
61	Phase Fraction [Molar Basis]	1.0000	1.0000	
62	Surface Tension (dyne/cm)	---	---	
63	Thermal Conductivity (Btu/hr-ft-F)	2.104e-002	2.508e-002	
64	Viscosity (cP)	1.269e-002	1.453e-002	
65	Cv (Semi-Ideal) (Btu/lbmole-F)	9.288	10.01	
66	Mass Cv (Semi-Ideal) (Btu/lb-F)	0.4849	0.6228	
67	Aspen Technology Inc.	Aspen HYSYS Version 9		Page 2 of 3

1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3608-2.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3			Date/Time: Wed Oct 26 23:01:05 2016	
4				
5				
6	Compressor: 3608-2_Efi_Teo (continued)			
7	Properties			
8				
9				
10				
11	Name	To Suction	To Cooler	
12	Cv (Btu/lbmole-F)	7.881	8.211	
13	Mass Cv (Btu/lb-F)	0.4010	0.4287	
14	Cv (Ent. Method) (Btu/lbmole-F)	---	---	
15	Mass Cv (Ent. Method) (Btu/lb-F)	---	---	
16	Cp/Cv (Ent. Method)	---	---	
17	Reid VP at 37.8 C (psig)	---	---	
18	True VP at 37.8 C (psig)	---	---	
19	Liq. Vol. Flow - Sum(Std. Cq)rel/dsdy	8.547e+006	8.547e+006	
20	Viscosity Index	---	---	
21	HHV Molar Basis (Std) (Btu/lbmole)	4.219e+005	4.219e+005	
22	HHV Mass Basis (Std) (Btu/lb)	2.203e+004	2.203e+004	
23	CO2 Loading	---	---	
24	CO2 Apparent Mole Conc. (lbmole/ft3)	---	---	
25	CO2 Apparent Wt. Conc. (lbmol/lb)	---	---	
26	Phase Fraction [Act. Vol. Basis]	1.000	1.000	
27	Mass Exergy (Btu/lb)	209.9	233.9	
28	PERFORMANCE			
29				
30	Results			
31				
32	Adiabatic Head (in)	2.206e+005	Power Consumed (hp)	1068
33	Polytropic Head (in)	2.220e+005	Polytropic Head Factor	0.9992
34	Adiabatic Fluid Head (lbf-ft/lbm)	1.838e+004	Polytropic Exponent	1.390
35	Polytropic Fluid Head (lbf-ft/lbm)	1.850e+004	Isentropic Exponent	1.337
36	Adiabatic Efficiency	88	Speed (rpm)	750.4
37	Polytropic Efficiency	89		---
38	Power/Torque			
39				
40	Total Rotor Power (hp)	1068	Total Rotor Torque (lbf-ft)	7475
41	Transient Rotor Power (hp)	0.0000	Transient Rotor Torque (lbf-ft)	0.0000
42	Friction Power Loss (hp)	0.0000	Friction Torque Loss (lbf-ft)	0.0000
43	Fluid Power (hp)	1068	Fluid Torque (lbf-ft)	7475
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9	
	Licensed to: TRANSPORTADORA DE GAS IN		Page 3 of 3 * Specified by user.	


1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3612.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3			Date/Time: Tue Oct 25 19:16:14 2018	
4				
5				
6	Compressor: 3612_Efic_Teo			
7	Connections			
8	Inlet Stream			
9	STREAM NAME		FROM UNIT OPERATION	
10	To Suction	Valve	ESDV-Suction	
11	Outlet Stream			
12	STREAM NAME		TO UNIT OPERATION	
13	To Cooler	Cooler	E-102	
14	Energy Stream			
15	STREAM NAME		FROM UNIT OPERATION	
16	Potencia			
17	Parameters			
18	Speed:	750.0 rpm	Duty:	1.4997e+03 hp
19	Adiabatic Eff.:	88.02	PolyTropic Eff.:	88.60
20	Adiabatic Head:	2.203e+005 in	Polytropic Head:	2.218e+005 in
21	Adiabatic Fluid Head:	1.836e+004 lbf-ft/lbm	Polytropic Fluid Head:	1.848e+004 lbf-ft/lbm
22	Polytropic Exp.	1.391	Isentropic Exp.	1.337
23			Poly Head Factor	0.9992
24	RECIPROCATING SETTINGS			
25	Number of Cylinders:	4	Cylinder Type:	Double-acting, Tail Rod Type
26	Bore:	9.875 in	Stroke:	8.500 in
27	Piston Rod Diameter:	2.500 in	Const. Vol. Efficiency Loss:	4.00 %
28	Default Fixed Clearance Vol.:	15.00 %	Zero Speed Flow Resistance:	0.0000 lb/hr/sqrt(psia-lb/ft3)
29	Typical Design Speed:	1000 rpm	Volumetric Efficiency:	55.91 %
30	Speed:	750.0 rpm		
31		1 Crank	1 Outer	2 Crank
32	Fixed Clearance Vol. (ft3)	4.044e-002	4.044e-002	4.044e-002
33	Variable Clearance Vol. (ft3)	0.2725	0.2725	0.2725
34	Variable Volume Enabled	On	On	On
35	Cylinder is unloaded	Off	Off	Off
36		3 Crank	3 Outer	4 Crank
37	Fixed Clearance Vol. (ft3)	4.044e-002	4.044e-002	4.044e-002
38	Variable Clearance Vol. (ft3)	0.2720	0.2720	0.2720
39	Variable Volume Enabled	On	On	On
40	Cylinder is unloaded	Off	Off	Off
41	RATING			
42	Curves			
43	Compressor Speed: 750.0 rpm	Efficiency:	Adiabatic	Curves Enabled: Yes
44	Head Offset: 0.0000 m	Efficiency Offset:	0.00 %	
45	Speed:			
46	Flow	Head	Efficiency (%)	
47	Flow Limits			
48	Surge Curve: Inactive			
49	Speed	Flow	Speed	Flow
50	Stone Wall Curve: Inactive			
51	Speed	Flow	Speed	Flow
52	Surge Flow Rate ---	Field Flow Rate	004.5 ACFM	Stone Wall Flow --- Compressor Volume 0.0000 ft3
53	Nozzle Parameters			
54	Base Elevation Relative to Ground Level	To Suction	To Cooler	0.0000 in
55	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9	
56	Licensed to: TRANSPORTADORA DE GAS IN		Page 1 of 3	
57			* Specified by user.	


1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3612.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3			Date/Time: Tue Oct 25 19:16:14 2018	
4				
5	Compressor: 3612_Efic_Teo (continued)			
6				
7				
8				
9	Diameter (in)	12.00	10.00	
10	Elevation (Base) (in)	0.0000	0.0000	
11	Elevation (Ground) (in)	0.0000	0.0000	
12	Inertia			
13				
14	Rotational inertia (lb-ft ²)	142.4	Radius of gyration (in)	7.874
15	Mass (lb)	330.7	Friction loss factor (rad/min) (lb-ft ² /s)	0.1424
16	WORKSHEET			
17	Conditions			
18				
19				
20	Name	To Suction	To Cooler	Potencia
21	Vapour	1.0000	1.0000	---
22	Temperature (F)	88.0000	152.0000	---
23	Pressure (psig)	703.3000	1101.0000	---
24	Molar Flow (MMSCFD)	67.6780	67.6780	---
25	Mass Flow (lb/hr)	142344.6996	142344.6996	---
26	Std Ideal Liq Vol Flow (barrel/day)	29418.3820	29418.3820	---
27	Molar Enthalpy (Btu/lbmole)	-3.599e+004	-3.547e+004	---
28	Molar Entropy (Btu/lbmole-F)	36.86	36.86	---
29	Heat Flow (Btu/hr)	-2.6743e+08	-2.6381e+08	3.8160e+06
30	Properties			
31				
32	Name	To Suction	To Cooler	
33	Molecular Weight	19.15	19.15	
34	Molar Density (lbmole/ft ³)	0.1369	0.1880	
35	Mass Density (lb/ft ³)	2.623	3.601	
36	Act. Volume Flow (barrel/day)	2.320e+005	1.690e+005	
37	Mass Enthalpy (Btu/lb)	-1879	-1852	
38	Mass Entropy (Btu/lb-F)	1.924	1.930	
39	Heat Capacity (Btu/lbmole-F)	11.27	12.00	
40	Mass Heat Capacity (Btu/lb-F)	0.5886	0.6265	
41	LHV Molar Basis (Std) (Btu/lbmole)	3.844e+005	3.844e+005	
42	LHV Mass Basis (Std) (Btu/lb)	2.007e+004	2.007e+004	
43	Phase Fraction [Vol. Basis]	1.000	1.000	
44	Phase Fraction [Mass Basis]	1.000	1.000	
45	Partial Pressure of CO2 (psig)	-0.9312	6.693	
46	Cost Based on Flow (Cost/s)	0.0000	0.0000	
47	Act. Gas Flow (ACFM)	904.5	658.9	
48	Avg. Liq. Density (lbmole/ft ³)	1.080	1.080	
49	Specific Heat (Btu/lbmole-F)	11.27	12.00	
50	Std. Gas Flow (Nm ³ /h)	7.555e+004	7.555e+004	
51	Std. Ideal Liq. Mass Density (lb/ft ³)	20.68	20.68	
52	Act. Liq. Flow (USGPM)	---	---	
53	Z Factor	0.8921	0.9041	
54	Watson K	18.38	18.38	
55	User Property	---	---	
56	Partial Pressure of H2S (psig)	-14.70	-14.70	
57	Cp/(Cp - R)	1.214	1.198	
58	Cp/Cv	1.468	1.461	
59	Heat of Vap. (Btu/lbmole)	3294	2223	
60	Kinematic Viscosity (cSt)	0.3020	0.2518	
61	Liq. Mass Density (Std. Cond) (lb/ft ³)	5.072e-002	5.072e-002	
62	Liq. Vol. Flow (Std. Cond) (barrel/day)	1.200e+007	1.200e+007	
63	Liquid Fraction	0.0000	0.0000	
64	Molar Volume (ft ³ /lbmole)	7.303	5.319	
65	Mass Heat of Vap. (Btu/lb)	172.0	116.1	
66	Phase Fraction [Molar Basis]	1.0000	1.0000	
67	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9	


1			Case Name:	paquete 3612.hsc
2			Unit Set:	Field1a
3	 TGI SA ESP		Date/Time:	Tue Oct 25 19:16:14 2018
4				
5				
6	Compressor: 3612_Efic_Teo (continued)			
7				
8				
9	Properties			
10				
11	Name	To Suction	To Cooler	
12	Surface Tension (dyne/cm)	---	---	
13	Thermal Conductivity (Btu/hr-ft-F)	2.105e-002	2.508e-002	
14	Viscosity (cP)	1.289e-002	1.453e-002	
15	Cv (Semi-Ideal) (Btu/lbmole-F)	9.289	10.01	
16	Mass Cv (Semi-Ideal) (Btu/lb-F)	0.4850	0.5228	
17	Cv (Btu/lbmole-F)	7.881	8.211	
18	Mass Cv (Btu/lb-F)	0.4010	0.4287	
19	Cv (Ent. Method) (Btu/lbmole-F)	---	---	
20	Mass Cv (Ent. Method) (Btu/lb-F)	---	---	
21	Cp/Cv (Ent. Method)	---	---	
22	Reid VP at 37.8 C (psig)	---	---	
23	True VP at 37.8 C (psig)	---	---	
24	Liq. Vol. Flow - Sum(Std. Cq)rel/day	1.200e+007	1.200e+007	
25	Viscosity Index	---	---	
26	HHV Molar Basis (Std) (Btu/lbmole)	4.219e+005	4.219e+005	
27	HHV Mass Basis (Std) (Btu/lb)	2.203e+004	2.203e+004	
28	CO2 Loading	---	---	
29	CO2 Apparent Mole Conc. (lbmole/ft3)	---	---	
30	CO2 Apparent Wt. Conc. (lbmol/lb)	---	---	
31	Phase Fraction [Act. Vol. Basis]	1.000	1.000	
32	Mass Exergy (Btu/lb)	209.9	233.9	
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67	Aspen Technology Inc.	Aspen HYSYS Version 9	Page 3 of 3	
	Licensed to: TRANSPORTADORA DE GAS IN		* Specified by user.	


ANEXO B. Resumen de resultados cálculo de la eficiencia real modelo calibrado en ASPEN HYSYS V 9.0


TGI SA ESP	Case Name: paquete 3606.hsc Unit Set: Field1a Date/Time: Wed Oct 26 23:15:10 2016																				
Compressor: 3606-Efi_Real																					
Connections																					
Inlet Stream																					
To Suction-2	Valve FROM UNIT OPERATION ESDV-Suction-2																				
Outlet Stream																					
To Cooler-2	Cooler TO UNIT OPERATION E-102-2																				
Energy Stream																					
Potencia-2	FROM UNIT OPERATION																				
Parameters																					
Speed:	1000 rpm Duty: 7.3200e+02 hp *																				
Adiabatic Eff.:	90.66 PolyTropic Eff.: 91.11																				
Adiabatic Head:	2.206e+005 in PolyTropic Head: 2.217e+005 in																				
Adiabatic Fluid Head:	1.838e+004 lbf-ft/lbm PolyTropic Fluid Head: 1.847e+004 lbf-ft/lbm																				
Polytropic Exp.	1.378 Isentropic Exp. 1.337 Poly Head Factor 0.9992																				
RECIPROCATING SETTINGS																					
Number of Cylinders:	2 * Cylinder Type: Double-acting, Tail Rod Type																				
Bore:	7.875 in * Stroke: 6.500 in *																				
Piston Rod Diameter:	2.500 in * Const. Vol. Efficiency Loss: 5.15 % *																				
Default Fixed Clearance Vol.:	15.00 % * Zero Speed Flow Resistance: 0.0000 lb/hr/sqrt(psia-lb/#3) *																				
Typical Design Speed:	1200 rpm * Volumetric Efficiency: 68.93 %																				
Speed:	1000 rpm																				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">1 Crank</td> <td style="width: 25%;">1 Outer</td> <td style="width: 25%;">2 Crank</td> <td style="width: 25%;">2 Outer</td> </tr> <tr> <td>Fixed Clearance Vol. (#3)</td> <td>7.014e-002 *</td> <td>7.014e-002 *</td> <td>7.014e-002 *</td> </tr> <tr> <td>Variable Clearance Vol. (#3)</td> <td>5.000e-002 *</td> <td>5.000e-002 *</td> <td>5.000e-002 *</td> </tr> <tr> <td>Variable Volume Enabled</td> <td>On</td> <td>On</td> <td>On</td> </tr> <tr> <td>Cylinder is unloaded</td> <td>Off</td> <td>Off</td> <td>Off</td> </tr> </table>	1 Crank	1 Outer	2 Crank	2 Outer	Fixed Clearance Vol. (#3)	7.014e-002 *	7.014e-002 *	7.014e-002 *	Variable Clearance Vol. (#3)	5.000e-002 *	5.000e-002 *	5.000e-002 *	Variable Volume Enabled	On	On	On	Cylinder is unloaded	Off	Off	Off
1 Crank	1 Outer	2 Crank	2 Outer																		
Fixed Clearance Vol. (#3)	7.014e-002 *	7.014e-002 *	7.014e-002 *																		
Variable Clearance Vol. (#3)	5.000e-002 *	5.000e-002 *	5.000e-002 *																		
Variable Volume Enabled	On	On	On																		
Cylinder is unloaded	Off	Off	Off																		
RATING																					
Curves																					
Compressor Speed: 1000 rpm	Efficiency: Adiabatic Curves Enabled: Yes																				
Head Offset: 0.0000 m	Efficiency Offset: 0.00 %																				
Speed:																					
Flow	Head Efficiency (%)																				
Flow Limits																					
Surge Curve: Inactive																					
Speed	Flow																				
Stone Wall Curve: Inactive																					
Speed	Flow																				
Surge Flow Rate ---	Field Flow Rate 454.5 ACFM																				
Stone Wall Flow ---	Compressor Volume 0.0000 #3																				
Nozzle Parameters																					
Base Elevation Relative to Ground Level 2000 in *																					
Diameter (in)	To Suction-2 10.00 * To Cooler-2 10.00 *																				
Elevation (Base) (in)	2000 *																				
Elevation (Ground) (in)	4000 4000																				
Inertia																					


1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3606.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3			Date/Time: Wed Oct 26 23:15:10 2016	
4				
5				
6	Compressor: 3606-Efi_Real (continued)			
7				
8				
9	Rotational inertia (lb-ft ²)	142.4	Radius of gyration (in)	7.874
10	Mass (lb)	330.7	Friction loss factor (rad/min) (lb-R ² /s)	0.1424
11	WORKSHEET			
12	Conditions			
13				
14				
15	Name	To Suction-2	To Cooler-2	Potencia-2
16	Vapour	1.0000	1.0000	---
17	Temperature (F)	88.0000	160.8131	---
18	Pressure (psig)	703.0000	1101.0000	---
19	Molar Flow (MMSCFD)	33.9890	33.9890	---
20	Mass Flow (lb/hr)	71487.9398	71487.9398	---
21	Std Ideal Liq Vol Flow (barrel/day)	14774.3932	14774.3932	---
22	Molar Enthalpy (Btu/lbmole)	-3.599e+004	-3.549e+004	---
23	Molar Entropy (Btu/lbmole-F)	36.86	36.94	---
24	Heat Flow (Btu/hr)	-1.3431e+08	-1.3244e+08	1.8625e+06
25				
26	Properties			
27	Name	To Suction-2	To Cooler-2	
28	Molecular Weight	19.15	19.15	
29	Molar Density (lbmole/ft ³)	0.1369	0.1885	
30	Mass Density (lb/ft ³)	2.622	3.611	
31	Act. Volume Flow (barrel/day)	1.166e+005	8.462e+004	
32	Mass Enthalpy (Btu/lb)	-1879	-1853	
33	Mass Entropy (Btu/lb-F)	1.924	1.928	
34	Heat Capacity (Btu/lbmole-F)	11.27	12.00	
35	Mass Heat Capacity (Btu/lb-F)	0.5886	0.6267	
36	LHV Molar Basis (Std) (Btu/lbmole)	3.844e+005	3.844e+005	
37	LHV Mass Basis (Std) (Btu/lb)	2.007e+004	2.007e+004	
38	Phase Fraction [Vol. Basis]	1.000	1.000	
39	Phase Fraction [Mass Basis]	1.000	1.000	
40	Partial Pressure of CO ₂ (psig)	-0.9369	6.693	
41	Cost Based on Flow (Cost/s)	0.0000	0.0000	
42	Act. Gas Flow (ACFM)	454.5	329.9	
43	Avg. Liq. Density (lbmole/ft ³)	1.080	1.080	
44	Specific Heat (Btu/lbmole-F)	11.27	12.00	
45	Std. Gas Flow (Nm ³ /h)	3.794e+004	3.794e+004	
46	Std. Ideal Liq. Mass Density (lb/ft ³)	20.68	20.68	
47	Act. Liq. Flow (USGPM)	---	---	
48	Z Factor	0.8922	0.9033	
49	Watson K	18.38	18.38	
50	User Property	---	---	
51	Partial Pressure of H ₂ S (psig)	-14.70	-14.70	
52	Cp/(Cp - R)	1.214	1.198	
53	Cp/Cv	1.468	1.464	
54	Heat of Vap. (Btu/lbmole)	3295	2223	
55	Kinematic Viscosity (cSt)	0.3021	0.2508	
56	Liq. Mass Density (Std. Cond) (lb/ft ³)	5.072e-002	5.072e-002	
57	Liq. Vol. Flow (Std. Cond) (barrel/day)	6.025e+006	6.025e+006	
58	Liquid Fraction	0.0000	0.0000	
59	Molar Volume (ft ³ /lbmole)	7.306	5.304	
60	Mass Heat of Vap. (Btu/lb)	172.0	116.1	
61	Phase Fraction [Molar Basis]	1.0000	1.0000	
62	Surface Tension (dyne/cm)	---	---	
63	Thermal Conductivity (Btu/hr-ft-F)	2.104e-002	2.503e-002	
64	Viscosity (cP)	1.289e-002	1.451e-002	
65	Cv (Semi-Ideal) (Btu/lbmole-F)	9.288	10.02	
66	Mass Cv (Semi-Ideal) (Btu/lb-F)	0.4849	0.5231	
67	Aspen Technology, Inc.	Aspen HYSYS Version 9		Page 2 of 3


1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3606.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3			Date/Time: Wed Oct 26 23:15:10 2016	
4				
5				
6	Compressor: 3606-Efi_Real (continued)			
7				
8	Properties			
9				
10				
11	Name	To Suction-2	To Cooler-2	
12	Cv (Btu/lbmole-F)	7.681	8.203	
13	Mass Cv (Btu/lb-F)	0.4010	0.4282	
14	Cv (Ent. Method) (Btu/lbmole-F)	---	---	
15	Mass Cv (Ent. Method) (Btu/lb-F)	---	---	
16	Cp/Cv (Ent. Method)	---	---	
17	Reid VP at 37.8 C (psig)	---	---	
18	True VP at 37.8 C (psig)	---	---	
19	Liq. Vol. Flow - Sum(Std. Cond) (bbl/day)	6.025e+006	6.025e+006	
20	Viscosity Index	---	---	
21	HHV Molar Basis (Std) (Btu/lbmole)	4.219e+005	4.219e+005	
22	HHV Mass Basis (Std) (Btu/lb)	2.203e+004	2.203e+004	
23	CO2 Loading	---	---	
24	CO2 Apparent Mole Conc. (lbmole/ft3)	---	---	
25	CO2 Apparent Wt. Conc. (lbmol/lb)	---	---	
26	Phase Fraction [Act. Vol. Basis]	1.000	1.000	
27	Mass Exergy (Btu/lb)	209.9	233.8	
28	PERFORMANCE			
29				
30	Results			
31				
32	Adiabatic Head (in)	2.206e+005	Power Consumed (hp)	732.0
33	Polytropic Head (in)	2.217e+005	Polytropic Head Factor	0.9992
34	Adiabatic Fluid Head (lb-ft/lbm)	1.838e+004	Polytropic Exponent	1.378
35	Polytropic Fluid Head (lb-ft/lbm)	1.847e+004	Isentropic Exponent	1.337
36	Adiabatic Efficiency	91	Speed (rpm)	1000
37	Polytropic Efficiency	91		---
38	Power/Torque			
39				
40	Total Rotor Power (hp)	732.0	Total Rotor Torque (lb-ft)	3843
41	Transient Rotor Power (hp)	0.0000	Transient Rotor Torque (lb-ft)	0.0000
42	Friction Power Loss (hp)	0.0000	Friction Torque Loss (lb-ft)	0.0000
43	Fluid Power (hp)	732.0	Fluid Torque (lb-ft)	3843
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9	


1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3606.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3			Date/Time: Wed Oct 26 23:15:10 2016	
4				
5				
6	Compressor: 3606-Efi_Real (continued)			
7				
8	Properties			
9				
10				
11	Name	To Suction-2	To Cooler-2	
12	Cv (Btu/lbmole-F)	7.681	8.203	
13	Mass Cv (Btu/lb-F)	0.4010	0.4282	
14	Cv (Ent. Method) (Btu/lbmole-F)	---	---	
15	Mass Cv (Ent. Method) (Btu/lb-F)	---	---	
16	Cp/Cv (Ent. Method)	---	---	
17	Reid VP at 37.8 C (psig)	---	---	
18	True VP at 37.8 C (psig)	---	---	
19	Liq. Vol. Flow - Sum(Std. Cond) (bbl/day)	6.025e+006	6.025e+006	
20	Viscosity Index	---	---	
21	HHV Molar Basis (Std) (Btu/lbmole)	4.219e+005	4.219e+005	
22	HHV Mass Basis (Std) (Btu/lb)	2.203e+004	2.203e+004	
23	CO2 Loading	---	---	
24	CO2 Apparent Mole Conc. (lbmole/ft3)	---	---	
25	CO2 Apparent Wt. Conc. (lbmol/lb)	---	---	
26	Phase Fraction [Act. Vol. Basis]	1.000	1.000	
27	Mass Exergy (Btu/lb)	209.9	233.8	
28	PERFORMANCE			
29				
30	Results			
31				
32	Adiabatic Head (in)	2.206e+005	Power Consumed (hp)	732.0
33	Polytropic Head (in)	2.217e+005	Polytropic Head Factor	0.9992
34	Adiabatic Fluid Head (lb-ft/lbm)	1.838e+004	Polytropic Exponent	1.378
35	Polytropic Fluid Head (lb-ft/lbm)	1.847e+004	Isentropic Exponent	1.337
36	Adiabatic Efficiency	91	Speed (rpm)	1000
37	Polytropic Efficiency	91		---
38	Power/Torque			
39				
40	Total Rotor Power (hp)	732.0	Total Rotor Torque (lb-ft)	3843
41	Transient Rotor Power (hp)	0.0000	Transient Rotor Torque (lb-ft)	0.0000
42	Friction Power Loss (hp)	0.0000	Friction Torque Loss (lb-ft)	0.0000
43	Fluid Power (hp)	732.0	Fluid Torque (lb-ft)	3843
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9	


1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3608-2.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3			Date/Time: Wed Oct 26 23:02:52 2016	
4				
5				
6	Compressor: 3608-2_Efi_Real			
7				
8	Connections			
9				
10	Inlet Stream			
11				
12	STREAM NAME		FROM UNIT OPERATION	
13	To Suction-2	Valve	ESDV-Suction-2	
14				
15	Outlet Stream			
16				
17	STREAM NAME		TO UNIT OPERATION	
18	To Cooler-2	Cooler	E-102-2	
19				
20	Energy Stream			
21	STREAM NAME		FROM UNIT OPERATION	
22	Potencia-2			
23				
24	Parameters			
25	Speed:	750.3 rpm	Duty:	1.0710e+03 hp *
26	Adiabatic Eff.:	87.90	PolyTropic Eff.:	88.48
27	Adiabatic Head:	2.206e+005 in	Polytropic Head:	2.220e+005 in
28	Adiabatic Fluid Head:	1.838e+004 lbf-ft/lbm	Polytropic Fluid Head:	1.850e+004 lbf-ft/lbm
29	Polytropic Exp.	1.392	Isentropic Exp.	1.337
30			Poly Head Factor	0.9992
31	RECIPROCATING SETTINGS			
32	Number of Cylinders:	2 *	Cylinder Type:	Double-acting, Tail Rod Type
33	Bore:	9.875 in *	Stroke:	6.500 in *
34	Piston Rod Diameter:	2.500 in *	Const. Vol. Efficiency Loss:	3.98 % *
35	Default Fixed Clearance Vol.:	15.00 % *	Zero Speed Flow Resistance:	0.0000 lb/hr/sqrt(psia-lb/ft3) *
36	Typical Design Speed:	1200 rpm *	Volumetric Efficiency:	79.86 %
37	Speed:	750.3 rpm		
38		1 Crank	1 Outer	2 Crank
39	Fixed Clearance Vol. (ft3)	7.014e-002 *	7.014e-002 *	7.014e-002 *
40	Variable Clearance Vol. (ft3)	5.000e-002 *	5.000e-002 *	5.000e-002 *
41	Variable Volume Enabled	On	On	On
42	Cylinder is unloaded	Off	Off	Off
43				
44	RATING			
45				
46	Curves			
47	Compressor Speed: 750.3 rpm	Efficiency: Adiabatic	Curves Enabled:	Yes
48	Head Offset:	0.0000 m	Efficiency Offset:	0.00 %
49	Speed:			
50	Flow	Head	Efficiency (%)	
51				
52	Flow Limits			
53	Surge Curve: Inactive			
54	Speed	Flow	Speed	Flow
55	Stone Wall Curve: Inactive			
56	Speed	Flow	Speed	Flow
57	Surge Flow Rate ---	Field Flow Rate	844.7 ACFM	Stone Wall Flow ---
58	Compressor Volume 0.0000 ft3			
59	Nozzle Parameters			
60	Base Elevation Relative to Ground Level		2000 in *	
61			To Suction-2	To Cooler-2
62	Diameter (in)		10.00 *	10.00 *
63	Elevation (Base) (in)		2000 *	2000 *
64	Elevation (Ground) (in)		4000	4000
65				
66	Inertia			
67	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9	


1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3608-1.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3			Date/Time: Wed Oct 26 22:46:00 2016	
4				
5	Compressor: 3608-1_Efi_Real (continued)			
6				
7				
8				
9	Diameter (in)	10.00	10.00	
10	Elevation (Base) (in)	2000	2000	
11	Elevation (Ground) (in)	4000	4000	
12	Inertia			
13				
14	Rotational inertia (lb-ft ²)	142.4	Radius of gyration (in)	7.874
15	Mass (lb)	330.7	Friction loss factor (rad/min) (lb-R ² /s)	0.1424
16	WORKSHEET			
17				
18	Conditions			
19				
20	Name	To Suction-2	To Cooler-2	Potencia-2
21	Vapour	1.0000	1.0000	---
22	Temperature (F)	88.0000	162.7099	---
23	Pressure (psig)	703.0000	1101.0000	---
24	Molar Flow (MMSCFD)	49.6920	49.6920	---
25	Mass Flow (lb/hr)	104515.5405	104515.5405	---
26	Std Ideal Liq Vol Flow (barrel/day)	21800.1985	21800.1985	---
27	Molar Enthalpy (Btu/lbmole)	-3.599e+004	-3.546e+004	---
28	Molar Entropy (Btu/lbmole-F)	38.86	36.98	---
29	Heat Flow (Btu/hr)	-1.9638e+08	-1.9351e+08	2.8472e+06
30	Properties			
31				
32	Name	To Suction-2	To Cooler-2	
33	Molecular Weight	19.15	19.15	
34	Molar Density (lbmole/ft ³)	0.1389	0.1877	
35	Mass Density (lb/ft ³)	2.622	3.595	
36	Act. Volume Flow (barrel/day)	1.704e+005	1.243e+005	
37	Mass Enthalpy (Btu/lb)	-1879	-1851	
38	Mass Entropy (Btu/lb-F)	1.924	1.930	
39	Heat Capacity (Btu/lbmole-F)	11.27	12.00	
40	Mass Heat Capacity (Btu/lb-F)	0.5886	0.6263	
41	LHV Molar Basis (Std) (Btu/lbmole)	3.844e+005	3.844e+005	
42	LHV Mass Basis (Std) (Btu/lb)	2.007e+004	2.007e+004	
43	Phase Fraction [Vol. Basis]	1.000	1.000	
44	Phase Fraction [Mass Basis]	1.000	1.000	
45	Partial Pressure of CO ₂ (psig)	-0.9389	0.693	
46	Cost Based on Flow (Cost/s)	0.0000	0.0000	
47	Act. Gas Flow (ACFM)	684.4	484.6	
48	Avg. Liq. Density (lbmole/ft ³)	1.080	1.080	
49	Specific Heat (Btu/lbmole-F)	11.27	12.00	
50	Std. Gas Flow (Nm ³ /h)	5.547e+004	5.547e+004	
51	Std. Ideal Liq. Mass Density (lb/ft ³)	20.68	20.68	
52	Act. Liq. Flow (USGPM)	---	---	
53	Z Factor	0.8922	0.9047	
54	Watson K	18.38	18.38	
55	User Property	---	---	
56	Partial Pressure of H ₂ S (psig)	-14.70	-14.70	
57	Cp/(Cp - R)	1.214	1.198	
58	Cp/Cv	1.468	1.460	
59	Heat of Vap. (Btu/lbmole)	3295	2223	
60	Kinematic Viscosity (cSt)	0.3021	0.2524	
61	Liq. Mass Density (Std. Cond) (lb/ft ³)	5.072e-002	5.072e-002	
62	Liq. Vol. Flow (Std. Cond) (barrel/day)	8.809e+006	8.809e+006	
63	Liquid Fraction	0.0000	0.0000	
64	Molar Volume (ft ³ /lbmole)	7.306	5.329	
65	Mass Heat of Vap. (Btu/lb)	172.0	116.1	
66	Phase Fraction [Molar Basis]	1.0000	1.0000	
67	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9	

1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3608-2.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3			Date/Time: Wed Oct 26 23:02:52 2016	
4				
5				
6	Compressor: 3608-2_Efi_Real (continued)			
7				
8				
9	Rotational inertia (lb-ft ²)	142.4	Radius of gyration (in)	7.874
10	Mass (lb)	330.7	Friction loss factor (rad/min) (lb-ft ² /s)	0.1424
11	WORKSHEET			
12				
13	Conditions			
14				
15	Name	To Suction-2	To Cooler-2	Potencia-2
16	Vapour	1.0000	1.0000	---
17	Temperature (F)	88.0000	152.1195	---
18	Pressure (psig)	703.0000	1101.0000	---
19	Molar Flow (MMSCFD)	48.2150	48.2150	---
20	Mass Flow (lb/hr)	101409.0152	101409.0152	---
21	Std Ideal Liq Vol Flow (barrel/day)	20958.1738	20958.1738	---
22	Molar Enthalpy (Btu/lbmole)	-3.599e+004	-3.547e+004	---
23	Molar Entropy (Btu/lbmole-F)	38.86	36.98	---
24	Heat Flow (Btu/hr)	-1.9052e+08	-1.8779e+08	2.7251e+08
25	Properties			
26				
27	Name	To Suction-2	To Cooler-2	
28	Molecular Weight	19.15	19.15	
29	Molar Density (lbmole/ft ³)	0.1389	0.1879	
30	Mass Density (lb/ft ³)	2.622	3.600	
31	Act. Volume Flow (barrel/day)	1.653e+005	1.204e+005	
32	Mass Enthalpy (Btu/lb)	-1879	-1852	
33	Mass Entropy (Btu/lb-F)	1.924	1.930	
34	Heat Capacity (Btu/lbmole-F)	11.27	12.00	
35	Mass Heat Capacity (Btu/lb-F)	0.5886	0.6284	
36	LHV Molar Basis (Std) (Btu/lbmole)	3.844e+005	3.844e+005	
37	LHV Mass Basis (Std) (Btu/lb)	2.007e+004	2.007e+004	
38	Phase Fraction [Vol. Basis]	1.000	1.000	
39	Phase Fraction [Mass Basis]	1.000	1.000	
40	Partial Pressure of CO2 (psig)	-0.9369	6.693	
41	Cost Based on Flow (Cost/s)	0.0000	0.0000	
42	Act. Gas Flow (ACFM)	644.7	469.5	
43	Avg. Liq. Density (lbmole/ft ³)	1.080	1.080	
44	Specific Heat (Btu/lbmole-F)	11.27	12.00	
45	Std. Gas Flow (Nm ³ /h)	5.383e+004	5.383e+004	
46	Std. Ideal Liq. Mass Density (lb/ft ³)	20.68	20.68	
47	Act. Liq. Flow (USGPM)	---	---	
48	Z Factor	0.8922	0.9042	
49	Watson K	18.38	18.38	
50	User Property	---	---	
51	Partial Pressure of H2S (psig)	-14.70	-14.70	
52	Cp/(Cp - R)	1.214	1.198	
53	Cp/Cv	1.488	1.481	
54	Heat of Vap. (Btu/lbmole)	3295	2223	
55	Kinematic Viscosity (cSt)	0.3021	0.2519	
56	Liq. Mass Density (Std. Cond) (lb/ft ³)	5.072e-002	5.072e-002	
57	Liq. Vol. Flow (Std. Cond) (barrel/day)	8.547e+006	8.547e+006	
58	Liquid Fraction	0.0000	0.0000	
59	Molar Volume (ft ³ /lbmole)	7.306	5.321	
60	Mass Heat of Vap. (Btu/lb)	172.0	116.1	
61	Phase Fraction [Molar Basis]	1.0000	1.0000	
62	Surface Tension (dyne/cm)	---	---	
63	Thermal Conductivity (Btu/hr-ft-F)	2.104e-002	2.508e-002	
64	Viscosity (cP)	1.289e-002	1.453e-002	
65	Cv (Semi-Ideal) (Btu/lbmole-F)	9.288	10.01	
66	Mass Cv (Semi-Ideal) (Btu/lb-F)	0.4849	0.5228	
67	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9	

1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3608-2.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3			Date/Time: Wed Oct 26 23:02:52 2016	
4				
5				
6	Compressor: 3608-2_Efi_Real (continued)			
7				
8				
9	Properties			
10				
11	Name	To Suction-2	To Cooler-2	
12	Cv (Btu/lbmole-F)	7.681	8.211	
13	Mass Cv (Btu/lb-F)	0.4010	0.4287	
14	Cv (Ent. Method) (Btu/lbmole-F)	---	---	
15	Mass Cv (Ent. Method) (Btu/lb-F)	---	---	
16	Cp/Cv (Ent. Method)	---	---	
17	Reid VP at 37.8 C (psig)	---	---	
18	True VP at 37.8 C (psig)	---	---	
19	Liq. Vol. Flow - Sum(Std. Cond) (bbl/day)	8.547e+006	8.547e+006	
20	Viscosity Index	---	---	
21	HHV Molar Basis (Std) (Btu/lbmole)	4.219e+005	4.219e+005	
22	HHV Mass Basis (Std) (Btu/lb)	2.203e+004	2.203e+004	
23	CO2 Loading	---	---	
24	CO2 Apparent Mole Conc. (lbmole/ft3)	---	---	
25	CO2 Apparent Wt. Conc. (lbmol/lb)	---	---	
26	Phase Fraction [Act. Vol. Basis]	1.000	1.000	
27	Mass Exergy (Btu/lb)	209.9	233.9	
28				
29	PERFORMANCE			
30				
31	Results			
32	Adiabatic Head (in)	2.206e+005	Power Consumed (hp)	1071
33	Polytropic Head (in)	2.220e+005	Polytropic Head Factor	0.9992
34	Adiabatic Fluid Head (lb-ft/lbm)	1.838e+004	Polytropic Exponent	1.392
35	Polytropic Fluid Head (lb-ft/lbm)	1.850e+004	Isentropic Exponent	1.337
36	Adiabatic Efficiency	88	Speed (rpm)	750.3
37	Polytropic Efficiency	88		---
38				
39	Power/Torque			
40	Total Rotor Power (hp)	1071	Total Rotor Torque (lb-ft)	7497
41	Transient Rotor Power (hp)	0.0000	Transient Rotor Torque (lb-ft)	0.0000
42	Friction Power Loss (hp)	0.0000	Friction Torque Loss (lb-ft)	0.0000
43	Fluid Power (hp)	1071	Fluid Torque (lb-ft)	7497
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9	

1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3612.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3			Date/Time: Tue Oct 25 19:18:17 2016	
4				
5				
6	Compressor: 3612_Efi_Real			
7				
8	Connections			
9				
10	Inlet Stream			
11				
12	STREAM NAME		FROM UNIT OPERATION	
13	To Suction-2	Valve	ESDV-Suction-2	
14				
15	Outlet Stream			
16				
17	STREAM NAME		TO UNIT OPERATION	
18	To Cooler-2	Cooler	E-102-2	
19				
20	Energy Stream			
21	STREAM NAME		FROM UNIT OPERATION	
22	Potencia-2			
23				
24	Parameters			
25	Speed:	749.9 rpm	Duty:	1.5190e+03 hp *
26	Adiabatic Eff.:	88.91	PolyTropic Eff.:	87.53
27	Adiabatic Head:	2.203e+005 in	Polytropic Head:	2.219e+005 in
28	Adiabatic Fluid Head:	1.838e+004 lbf-ft/lbm	Polytropic Fluid Head:	1.849e+004 lbf-ft/lbm
29	Polytropic Exp.	1.397	Isentropic Exp.	1.337
30			Poly Head Factor	0.9992
31	RECIPROCATING SETTINGS			
32	Number of Cylinders:	4 *	Cylinder Type:	Double-acting, Tail Rod Type
33	Bore:	9.875 in *	Stroke:	6.500 in *
34	Piston Rod Diameter:	2.500 in *	Const. Vol. Efficiency Loss:	4.00 %
35	Default Fixed Clearance Vol.:	15.00 %	Zero Speed Flow Resistance:	0.0000 lb/hr/sqrt(psia-lb/ft3)
36	Typical Design Speed:	1000 rpm *	Volumetric Efficiency:	55.92 %
37	Speed:	749.9 rpm		
38		1 Crank	1 Outer	2 Crank
39	Fixed Clearance Vol. (ft3)	4.044e-002	4.044e-002	4.044e-002
40	Variable Clearance Vol. (ft3)	0.2725 *	0.2725 *	0.2725 *
41	Variable Volume Enabled	On	On	On
42	Cylinder is unloaded	Off	Off	Off
43		3 Crank	3 Outer	4 Crank
44	Fixed Clearance Vol. (ft3)	4.044e-002	4.044e-002	4.044e-002
45	Variable Clearance Vol. (ft3)	0.2725 *	0.2735 *	0.2735 *
46	Variable Volume Enabled	On	On	On
47	Cylinder is unloaded	Off	Off	Off
48				
49	RATING			
50				
51	Curves			
52	Compressor Speed: 749.9 rpm	Efficiency: Adiabatic	Curves Enabled:	Yes
53	Head Offset:	0.0000 m	Efficiency Offset:	0.00 %
54	Speed:			
55	Flow	Head	Efficiency (%)	
56				
57	Flow Limits			
58	Surge Curve: Inactive			
59	Speed	Flow	Speed	Flow
60	Stone Wall Curve: Inactive			
61	Speed	Flow	Speed	Flow
62	Surge Flow Rate	---	Field Flow Rate	904.5 ACFM
63			Stone Wall Flow	---
64			Compressor Volume	0.0000 ft3
65	Nozzle Parameters			
66	Base Elevation Relative to Ground Level	0.0000 in *		
67	To Suction-2		To Cooler-2	

1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3612.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3			Date/Time: Tue Oct 25 19:18:17 2016	
4				
5	Compressor: 3612_Efi_Real (continued)			
6				
7				
8				
9	Diameter (in)	10.00 *	12.00 *	
10	Elevation (Base) (in)	0.0000	0.0000	
11	Elevation (Ground) (in)	0.0000	0.0000	
12	Inertia			
13				
14	Rotational inertia (lb-ft2)	142.4	Radius of gyration (in)	7.874
15	Mass (lb)	330.7	Friction loss factor (rad/min) (lb-R2/s)	0.1424
16	WORKSHEET			
17				
18	Conditions			
19				
20	Name	To Suction-2	To Cooler-2	Potencia-2
21	Vapour	1.0000	1.0000	---
22	Temperature (F)	88.0000	162.5497	---
23	Pressure (psig)	703.3000	1101.0000 *	---
24	Molar Flow (MMSCFD)	67.6780	67.6780	---
25	Mass Flow (lb/hr)	142344.8996	142344.8996	---
26	Std Ideal Liq Vol Flow (barrel/day)	29418.3820	29418.3820	---
27	Molar Enthalpy (Btu/lbmole)	-3.599e+004	-3.547e+004	---
28	Molar Entropy (Btu/lbmole-F)	38.86	36.97	---
29	Heat Flow (Btu/hr)	-2.6743e+08	-2.6356e+08	3.8650e+06 *
30	Properties			
31				
32	Name	To Suction-2	To Cooler-2	
33	Molecular Weight	19.15	19.15	
34	Molar Density (lbmole/ft3)	0.1389	0.1877	
35	Mass Density (lb/ft3)	2.623	3.596	
36	Act. Volume Flow (barrel/day)	2.320e+005	1.692e+005	
37	Mass Enthalpy (Btu/lb)	-1879	-1852	
38	Mass Entropy (Btu/lb-F)	1.924	1.930	
39	Heat Capacity (Btu/lbmole-F)	11.27	12.00	
40	Mass Heat Capacity (Btu/lb-F)	0.5886	0.6263	
41	LHV Molar Basis (Std) (Btu/lbmole)	3.844e+005	3.844e+005	
42	LHV Mass Basis (Std) (Btu/lb)	2.007e+004	2.007e+004	
43	Phase Fraction [Vol. Basis]	1.000	1.000	
44	Phase Fraction [Mass Basis]	1.000	1.000	
45	Partial Pressure of CO2 (psig)	-0.9312	0.693	
46	Cost Based on Flow (Cost/s)	0.0000	0.0000	
47	Act. Gas Flow (ACFM)	904.5	659.7	
48	Avg. Liq. Density (lbmole/ft3)	1.080	1.080	
49	Specific Heat (Btu/lbmole-F)	11.27	12.00	
50	Std. Gas Flow (Nm3/h)	7.555e+004	7.555e+004	
51	Std. Ideal Liq. Mass Density (lb/ft3)	20.68	20.68	
52	Act. Liq. Flow (USGPM)	---	---	
53	Z Factor	0.8921	0.9046	
54	Watson K	18.38	18.38	
55	User Property	---	---	
56	Partial Pressure of H2S (psig)	-14.70	-14.70	
57	Cp/(Cp - R)	1.214	1.198	
58	Cp/Cv	1.468	1.460	
59	Heat of Vap. (Btu/lbmole)	3294	2223	
60	Kinematic Viscosity (cSt)	0.3020	0.2523	
61	Liq. Mass Density (Std. Cond) (lb/ft3)	5.072e-002	5.072e-002	
62	Liq. Vol. Flow (Std. Cond) (barrel/day)	1.200e+007	1.200e+007	
63	Liquid Fraction	0.0000	0.0000	
64	Molar Volume (ft3/lbmole)	7.303	5.327	
65	Mass Heat of Vap. (Btu/lb)	172.0	116.1	
66	Phase Fraction [Molar Basis]	1.0000	1.0000	
67	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9	

1	 TGI SA ESP		Case Name: paquete 3612.hsc	
2			Unit Set: Field1a	
3			Date/Time: Tue Oct 25 19:18:17 2016	
4				
5				
6	Compressor: 3612_Efi_Real (continued)			
7				
8	Properties			
9				
10				
11	Name	To Suction-2	To Cooler-2	
12	Surface Tension (dyne/cm)	---	---	
13	Thermal Conductivity (Btu/hr-ft-F)	2.105e-002	2.510e-002	
14	Viscosity (cP)	1.269e-002	1.453e-002	
15	Cv (Semi-Ideal) (Btu/lbmole-F)	9.289	10.01	
16	Mass Cv (Semi-Ideal) (Btu/lb-F)	0.4850	0.5227	
17	Cv (Btu/lbmole-F)	7.881	8.214	
18	Mass Cv (Btu/lb-F)	0.4010	0.4288	
19	Cv (Ent. Method) (Btu/lbmole-F)	---	---	
20	Mass Cv (Ent. Method) (Btu/lb-F)	---	---	
21	Cp/Cv (Ent. Method)	---	---	
22	Reid VP at 37.8 C (psig)	---	---	
23	True VP at 37.8 C (psig)	---	---	
24	Liq. Vol. Flow - Sum(Std. Cond) (rel/day)	1.200e+007	1.200e+007	
25	Viscosity Index	---	---	
26	HHV Molar Basis (Std) (Btu/lbmole)	4.219e+005	4.219e+005	
27	HHV Mass Basis (Std) (Btu/lb)	2.203e+004	2.203e+004	
28	CO2 Loading	---	---	
29	CO2 Apparent Mole Conc. (lbmole/ft3)	---	---	
30	CO2 Apparent Wt. Conc. (lbmol/lb)	---	---	
31	Phase Fraction [Act. Vol. Basis]	1.000	1.000	
32	Mass Exergy (Btu/lb)	209.9	233.9	
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9	

ANEXO C. Reporte de resultados compresor genérico en software pipelinestudio.

Página 1 de 7

3606GENERIC0

Default Initial Values Selected

Pressure	902.150
Flow	33.990
Temperature	88.000
% C1	83.200
% C2	9.850
% C3	3.470
% IC4	0.470
% NC4	0.520
% IC5	0.090
% NC5	0.060
% C6	0.030
% CO2	1.740
% N2	0.570

Problem Size Report

Nodes	3
Pipes	0
Supplies	1
Deliveries	1
Energy Deliveries	0
Fuel Deliveries	0
Leak Deliveries	0
Fixed Volume Storages	0
Reservoirs	0
Block Valves	0
Check Valves	0
Centrifugal Compressors	0
Generic Compressors	1

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3606/Pipeline/3606Generico/3... 29/10/2016

Reciprocating Compressors	0
Regulators	0
Resistances	0
Relief Valves	0
Heaters	0
Coolers	1
Stations	0
Banks	0
Centrifugal Bank Compressors	0
Generic Bank Compressors	0
Reciprocating Bank Compressors	0
Generic Drivers	0
Turbine Drivers	0
Centrifugal Performance Types	0
Reciprocating Performance Types	1
Generic Driver Performance Types	0
Turbine Driver Performance Types	0
Cylinder Types	1
Simple Fluids	0
Compositional Fluids	4

Steady State Convergence Report

Iteration Number	Tolerance Requested	Greatest Hydraulic Adjustment	Greatest Temperature Adjustment	Greatest Composition Adjustment	Associated Device
0	0.0001000	0.2769514	0.0000000	0.0000000	Node Node0134
1	0.0001000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	TNode Node0077
2	0.0001000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	Hyd OK

3606GENERIC0 : 0.000 hours

Reference Conditions Report

Reference Pressure	0.00 psig
Reference Temperature	60.00 Deg F

Network Flow Balance Report : 0.000 hours

Network Flow Balance		
	Mass Units	Volumetric Units
	M lb/h	MMSCFD
Total Input Flow	72.681	33.990
Total Output Flow	72.681	33.990
Network Flow Balance	0.000	0.000

Node Mass Balance Report : 0.000 hours

Node Mass Balance - Threshold = 0.000864	
Node Name	Mass Balance Error
	MMSCFD
No Mass Balance Errors Above Threshold	

Pipe Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3606/Pipeline/3606Generico/3... 29/10/2016

Compressor Hydraulic Detailed Report : 0.000 hours

Compressor Name:	Compresor Genérico 3606	Upstream Node:	Node0134
Equipment Type:	Generic Compressor	Downstream Node:	Node0077

Mode	MaximumDownstreamPressure
Upside pressure	703.30 psig
Downside pressure	1101.00 psig
Standard flow	33.99 MMSCFD
Actual flow	451.62 ft3/mn
Accumulated volume	0.00 MMSCF
Temperature at upstream node	88.00 Deg F
Compressed fluid temperature	148.69 Deg F
Temperature at downstream node	148.69 Deg F
Specific gravity	0.6724
Heating value	1032.6936 BTU/cf
Density at upstream node	2.6822 lb/ft3
Compressed fluid density	3.7108 lb/ft3
Density at downstream node	3.7108 lb/ft3
Upside specific heat ratio	1.2524
Downside specific heat ratio	1.2392
Compressibility factor at upstream node	0.8870
Compressed fluid compressibility factor	0.8969
Compressibility factor at downstream node	0.8969
Head	17849.87 ft-lbf/lbm

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3606/Pipeline/3606Generico/3... 29/10/2016

Adiabatic efficiency	82.00 percent
Power required	974.46 HP
Power available	974.46 HP
Hydraulic power required	655.22 HP
Fuel usage rate	0.00 MMSCFD
Total fuel used	0.00 MMSCF
Mechanical efficiency	82.00 percent
Auxiliary load	0.00 HP
Maximum downstream pressure setpoint	1101.00 psig
Ambient Temperature	60.00 Deg F

Compressor Quality Detailed Report : 0.000 hours

Compressor Name:	Compresor Genérico 3606	Upstream Node:	Node0134
		Downstream Node:	Node0077

Specific Gravity	0.6724
Heating Value	1032.6936 BTU/cf
Wobbe Index	0.0000 BTU/cf
C1	83.20 percent
C2	9.85 percent
C3	3.47 percent
IC4	0.47 percent
NC4	0.52 percent
IC5	0.09 percent
NC5	0.06 percent
C6	0.03 percent
CO2	1.74 percent
N2	0.57 percent

Fuel Delivery Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Station Hydraulic Detailed Report : 0.000 hours

Station Quality Summary Report : 0.000 hours

Pressure/Flow Violation Reports : 0.000 hours

Xreg Pressure/Flow Violation					
Xreg Name	Node Name	Pressure	Flow	Mode	Violation Status
		psig	MMSCFD		
ALL XREGS FALL WITHIN PRESSURE BOUNDS					

Equipment Pressure/Flow Violation						

Equipment Name	Up Node Name	Down Node Name	Up Pressure	Down Pressure	Flow	Mode	Violation Status
			psig	psig	MMSCFD		
ALL EQUIPMENTS FALL WITHIN PRESSURE BOUNDS							

Setpoint/Constraint Violation Reports : 0.000 hours

Xreg Setpoint/Constraint Violation				
Xreg Name	Mode	Setpoint Value	Computed Value	Mode Lock Status
ALL XREGS COMPLY WITH MONITORED CONSTRAINTS				

Equipment Setpoint/Constraint Violation				
Equipment Name	Mode	Setpoint Value	Computed Value	Mode Lock Status
ALL EQUIPMENTS COMPLY WITH MONITORED CONSTRAINTS				

Device Locked Modes		
Type	Name	Mode
NO MODE LOCKS ARE PRESENT ON ANY DEVICE		

3608_1_GENERICO

Default Initial Values Selected

Pressure	902.150
Flow	49.690
Temperature	88.000
% C1	83.200
% C2	9.850
% C3	3.470
% IC4	0.470
% NC4	0.520
% IC5	0.090
% NC5	0.060
% C6	0.030
% CO2	1.740
% N2	0.570

Problem Size Report

Nodes	3
Pipes	0
Supplies	1
Deliveries	1
Energy Deliveries	0
Fuel Deliveries	0
Leak Deliveries	0
Fixed Volume Storages	0
Reservoirs	0
Block Valves	0
Check Valves	0
Centrifugal Compressors	0
Generic Compressors	1

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3608-1/Pipeline/3608Generico... 29/10/2016

Reciprocating Compressors	0
Regulators	0
Resistances	0
Relief Valves	0
Heaters	0
Coolers	1
Stations	0
Banks	0
Centrifugal Bank Compressors	0
Generic Bank Compressors	0
Reciprocating Bank Compressors	0
Generic Drivers	0
Turbine Drivers	0
Centrifugal Performance Types	0
Reciprocating Performance Types	1
Generic Driver Performance Types	0
Turbine Driver Performance Types	0
Cylinder Types	1
Simple Fluids	0
Compositional Fluids	4

Steady State Convergence Report

Iteration Number	Tolerance Requested	Greatest Hydraulic Adjustment	Greatest Temperature Adjustment	Greatest Composition Adjustment	Associated Device
0	0.0001000	0.2769514	0.0000000	0.0000000	Node Node0134
1	0.0001000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	TNode Node0077
2	0.0001000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	Hyd OK

3608_1_GENERICO : 0.000 hours

Reference Conditions Report

Reference Pressure	0.00 psig
Reference Temperature	60.00 Deg F

Network Flow Balance Report : 0.000 hours

Network Flow Balance		
	Mass Units	Volumetric Units
	M lb/h	MMSCFD
Total Input Flow	106.252	49.690
Total Output Flow	106.252	49.690
Network Flow Balance	0.000	0.000

Node Mass Balance Report : 0.000 hours

Node Mass Balance - Threshold = 0.000864	
Node Name	Mass Balance Error
	MMSCFD
No Mass Balance Errors Above Threshold	

Pipe Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3608-1/Pipeline/3608Generico... 29/10/2016

Compressor Hydraulic Detailed Report : 0.000 hours

Compressor Name:	Compresor Genérico 3612	Upstream Node:	Node0134
Equipment Type:	Generic Compressor	Downstream Node:	Node0077

Mode	MaximumDownstreamPressure
Upside pressure	703.30 psig
Downside pressure	1101.00 psig
Standard flow	49.69 MMSCFD
Actual flow	660.22 ft3/mn
Accumulated volume	0.00 MMSCF
Temperature at upstream node	88.00 Deg F
Compressed fluid temperature	148.69 Deg F
Temperature at downstream node	148.69 Deg F
Specific gravity	0.6724
Heating value	1032.6936 BTU/cf
Density at upstream node	2.6822 lb/ft3
Compressed fluid density	3.7108 lb/ft3
Density at downstream node	3.7108 lb/ft3
Upside specific heat ratio	1.2524
Downside specific heat ratio	1.2392
Compressibility factor at upstream node	0.8870
Compressed fluid compressibility factor	0.8969
Compressibility factor at downstream node	0.8969
Head	17849.87 ft-lbf/lbm

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3608-1/Pipeline/3608Generico... 29/10/2016

Adiabatic efficiency	82.00 percent
Power required	1424.56 HP
Power available	1424.56 HP
Hydraulic power required	957.87 HP
Fuel usage rate	0.00 MMSCFD
Total fuel used	0.00 MMSCF
Mechanical efficiency	82.00 percent
Auxiliary load	0.00 HP
Maximum downstream pressure setpoint	1101.00 psig
Ambient Temperature	60.00 Deg F

Compressor Quality Detailed Report : 0.000 hours

Compressor Name:	Compresor Genérico 3612	Upstream Node:	Node0134
		Downstream Node:	Node0077

Specific Gravity	0.6724
Heating Value	1032.6936 BTU/cf
Wobbe Index	0.0000 BTU/cf
C1	83.20 percent
C2	9.85 percent
C3	3.47 percent
IC4	0.47 percent
NC4	0.52 percent
IC5	0.09 percent
NC5	0.06 percent
C6	0.03 percent
CO2	1.74 percent
N2	0.57 percent

Fuel Delivery Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Station Hydraulic Detailed Report : 0.000 hours

Station Quality Summary Report : 0.000 hours

Pressure/Flow Violation Reports : 0.000 hours

Xreg Pressure/Flow Violation					
Xreg Name	Node Name	Pressure	Flow	Mode	Violation Status
		psig	MMSCFD		
ALL XREGS FALL WITHIN PRESSURE BOUNDS					

Equipment Pressure/Flow Violation						

Equipment Name	Up Node Name	Down Node Name	Up Pressure	Down Pressure	Flow	Mode	Violation Status
			psig	psig	MMSCFD		
ALL EQUIPMENTS FALL WITHIN PRESSURE BOUNDS							

Setpoint/Constraint Violation Reports : 0.000 hours

Xreg Setpoint/Constraint Violation				
Xreg Name	Mode	Setpoint Value	Computed Value	Mode Lock Status
ALL XREGS COMPLY WITH MONITORED CONSTRAINTS				

Equipment Setpoint/Constraint Violation				
Equipment Name	Mode	Setpoint Value	Computed Value	Mode Lock Status
ALL EQUIPMENTS COMPLY WITH MONITORED CONSTRAINTS				

Device Locked Modes		
Type	Name	Mode
NO MODE LOCKS ARE PRESENT ON ANY DEVICE		

3608_2_GENERICO

Default Initial Values Selected

Pressure	902.150
Flow	48.220
Temperature	88.000
% C1	83.200
% C2	9.850
% C3	3.470
% IC4	0.470
% NC4	0.520
% IC5	0.090
% NC5	0.060
% C6	0.030
% CO2	1.740
% N2	0.570

Problem Size Report

Nodes	3
Pipes	0
Supplies	1
Deliveries	1
Energy Deliveries	0
Fuel Deliveries	0
Leak Deliveries	0
Fixed Volume Storages	0
Reservoirs	0
Block Valves	0
Check Valves	0
Centrifugal Compressors	0
Generic Compressors	1

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3008-2/Pipeline/3608_2Generi... 29/10/2016

Reciprocating Compressors	0
Regulators	0
Resistances	0
Relief Valves	0
Heaters	0
Coolers	1
Stations	0
Banks	0
Centrifugal Bank Compressors	0
Generic Bank Compressors	0
Reciprocating Bank Compressors	0
Generic Drivers	0
Turbine Drivers	0
Centrifugal Performance Types	0
Reciprocating Performance Types	1
Generic Driver Performance Types	0
Turbine Driver Performance Types	0
Cylinder Types	1
Simple Fluids	0
Compositional Fluids	4

Steady State Convergence Report

Iteration Number	Tolerance Requested	Greatest Hydraulic Adjustment	Greatest Temperature Adjustment	Greatest Composition Adjustment	Associated Device
0	0.0001000	0.2769514	0.0000000	0.0000000	Node Node0134
1	0.0001000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	TNode Node0077
2	0.0001000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	Hyd OK

3608_2_GENERICO : 0.000 hours

Reference Conditions Report

Reference Pressure	0.00 psig
Reference Temperature	60.00 Deg F

Network Flow Balance Report : 0.000 hours

Network Flow Balance		
	Mass Units	Volumetric Units
	M lb/h	MMSCFD
Total Input Flow	103.109	48.220
Total Output Flow	103.109	48.220
Network Flow Balance	0.000	0.000

Node Mass Balance Report : 0.000 hours

Node Mass Balance - Threshold = 0.000864	
Node Name	Mass Balance Error
	MMSCFD
No Mass Balance Errors Above Threshold	

Pipe Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3008-2/Pipeline/3608_2Generi... 29/10/2016

Compressor Hydraulic Detailed Report : 0.000 hours

Compressor Name:	Compresor Genérico 3608-2	Upstream Node:	Node0134
Equipment Type:	Generic Compressor	Downstream Node:	Node0077

Mode	MaximumDownstreamPressure
Upside pressure	703.30 psig
Downside pressure	1101.00 psig
Standard flow	48.22 MMSCFD
Actual flow	640.69 ft3/mn
Accumulated volume	0.00 MMSCF
Temperature at upstream node	88.00 Deg F
Compressed fluid temperature	148.69 Deg F
Temperature at downstream node	148.69 Deg F
Specific gravity	0.6724
Heating value	1032.6936 BTU/cf
Density at upstream node	2.6822 lb/ft3
Compressed fluid density	3.7108 lb/ft3
Density at downstream node	3.7108 lb/ft3
Upside specific heat ratio	1.2524
Downside specific heat ratio	1.2392
Compressibility factor at upstream node	0.8870
Compressed fluid compressibility factor	0.8969
Compressibility factor at downstream node	0.8969
Head	17849.87 ft-lbf/lbm

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3008-2/Pipeline/3608_2Generi... 29/10/2016

Adiabatic efficiency	82.00 percent
Power required	1382.41 HP
Power available	1382.41 HP
Hydraulic power required	929.54 HP
Fuel usage rate	0.00 MMSCFD
Total fuel used	0.00 MMSCF
Mechanical efficiency	82.00 percent
Auxiliary load	0.00 HP
Maximum downstream pressure setpoint	1101.00 psig
Ambient Temperature	60.00 Deg F

Compressor Quality Detailed Report : 0.000 hours

Compressor Name:	Compresor Genérico 3608-2	Upstream Node:	Node0134
		Downstream Node:	Node0077

Specific Gravity	0.6724
Heating Value	1032.6936 BTU/cf
Wobbe Index	0.0000 BTU/cf
C1	83.20 percent
C2	9.85 percent
C3	3.47 percent
IC4	0.47 percent
NC4	0.52 percent
IC5	0.09 percent
NC5	0.06 percent
C6	0.03 percent
CO2	1.74 percent
N2	0.57 percent

Fuel Delivery Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Station Hydraulic Detailed Report : 0.000 hours

Station Quality Summary Report : 0.000 hours

Pressure/Flow Violation Reports : 0.000 hours

Xreg Pressure/Flow Violation					
Xreg Name	Node Name	Pressure	Flow	Mode	Violation Status
		psig	MMSCFD		
ALL XREGS FALL WITHIN PRESSURE BOUNDS					

Equipment Pressure/Flow Violation						

Equipment Name	Up Node Name	Down Node Name	Up Pressure	Down Pressure	Flow	Mode	Violation Status
			psig	psig	MMSCFD		
ALL EQUIPMENTS FALL WITHIN PRESSURE BOUNDS							

Setpoint/Constraint Violation Reports : 0.000 hours

Xreg Setpoint/Constraint Violation				
Xreg Name	Mode	Setpoint Value	Computed Value	Mode Lock Status
ALL XREGS COMPLY WITH MONITORED CONSTRAINTS				

Equipment Setpoint/Constraint Violation				
Equipment Name	Mode	Setpoint Value	Computed Value	Mode Lock Status
ALL EQUIPMENTS COMPLY WITH MONITORED CONSTRAINTS				

Device Locked Modes		
Type	Name	Mode
NO MODE LOCKS ARE PRESENT ON ANY DEVICE		

3612GENERICO

Default Initial Values Selected

Pressure	902.150
Flow	67.680
Temperature	88.000
% C1	83.200
% C2	9.850
% C3	3.470
% IC4	0.470
% NC4	0.520
% IC5	0.090
% NC5	0.060
% C6	0.030
% CO2	1.740
% N2	0.570

Problem Size Report

Nodes	3
Pipes	0
Supplies	1
Deliveries	1
Energy Deliveries	0
Fuel Deliveries	0
Leak Deliveries	0
Fixed Volume Storages	0
Reservoirs	0
Block Valves	0
Check Valves	0
Centrifugal Compressors	0
Generic Compressors	1

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3612/Simulaciones%20Ariel/3... 29/10/2016

Reciprocating Compressors	0
Regulators	0
Resistances	0
Relief Valves	0
Heaters	0
Coolers	1
Stations	0
Banks	0
Centrifugal Bank Compressors	0
Generic Bank Compressors	0
Reciprocating Bank Compressors	0
Generic Drivers	0
Turbine Drivers	0
Centrifugal Performance Types	0
Reciprocating Performance Types	1
Generic Driver Performance Types	0
Turbine Driver Performance Types	0
Cylinder Types	1
Simple Fluids	0
Compositional Fluids	4

Steady State Convergence Report

Iteration Number	Tolerance Requested	Greatest Hydraulic Adjustment	Greatest Temperature Adjustment	Greatest Composition Adjustment	Associated Device
0	0.0001000	0.2769514	0.0000000	0.0000000	Node Node0134
1	0.0001000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	TNode Node0077
2	0.0001000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	TNode Node0077

3612GENERIC0 : 0.000 hours

Reference Conditions Report

Reference Pressure	0.00 psig
Reference Temperature	60.00 Deg F

Network Flow Balance Report : 0.000 hours

Network Flow Balance		
	Mass Units	Volumetric Units
	M lb/h	MMSCFD
Total Input Flow	144.720	67.680
Total Output Flow	144.720	67.680
Network Flow Balance	0.000	0.000

Node Mass Balance Report : 0.000 hours

Node Mass Balance - Threshold = 0.000864	
Node Name	Mass Balance Error
	MMSCFD
No Mass Balance Errors Above Threshold	

Pipe Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3612/Simulaciones%20Ariel/3... 29/10/2016

Compressor Hydraulic Detailed Report : 0.000 hours

Compressor Name:	Compresor Genérico 3612	Upstream Node:	Node0134
Equipment Type:	Generic Compressor	Downstream Node:	Node0077

Mode	MaximumDownstreamPressure
Upside pressure	703.30 psig
Downside pressure	1101.00 psig
Standard flow	67.68 MMSCFD
Actual flow	893.99 ft3/mn
Accumulated volume	0.00 MMSCF
Temperature at upstream node	88.00 Deg F
Compressed fluid temperature	148.69 Deg F
Temperature at downstream node	148.69 Deg F
Specific gravity	0.6724
Heating value	1032.6936 BTU/cf
Density at upstream node	2.6980 lb/ft3
Compressed fluid density	3.7465 lb/ft3
Density at downstream node	3.7465 lb/ft3
Upside specific heat ratio	1.2524
Downside specific heat ratio	1.2392
Compressibility factor at upstream node	0.8818
Compressed fluid compressibility factor	0.8883
Compressibility factor at downstream node	0.8883

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3612/Simulaciones%20Ariel/3... 29/10/2016

Head	17712.36	ft-lbf/lbm
Adiabatic efficiency	82.00	percent
Power required	1925.36	HP
Power available	1925.36	HP
Hydraulic power required	1294.62	HP
Fuel usage rate	0.00	MMSCFD
Total fuel used	0.00	MMSCF
Mechanical efficiency	82.00	percent
Auxiliary load	0.00	HP
Maximum downstream pressure setpoint	1101.00	psig
Ambient Temperature	60.00	Deg F

Compressor Quality Detailed Report : 0.000 hours

Compressor Name:	Compresor Genérico 3612	Upstream Node:	Node0134
		Downstream Node:	Node0077

Specific Gravity	0.6724
Heating Value	1032.6936 BTU/cf
Wobbe Index	0.0000 BTU/cf
C1	83.20 percent
C2	9.85 percent
C3	3.47 percent
IC4	0.47 percent
NC4	0.52 percent
IC5	0.09 percent
NC5	0.06 percent
C6	0.03 percent
CO2	1.74 percent

N2

0.57 percent

Fuel Delivery Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Station Hydraulic Detailed Report : 0.000 hours

Station Quality Summary Report : 0.000 hours

Pressure/Flow Violation Reports : 0.000 hours

Xreg Pressure/Flow Violation					
Xreg Name	Node Name	Pressure	Flow	Mode	Violation Status
		psig	MMSCFD		
ALL XREGS FALL WITHIN PRESSURE BOUNDS					

Equipment Pressure/Flow Violation							
Equipment Name	Up Node Name	Down Node Name	Up Pressure	Down Pressure	Flow	Mode	Violation Status
			psig	psig	MMSCFD		
ALL EQUIPMENTS FALL WITHIN PRESSURE BOUNDS							

Setpoint/Constraint Violation Reports : 0.000 hours

Xreg Setpoint/Constraint Violation				
Xreg Name	Mode	Setpoint Value	Computed Value	Mode Lock Status
ALL XREGS COMPLY WITH MONITORED CONSTRAINTS				

Equipment Setpoint/Constraint Violation				
Equipment Name	Mode	Setpoint Value	Computed Value	Mode Lock Status
ALL EQUIPMENTS COMPLY WITH MONITORED CONSTRAINTS				

Device Locked Modes		
Type	Name	Mode
NO MODE LOCKS ARE PRESENT ON ANY DEVICE		

ANEXO D. Reporte de resultados compresor c en software pipelinstudio

Página 1 de 11

3606CALIBRADO

Default Initial Values Selected

Pressure	902.150
Flow	33.990
Temperature	88.000
% C1	83.200
% C2	9.850
% C3	3.470
% IC4	0.470
% NC4	0.520
% IC5	0.090
% NC5	0.060
% C6	0.030
% CO2	1.740
% N2	0.570

Problem Size Report

Nodes	3
Pipes	0
Supplies	1
Deliveries	1
Energy Deliveries	0
Fuel Deliveries	0
Leak Deliveries	0
Fixed Volume Storages	0
Reservoirs	0
Block Valves	0
Check Valves	0
Centrifugal Compressors	0
Generic Compressors	0
Reciprocating Compressors	1
Regulators	0
Resistances	0

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3606/Pipeline/3606Calibrado/... 29/10/2016

Relief Valves	0
Heaters	0
Coolers	1
Stations	0
Banks	0
Centrifugal Bank Compressors	0
Generic Bank Compressors	0
Reciprocating Bank Compressors	0
Generic Drivers	2
Turbine Drivers	3
Centrifugal Performance Types	0
Reciprocating Performance Types	1
Generic Driver Performance Types	2
Turbine Driver Performance Types	3
Cylinder Types	2
Simple Fluids	0
Compositional Fluids	4

Steady State Convergence Report

Iteration Number	Tolerance Requested	Greatest Hydraulic Adjustment	Greatest Temperature Adjustment	Greatest Composition Adjustment	Associated Device
0	0.0001000	0.2769514	0.0000000	0.0000000	Node Node0134-2
1	0.0001000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	TNode Node0077-2
2	0.0001000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	Hyd OK

3606CALIBRADO : 0.000 hours

Reference Conditions Report

Reference Pressure 0.00 psig

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3606/Pipeline/3606Calibrado/... 29/10/2016

Reference Temperature 60.00 Deg F

Network Flow Balance Report : 0.000 hours

Network Flow Balance		
	Mass Units	Volumetric Units
	M lb/h	MMSCFD
Total Input Flow	72.681	33.990
Total Output Flow	72.681	33.990
Network Flow Balance	0.000	0.000

Node Mass Balance Report : 0.000 hours

Node Mass Balance - Threshold = 0.000864	
Node Name	Mass Balance Error
	MMSCFD
No Mass Balance Errors Above Threshold	

Pipe Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Equipment Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3606/Pipeline/3606Calibrado/... 29/10/2016

Equipment Summary								
Equipment Name	Mode of Control	Pressure		Flow	Temperature		Specific Gravity	Heating Value
		psig		MMSCFD	Deg F			BTU/cf
		Up	Down		Up	Down		
Cooler0001-3	DeltaPressure	1101.00	1098.00	33.990	142.81	120.00	0.6724	1032.69
3606	MaximumDownstreamPressure	703.30	1101.00	33.990	88.00	142.81	0.6724	1032.69

Accumulated Volume Summary			
Equipment Name	Current Flow Rate	Accumulated Volume	Timer Value
	MMSCFD	MMSCF	hours
Cooler0001-3	33.9900	0.0000	24.100
3606	33.9900	0.0000	28.720

Compressor Data Summary							
Compressor Name	Head	Actual Flow	Speed	Adiabatic Efficiency	Discharge Temperature	Power Required	Power Available
	ft-lbf/lbm	ft3/mn	RPM	percent	Deg F	HP	HP
3606	17802.91	451.62	1000.35	91.00	142.81	728.33	1423.31

Resistance Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Regulator Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

**Compressor Hydraulic Detailed Report : 0.000
hours**

Compressor Name:	3606	Upstream Node:	Node0134-2
Equipment Type:	Reciprocating Compressor	Downstream Node:	Node0077-2

Mode	MaximumDownstreamPressure
Upside pressure	703.30 psig
Downside pressure	1101.00 psig
Standard flow	33.99 MMSCFD
Actual flow	451.62 ft3/mn
Accumulated volume	0.00 MMSCF
Temperature at upstream node	88.00 Deg F
Compressed fluid temperature	142.81 Deg F
Temperature at downstream node	142.81 Deg F
Specific gravity	0.6724
Heating value	1032.6936 BTU/cf
Density at upstream node	2.6822 lb/ft3
Compressed fluid density	3.7674 lb/ft3
Density at downstream node	3.7674 lb/ft3
Upside specific heat ratio	1.2524
Downside specific heat ratio	1.2405
Compressibility factor at upstream node	0.8870
Compressed fluid compressibility factor	0.8920
Compressibility factor at downstream node	0.8920
Head	17802.91 ft-lbf/lbm
Speed	1000.35 RPM
Adiabatic efficiency	91.00 percent
Power required	728.33 HP
Power available	1423.31 HP

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3606/Pipeline/3606Calibrado/... 29/10/2016

Hydraulic power required	653.50	HP
Fuel usage rate	9.04	MMSCFD
Total fuel used	0.00	MMSCF
Clearance Volume	0.80	in3
Minimum clearance volume	0.80	in3
Maximum clearance volume	1.20	in3
Valve Loss	0.00	ft-lbf/lbm
Mechanical efficiency	98.60	percent
Auxiliary load	0.00	HP
Maximum downstream pressure setpoint	1101.00	psig
Maximum speed setpoint	1500.00	RPM
Minimum speed setpoint	300.00	RPM
Ambient Temperature	82.00	Deg F
Performance Type		JGC/2
Driver		G3606A6

Compressor Quality Detailed Report : 0.000 hours

Compressor Name:	3606	Upstream Node:	Node0134-2
		Downstream Node:	Node0077-2

Specific Gravity	0.6724
Heating Value	1032.6936 BTU/cf
Wobbe Index	0.0000 BTU/cf
C1	83.20 percent
C2	9.85 percent
C3	3.47 percent
IC4	0.47 percent
NC4	0.52 percent
IC5	0.09 percent
NC5	0.06 percent
C6	0.03 percent
CO2	1.74 percent

N2

0.57 percent

Block Valve Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Check Valve Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Relief Valves Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Heater Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Cooler Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Cooler Summary						
Cooler	Mode of	Pressure	Flow	Temperature	Specific	Heating

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3606/Pipeline/3606Calibrado/... 29/10/2016

Name	Control	psig		MMSCFD	Deg F		Gravity	Value
		Up	Down		Up	Down		
Cooler0001-3	DeltaPressure	1101.00	1098.00	33.990	142.81	120.00	0.6724	1032.69

Accumulated Volume Summary			
Cooler Name	Current Flow Rate	Accumulated Volume	Timer Value
	MMSCFD	MMSCF	hours
Cooler0001-3	33.9900	0.0000	24.100

Xreg Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Xreg Summary						
Xreg Name	Mode of Control	Pressure	Flow	Temperature	Specific Gravity	Heating Value
		psig	MMSCFD	Deg F		BTU/cf
CUSIANA-BP-2	MaximumPressure	703.30	-33.990	88.00	0.6724	1032.69
Deliv0001-2	MaximumFlow	1098.00	33.990	120.00	0.6724	1032.69

Accumulated Volume Summary			
Xreg Name	Current Flow Rate	Accumulated Volume	Timer Value
	MMSCFD	MMSCF	hours
CUSIANA-BP-2	-33.9900	0.0000	24.100
Deliv0001-2	33.9900	0.0000	24.100

Supply Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Supply Summary						
Supply Name	Mode of Control	Pressure	Flow	Temperature	Specific Gravity	Heating Value
		psig	MMSCFD	Deg F		BTU/cf
CUSIANA-BP-2	MaximumPressure	703.30	-33.990	88.00	0.6724	1032.69

Accumulated Volume Summary			
Supply Name	Current Flow Rate	Accumulated Volume	Timer Value
	MMSCFD	MMSCF	hours
CUSIANA-BP-2	-33.9900	0.0000	24.100

Delivery Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Delivery Summary						
Delivery Name	Mode of Control	Pressure	Flow	Temperature	Specific Gravity	Heating Value
		psig	MMSCFD	Deg F		BTU/cf
Deliv0001-2	MaximumFlow	1098.00	33.990	120.00	0.6724	1032.69

Accumulated Volume Summary			
Delivery Name	Current Flow Rate	Accumulated Volume	Timer Value
	MMSCFD	MMSCF	hours
Deliv0001-2	33.9900	0.0000	24.100

**Energy Delivery Hydraulic Summary Report :
0.000 hours**

**Fuel Delivery Hydraulic Summary Report : 0.000
hours**

**Leak Delivery Hydraulic Summary Report : 0.000
hours**

Storage Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Station Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Pressure/Flow Violation Reports : 0.000 hours

Xreg Pressure/Flow Violation					
Xreg	Node	Pressure	Flow	Mode	Violation

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3606/Pipeline/3606Calibrado/... 29/10/2016

Name	Name				Status
		psig	MMSCFD		
ALL XREGS FALL WITHIN PRESSURE BOUNDS					

Equipment Pressure/Flow Violation							
Equipment Name	Up Node Name	Down Node Name	Up Pressure	Down Pressure	Flow	Mode	Violation Status
			psig	psig	MMSCFD		
ALL EQUIPMENTS FALL WITHIN PRESSURE BOUNDS							

Setpoint/Constraint Violation Reports : 0.000 hours

Xreg Setpoint/Constraint Violation				
Xreg Name	Mode	Setpoint Value	Computed Value	Mode Lock Status
ALL XREGS COMPLY WITH MONITORED CONSTRAINTS				

Equipment Setpoint/Constraint Violation				
Equipment Name	Mode	Setpoint Value	Computed Value	Mode Lock Status
ALL EQUIPMENTS COMPLY WITH MONITORED CONSTRAINTS				

Device Locked Modes		
Type	Name	Mode
NO MODE LOCKS ARE PRESENT ON ANY DEVICE		

3608_1_CALIBRADO

Default Initial Values Selected

Pressure	902.150
Flow	49.690
Temperature	88.000
% C1	83.200
% C2	9.850
% C3	3.470
% IC4	0.470
% NC4	0.520
% IC5	0.090
% NC5	0.060
% C6	0.030
% CO2	1.740
% N2	0.570

Problem Size Report

Nodes	3
Pipes	0
Supplies	1
Deliveries	1
Energy Deliveries	0
Fuel Deliveries	0
Leak Deliveries	0
Fixed Volume Storages	0
Reservoirs	0
Block Valves	0
Check Valves	0
Centrifugal Compressors	0
Generic Compressors	0
Reciprocating Compressors	1
Regulators	0
Resistances	0

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3608-1/Pipeline/3608Calibrad... 29/10/2016

Relief Valves	0
Heaters	0
Coolers	1
Stations	0
Banks	0
Centrifugal Bank Compressors	0
Generic Bank Compressors	0
Reciprocating Bank Compressors	0
Generic Drivers	2
Turbine Drivers	3
Centrifugal Performance Types	0
Reciprocating Performance Types	1
Generic Driver Performance Types	2
Turbine Driver Performance Types	3
Cylinder Types	2
Simple Fluids	0
Compositional Fluids	4

Steady State Convergence Report

Iteration Number	Tolerance Requested	Greatest Hydraulic Adjustment	Greatest Temperature Adjustment	Greatest Composition Adjustment	Associated Device
0	0.0001000	0.2769514	0.0000000	0.0000000	Node Node0134-2
1	0.0001000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	TNode Node0077-2
2	0.0001000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	Hyd OK

3608_1_CALIBRADO : 0.000 hours

Reference Conditions Report

Reference Pressure 0.00 psig

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3608-1/Pipeline/3608Calibrad... 29/10/2016

Reference Temperature 60.00 Deg F

Network Flow Balance Report : 0.000 hours

Network Flow Balance		
	Mass Units	Volumetric Units
	M lb/h	MMSCFD
Total Input Flow	106.252	49.690
Total Output Flow	106.252	49.690
Network Flow Balance	0.000	0.000

Node Mass Balance Report : 0.000 hours

Node Mass Balance - Threshold = 0.000864	
Node Name	Mass Balance Error
	MMSCFD
No Mass Balance Errors Above Threshold	

Pipe Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Equipment Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3608-1/Pipeline/3608Calibrad... 29/10/2016

Equipment Summary								
Equipment Name	Mode of Control	Pressure		Flow	Temperature		Specific Gravity	Heating Value
		psig		MMSCFD	Deg F			BTU/cf
		Up	Down		Up	Down		
Cooler0001-3	DeltaPressure	1101.00	1098.00	49.690	145.27	120.00	0.6724	1032.69
3608-1	MaximumDownstreamPressure	703.30	1101.00	49.690	88.00	145.27	0.6724	1032.69

Accumulated Volume Summary			
Equipment Name	Current Flow Rate	Accumulated Volume	Timer Value
	MMSCFD	MMSCF	hours
Cooler0001-3	49.6900	0.0000	24.100
3608-1	49.6900	0.0000	28.720

Compressor Data Summary							
Compressor Name	Head	Actual Flow	Speed	Adiabatic Efficiency	Discharge Temperature	Power Required	Power Available
	ft-lbf/lbm	ft3/mn	RPM	percent	Deg F	HP	HP
3608-1	17822.88	660.22	749.48	87.00	145.27	1114.95	1900.42

Resistance Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Regulator Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

**Compressor Hydraulic Detailed Report : 0.000
hours**

Compressor Name:	3608-1	Upstream Node:	Node0134-2
Equipment Type:	Reciprocating Compressor	Downstream Node:	Node0077-2

Mode	MaximumDownstreamPressure
Upside pressure	703.30 psig
Downside pressure	1101.00 psig
Standard flow	49.69 MMSCFD
Actual flow	660.22 ft3/mn
Accumulated volume	0.00 MMSCF
Temperature at upstream node	88.00 Deg F
Compressed fluid temperature	145.27 Deg F
Temperature at downstream node	145.27 Deg F
Specific gravity	0.6724
Heating value	1032.6936 BTU/cf
Density at upstream node	2.6822 lb/ft3
Compressed fluid density	3.7434 lb/ft3
Density at downstream node	3.7434 lb/ft3
Upside specific heat ratio	1.2524
Downside specific heat ratio	1.2400
Compressibility factor at upstream node	0.8870
Compressed fluid compressibility factor	0.8941
Compressibility factor at downstream node	0.8941
Head	17822.88 ft-lbf/lbm
Speed	749.48 RPM
Adiabatic efficiency	87.00 percent
Power required	1114.95 HP
Power available	1900.42 HP

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3608-1/Pipeline/3608Calibrad... 29/10/2016

Hydraulic power required	956.42	HP
Fuel usage rate	17.41	MMSCFD
Total fuel used	0.00	MMSCF
Clearance Volume	4.80	in3
Minimum clearance volume	4.80	in3
Maximum clearance volume	6.80	in3
Valve Loss	0.00	ft-lbf/lbm
Mechanical efficiency	98.60	percent
Auxiliary load	0.00	HP
Maximum downstream pressure setpoint	1101.00	psig
Maximum speed setpoint	1500.00	RPM
Minimum speed setpoint	300.00	RPM
Ambient Temperature	82.00	Deg F
Performance Type		JGK/4
Driver		G3608LE

Compressor Quality Detailed Report : 0.000 hours

Compressor Name:	3608-1	Upstream Node:	Node0134-2
		Downstream Node:	Node0077-2

Specific Gravity	0.6724
Heating Value	1032.6936 BTU/cf
Wobbe Index	0.0000 BTU/cf
C1	83.20 percent
C2	9.85 percent
C3	3.47 percent
IC4	0.47 percent
NC4	0.52 percent
IC5	0.09 percent
NC5	0.06 percent
C6	0.03 percent
CO2	1.74 percent

N2

0.57 percent

**Block Valve Hydraulic Summary Report : 0.000
hours**

**Check Valve Hydraulic Summary Report : 0.000
hours**

**Relief Valves Hydraulic Summary Report : 0.000
hours**

Heater Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Cooler Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Cooler Summary						
Cooler	Mode of	Pressure	Flow	Temperature	Specific	Heating

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3608-1/Pipeline/3608Calibrad... 29/10/2016

Name	Control	psig		MMSCFD	Deg F		Gravity	Value
		Up	Down		Up	Down		
Cooler0001-3	DeltaPressure	1101.00	1098.00	49.690	145.27	120.00	0.6724	1032.69

Accumulated Volume Summary			
Cooler Name	Current Flow Rate	Accumulated Volume	Timer Value
	MMSCFD	MMSCF	hours
Cooler0001-3	49.6900	0.0000	24.100

Xreg Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Xreg Summary						
Xreg Name	Mode of Control	Pressure	Flow	Temperature	Specific Gravity	Heating Value
		psig	MMSCFD	Deg F		BTU/cf
CUSIANA-BP-2	MaximumPressure	703.30	-49.690	88.00	0.6724	1032.69
Deliv0001-2	MaximumFlow	1098.00	49.690	120.00	0.6724	1032.69

Accumulated Volume Summary			
Xreg Name	Current Flow Rate	Accumulated Volume	Timer Value
	MMSCFD	MMSCF	hours
CUSIANA-BP-2	-49.6900	0.0000	24.100
Deliv0001-2	49.6900	0.0000	24.100

Supply Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Supply Summary						
Supply Name	Mode of Control	Pressure	Flow	Temperature	Specific Gravity	Heating Value
		psig	MMSCFD	Deg F		BTU/cf
CUSIANA-BP-2	MaximumPressure	703.30	-49.690	88.00	0.6724	1032.69

Accumulated Volume Summary			
Supply Name	Current Flow Rate	Accumulated Volume	Timer Value
	MMSCFD	MMSCF	hours
CUSIANA-BP-2	-49.6900	0.0000	24.100

Delivery Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Delivery Summary						
Delivery Name	Mode of Control	Pressure	Flow	Temperature	Specific Gravity	Heating Value
		psig	MMSCFD	Deg F		BTU/cf
Deliv0001-2	MaximumFlow	1098.00	49.690	120.00	0.6724	1032.69

Accumulated Volume Summary			
Delivery Name	Current Flow Rate	Accumulated Volume	Timer Value
	MMSCFD	MMSCF	hours
Deliv0001-2	49.6900	0.0000	24.100

**Energy Delivery Hydraulic Summary Report :
0.000 hours**

**Fuel Delivery Hydraulic Summary Report : 0.000
hours**

**Leak Delivery Hydraulic Summary Report : 0.000
hours**

Storage Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Station Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Pressure/Flow Violation Reports : 0.000 hours

Xreg Pressure/Flow Violation					
Xreg	Node	Pressure	Flow	Mode	Violation

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3608-1/Pipeline/3608Calibrad... 29/10/2016

Name	Name				Status
		psig	MMSCFD		
ALL XREGS FALL WITHIN PRESSURE BOUNDS					

Equipment Pressure/Flow Violation							
Equipment Name	Up Node Name	Down Node Name	Up Pressure	Down Pressure	Flow	Mode	Violation Status
			psig	psig	MMSCFD		
ALL EQUIPMENTS FALL WITHIN PRESSURE BOUNDS							

Setpoint/Constraint Violation Reports : 0.000 hours

Xreg Setpoint/Constraint Violation				
Xreg Name	Mode	Setpoint Value	Computed Value	Mode Lock Status
ALL XREGS COMPLY WITH MONITORED CONSTRAINTS				

Equipment Setpoint/Constraint Violation				
Equipment Name	Mode	Setpoint Value	Computed Value	Mode Lock Status
ALL EQUIPMENTS COMPLY WITH MONITORED CONSTRAINTS				

Device Locked Modes		
Type	Name	Mode
NO MODE LOCKS ARE PRESENT ON ANY DEVICE		

3608_2_CALIBRADO

Default Initial Values Selected

Pressure	902.150
Flow	48.220
Temperature	88.000
% C1	83.200
% C2	9.850
% C3	3.470
% IC4	0.470
% NC4	0.520
% IC5	0.090
% NC5	0.060
% C6	0.030
% CO2	1.740
% N2	0.570

Problem Size Report

Nodes	3
Pipes	0
Supplies	1
Deliveries	1
Energy Deliveries	0
Fuel Deliveries	0
Leak Deliveries	0
Fixed Volume Storages	0
Reservoirs	0
Block Valves	0
Check Valves	0
Centrifugal Compressors	0
Generic Compressors	0
Reciprocating Compressors	1
Regulators	0
Resistances	0

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3008-2/Pipeline/3608_2Generi... 29/10/2016

Relief Valves	0
Heaters	0
Coolers	1
Stations	0
Banks	0
Centrifugal Bank Compressors	0
Generic Bank Compressors	0
Reciprocating Bank Compressors	0
Generic Drivers	2
Turbine Drivers	3
Centrifugal Performance Types	0
Reciprocating Performance Types	1
Generic Driver Performance Types	2
Turbine Driver Performance Types	3
Cylinder Types	2
Simple Fluids	0
Compositional Fluids	4

Steady State Convergence Report

Iteration Number	Tolerance Requested	Greatest Hydraulic Adjustment	Greatest Temperature Adjustment	Greatest Composition Adjustment	Associated Device
0	0.0001000	0.2769514	0.0000000	0.0000000	Node Node0134-2
1	0.0001000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	TNode Node0077-2
2	0.0001000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	Hyd OK

3608_2_CALIBRADO : 0.000 hours

Reference Conditions Report

Reference Pressure 0.00 psig

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3008-2/Pipeline/3608_2Generi... 29/10/2016

Reference Temperature 60.00 Deg F

Network Flow Balance Report : 0.000 hours

Network Flow Balance		
	Mass Units	Volumetric Units
	M lb/h	MMSCFD
Total Input Flow	103.109	48.220
Total Output Flow	103.109	48.220
Network Flow Balance	0.000	0.000

Node Mass Balance Report : 0.000 hours

Node Mass Balance - Threshold = 0.000864	
Node Name	Mass Balance Error
	MMSCFD
No Mass Balance Errors Above Threshold	

Pipe Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Equipment Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3008-2/Pipeline/3608_2Generi... 29/10/2016

Equipment Summary								
Equipment Name	Mode of Control	Pressure		Flow	Temperature		Specific Gravity	Heating Value
		psig		MMSCFD	Deg F			BTU/cf
		Up	Down		Up	Down		
Cooler0001-3	DeltaPressure	1101.00	1098.00	48.220	144.64	120.00	0.6724	1032.69
3608-2	MaximumDownstreamPressure	703.30	1101.00	48.220	88.00	144.64	0.6724	1032.69

Accumulated Volume Summary			
Equipment Name	Current Flow Rate	Accumulated Volume	Timer Value
	MMSCFD	MMSCF	hours
Cooler0001-3	48.2200	0.0000	24.100
3608-2	48.2200	0.0000	28.720

Compressor Data Summary							
Compressor Name	Head	Actual Flow	Speed	Adiabatic Efficiency	Discharge Temperature	Power Required	Power Available
	ft-lbf/lbm	ft3/mn	RPM	percent	Deg F	HP	HP
3608-2	17817.76	640.69	750.13	88.00	144.64	1069.36	1900.42

Resistance Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Regulator Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

**Compressor Hydraulic Detailed Report : 0.000
hours**

Compressor Name:	3608-2	Upstream Node:	Node0134-2
Equipment Type:	Reciprocating Compressor	Downstream Node:	Node0077-2

Mode	MaximumDownstreamPressure
Upside pressure	703.30 psig
Downside pressure	1101.00 psig
Standard flow	48.22 MMSCFD
Actual flow	640.69 ft3/mn
Accumulated volume	0.00 MMSCF
Temperature at upstream node	88.00 Deg F
Compressed fluid temperature	144.64 Deg F
Temperature at downstream node	144.64 Deg F
Specific gravity	0.6724
Heating value	1032.6936 BTU/cf
Density at upstream node	2.6822 lb/ft3
Compressed fluid density	3.7496 lb/ft3
Density at downstream node	3.7496 lb/ft3
Upside specific heat ratio	1.2524
Downside specific heat ratio	1.2401
Compressibility factor at upstream node	0.8870
Compressed fluid compressibility factor	0.8935
Compressibility factor at downstream node	0.8935
Head	17817.76 ft-lbf/lbm
Speed	750.13 RPM
Adiabatic efficiency	88.00 percent
Power required	1069.36 HP
Power available	1900.42 HP

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3008-2/Pipeline/3608_2Generi... 29/10/2016

Hydraulic power required	927.86	HP
Fuel usage rate	15.37	MMSCFD
Total fuel used	0.00	MMSCF
Clearance Volume	2.00	in3
Minimum clearance volume	2.00	in3
Maximum clearance volume	3.34	in3
Valve Loss	0.00	ft-lbf/lbm
Mechanical efficiency	98.60	percent
Auxiliary load	0.00	HP
Maximum downstream pressure setpoint	1101.00	psig
Maximum speed setpoint	1500.00	RPM
Minimum speed setpoint	300.00	RPM
Ambient Temperature	82.00	Deg F
Performance Type		JGC/2
Driver		G3608LE

Compressor Quality Detailed Report : 0.000 hours

Compressor Name:	3608-2	Upstream Node:	Node0134-2
		Downstream Node:	Node0077-2

Specific Gravity	0.6724
Heating Value	1032.6936 BTU/cf
Wobbe Index	0.0000 BTU/cf
C1	83.20 percent
C2	9.85 percent
C3	3.47 percent
IC4	0.47 percent
NC4	0.52 percent
IC5	0.09 percent
NC5	0.06 percent
C6	0.03 percent
CO2	1.74 percent

N2

0.57 percent

**Block Valve Hydraulic Summary Report : 0.000
hours**

**Check Valve Hydraulic Summary Report : 0.000
hours**

**Relief Valves Hydraulic Summary Report : 0.000
hours**

Heater Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Cooler Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Cooler Summary						
Cooler	Mode of	Pressure	Flow	Temperature	Specific	Heating

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3008-2/Pipeline/3608_2Generi... 29/10/2016

Name	Control	psig		MMSCFD	Deg F		Gravity	Value
		Up	Down		Up	Down		
Cooler0001-3	DeltaPressure	1101.00	1098.00	48.220	144.64	120.00	0.6724	1032.69

Accumulated Volume Summary			
Cooler Name	Current Flow Rate	Accumulated Volume	Timer Value
	MMSCFD	MMSCF	hours
Cooler0001-3	48.2200	0.0000	24.100

Xreg Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Xreg Summary						
Xreg Name	Mode of Control	Pressure	Flow	Temperature	Specific Gravity	Heating Value
		psig	MMSCFD	Deg F		BTU/cf
CUSIANA-BP-2	MaximumPressure	703.30	-48.220	88.00	0.6724	1032.69
Deliv0001-2	MaximumFlow	1098.00	48.220	120.00	0.6724	1032.69

Accumulated Volume Summary			
Xreg Name	Current Flow Rate	Accumulated Volume	Timer Value
	MMSCFD	MMSCF	hours
CUSIANA-BP-2	-48.2200	0.0000	24.100
Deliv0001-2	48.2200	0.0000	24.100

Supply Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3008-2/Pipeline/3608_2Generi... 29/10/2016

Supply Summary						
Supply Name	Mode of Control	Pressure	Flow	Temperature	Specific Gravity	Heating Value
		psig	MMSCFD	Deg F		BTU/cf
CUSIANA-BP-2	MaximumPressure	703.30	-48.220	88.00	0.6724	1032.69

Accumulated Volume Summary			
Supply Name	Current Flow Rate	Accumulated Volume	Timer Value
	MMSCFD	MMSCF	hours
CUSIANA-BP-2	-48.2200	0.0000	24.100

Delivery Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Delivery Summary						
Delivery Name	Mode of Control	Pressure	Flow	Temperature	Specific Gravity	Heating Value
		psig	MMSCFD	Deg F		BTU/cf
Deliv0001-2	MaximumFlow	1098.00	48.220	120.00	0.6724	1032.69

Accumulated Volume Summary			
Delivery Name	Current Flow Rate	Accumulated Volume	Timer Value
	MMSCFD	MMSCF	hours
Deliv0001-2	48.2200	0.0000	24.100

**Energy Delivery Hydraulic Summary Report :
0.000 hours**

**Fuel Delivery Hydraulic Summary Report : 0.000
hours**

**Leak Delivery Hydraulic Summary Report : 0.000
hours**

Storage Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Station Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Pressure/Flow Violation Reports : 0.000 hours

Xreg Pressure/Flow Violation					
Xreg	Node	Pressure	Flow	Mode	Violation

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3008-2/Pipeline/3608_2Generi... 29/10/2016

Name	Name				Status
		psig	MMSCFD		
ALL XREGS FALL WITHIN PRESSURE BOUNDS					

Equipment Pressure/Flow Violation							
Equipment Name	Up Node Name	Down Node Name	Up Pressure	Down Pressure	Flow	Mode	Violation Status
			psig	psig	MMSCFD		
ALL EQUIPMENTS FALL WITHIN PRESSURE BOUNDS							

Setpoint/Constraint Violation Reports : 0.000 hours

Xreg Setpoint/Constraint Violation				
Xreg Name	Mode	Setpoint Value	Computed Value	Mode Lock Status
ALL XREGS COMPLY WITH MONITORED CONSTRAINTS				

Equipment Setpoint/Constraint Violation				
Equipment Name	Mode	Setpoint Value	Computed Value	Mode Lock Status
ALL EQUIPMENTS COMPLY WITH MONITORED CONSTRAINTS				

Device Locked Modes		
Type	Name	Mode
NO MODE LOCKS ARE PRESENT ON ANY DEVICE		

3612CALIBRADO

Default Initial Values Selected

Pressure	902.150
Flow	67.719
Temperature	88.000
% C1	83.200
% C2	9.850
% C3	3.470
% IC4	0.470
% NC4	0.520
% IC5	0.090
% NC5	0.060
% C6	0.030
% CO2	1.740
% N2	0.570

Problem Size Report

Nodes	3
Pipes	0
Supplies	1
Deliveries	1
Energy Deliveries	0
Fuel Deliveries	0
Leak Deliveries	0
Fixed Volume Storages	0
Reservoirs	0
Block Valves	0
Check Valves	0
Centrifugal Compressors	0
Generic Compressors	0
Reciprocating Compressors	1
Regulators	0
Resistances	0

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3612/Simulaciones%20Pipelin... 29/10/2016

Relief Valves	0
Heaters	0
Coolers	1
Stations	0
Banks	0
Centrifugal Bank Compressors	0
Generic Bank Compressors	0
Reciprocating Bank Compressors	0
Generic Drivers	2
Turbine Drivers	3
Centrifugal Performance Types	0
Reciprocating Performance Types	1
Generic Driver Performance Types	2
Turbine Driver Performance Types	3
Cylinder Types	1
Simple Fluids	0
Compositional Fluids	4

Steady State Convergence Report

Iteration Number	Tolerance Requested	Greatest Hydraulic Adjustment	Greatest Temperature Adjustment	Greatest Composition Adjustment	Associated Device
0	0.0001000	0.2769514	0.0000000	0.0000000	Node Node0134-2
1	0.0001000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	TNode Node0077-2
2	0.0001000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	TNode Node0077-2

3612CALIBRADO : 0.000 hours

Reference Conditions Report

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3612/Simulaciones%20Pipelin... 29/10/2016

Reference Pressure	0.00 psig
Reference Temperature	60.00 Deg F

Network Flow Balance Report : 0.000 hours

Network Flow Balance		
	Mass Units	Volumetric Units
	M lb/h	MMSCFD
Total Input Flow	144.803	67.719
Total Output Flow	144.803	67.719
Network Flow Balance	0.000	0.000

Node Mass Balance Report : 0.000 hours

Node Mass Balance - Threshold = 0.000864	
Node Name	Mass Balance Error
	MMSCFD
No Mass Balance Errors Above Threshold	

Pipe Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Equipment Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Equipment Summary								
Equipment Name	Mode of Control	Pressure		Flow	Temperature		Specific Gravity	Heating Value
		psig		MMSCFD	Deg F			BTU/cf
		Up	Down		Up	Down		
Cooler0001-3	DeltaPressure	1101.00	1098.00	67.719	145.33	120.00	0.6724	1032.69
3612	MaximumDownstreamPressure	703.30	1101.00	67.719	88.00	145.33	0.6724	1032.69

Accumulated Volume Summary			
Equipment Name	Current Flow Rate	Accumulated Volume	Timer Value
	MMSCFD	MMSCF	hours
Cooler0001-3	67.7190	0.0000	24.100
3612	67.7190	0.0000	28.720

Compressor Data Summary							
Compressor Name	Head	Actual Flow	Speed	Adiabatic Efficiency	Discharge Temperature	Power Required	Power Available
	ft-lbf/lbm	ft3/mn	RPM	percent	Deg F	HP	HP
3612	17823.34	899.77	750.21	86.91	145.33	1521.10	2846.62

Resistance Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Regulator Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

**Compressor Hydraulic Detailed Report : 0.000
hours**

Compressor Name:	3612	Upstream Node:	Node0134-2
Equipment Type:	Reciprocating Compressor	Downstream Node:	Node0077-2

Mode	MaximumDownstreamPressure
Upside pressure	703.30 psig
Downside pressure	1101.00 psig
Standard flow	67.72 MMSCFD
Actual flow	899.77 ft3/mn
Accumulated volume	0.00 MMSCF
Temperature at upstream node	88.00 Deg F
Compressed fluid temperature	145.33 Deg F
Temperature at downstream node	145.33 Deg F
Specific gravity	0.6724
Heating value	1032.6936 BTU/cf
Density at upstream node	2.6822 lb/ft3
Compressed fluid density	3.7429 lb/ft3
Density at downstream node	3.7429 lb/ft3
Upside specific heat ratio	1.2524
Downside specific heat ratio	1.2400
Compressibility factor at upstream node	0.8870
Compressed fluid compressibility factor	0.8941
Compressibility factor at downstream node	0.8941
Head	17823.34 ft-lbf/lbm
Speed	750.21 RPM
Adiabatic efficiency	86.91 percent
Power required	1521.10 HP

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3612/Simulaciones%20Pipelin... 29/10/2016

Power available	2846.62	HP
Hydraulic power required	1303.48	HP
Fuel usage rate	19.74	MMSCFD
Total fuel used	0.00	MMSCF
Clearance Volume	4.00	in3
Minimum clearance volume	4.00	in3
Maximum clearance volume	6.68	in3
Valve Loss	0.00	ft-lbf/lbm
Mechanical efficiency	98.60	percent
Auxiliary load	0.00	HP
Maximum downstream pressure setpoint	1101.00	psig
Maximum speed setpoint	1200.00	RPM
Minimum speed setpoint	300.00	RPM
Ambient Temperature	82.00	Deg F
Performance Type		JGC/4
Driver		G3612LE

Compressor Quality Detailed Report : 0.000 hours

Compressor Name:	3612	Upstream Node:	Node0134-2
		Downstream Node:	Node0077-2

Specific Gravity	0.6724
Heating Value	1032.6936 BTU/cf
Wobbe Index	0.0000 BTU/cf
C1	83.20 percent
C2	9.85 percent
C3	3.47 percent
IC4	0.47 percent
NC4	0.52 percent
IC5	0.09 percent
NC5	0.06 percent
C6	0.03 percent

CO2	1.74 percent
N2	0.57 percent

Block Valve Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Check Valve Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Relief Valves Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Heater Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Cooler Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Cooler Summary					

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3612/Simulaciones%20Pipelin... 29/10/2016

Cooler Name	Mode of Control	Pressure		Flow	Temperature		Specific Gravity	Heating Value
		psig		MMSCFD	Deg F			
		Up	Down		Up	Down		
Cooler0001-3	DeltaPressure	1101.00	1098.00	67.719	145.33	120.00	0.6724	1032.69

Accumulated Volume Summary			
Cooler Name	Current Flow Rate	Accumulated Volume	Timer Value
	MMSCFD	MMSCF	hours
Cooler0001-3	67.7190	0.0000	24.100

Xreg Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Xreg Summary						
Xreg Name	Mode of Control	Pressure	Flow	Temperature	Specific Gravity	Heating Value
		psig	MMSCFD	Deg F		BTU/cf
CUSIANA-BP-2	MaximumPressure	703.30	-67.719	88.00	0.6724	1032.69
Deliv0001-2	MaximumFlow	1098.00	67.719	120.00	0.6724	1032.69

Accumulated Volume Summary			
Xreg Name	Current Flow Rate	Accumulated Volume	Timer Value
	MMSCFD	MMSCF	hours
CUSIANA-BP-2	-67.7190	0.0000	24.100
Deliv0001-2	67.7190	0.0000	24.100

Supply Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Supply Summary						
Supply Name	Mode of Control	Pressure	Flow	Temperature	Specific Gravity	Heating Value
		psig	MMSCFD	Deg F		BTU/cf
CUSIANA-BP-2	MaximumPressure	703.30	-67.719	88.00	0.6724	1032.69

Accumulated Volume Summary			
Supply Name	Current Flow Rate	Accumulated Volume	Timer Value
	MMSCFD	MMSCF	hours
CUSIANA-BP-2	-67.7190	0.0000	24.100

Delivery Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Delivery Summary						
Delivery Name	Mode of Control	Pressure	Flow	Temperature	Specific Gravity	Heating Value
		psig	MMSCFD	Deg F		BTU/cf
Deliv0001-2	MaximumFlow	1098.00	67.719	120.00	0.6724	1032.69

Accumulated Volume Summary			
Delivery Name	Current Flow Rate	Accumulated Volume	Timer Value
	MMSCFD	MMSCF	hours
Deliv0001-2	67.7190	0.0000	24.100

Energy Delivery Hydraulic Summary Report :

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3612/Simulaciones%20Pipelin... 29/10/2016

0.000 hours

**Fuel Delivery Hydraulic Summary Report : 0.000
hours**

**Leak Delivery Hydraulic Summary Report : 0.000
hours**

Storage Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Station Hydraulic Summary Report : 0.000 hours

Pressure/Flow Violation Reports : 0.000 hours

Xreg Pressure/Flow Violation

file:///D:/TI_te_RESPALDA/Mis%20documentos/Camilo/3612/Simulaciones%20Pipelin... 29/10/2016

Xreg Name	Node Name	Pressure	Flow	Mode	Violation Status
		psig	MMSCFD		
ALL XREGS FALL WITHIN PRESSURE BOUNDS					

Equipment Pressure/Flow Violation							
Equipment Name	Up Node Name	Down Node Name	Up Pressure	Down Pressure	Flow	Mode	Violation Status
			psig	psig	MMSCFD		
ALL EQUIPMENTS FALL WITHIN PRESSURE BOUNDS							

Setpoint/Constraint Violation Reports : 0.000 hours

Xreg Setpoint/Constraint Violation				
Xreg Name	Mode	Setpoint Value	Computed Value	Mode Lock Status
ALL XREGS COMPLY WITH MONITORED CONSTRAINTS				

Equipment Setpoint/Constraint Violation				
Equipment Name	Mode	Setpoint Value	Computed Value	Mode Lock Status
ALL EQUIPMENTS COMPLY WITH MONITORED CONSTRAINTS				

Device Locked Modes		
Type	Name	Mode
NO MODE LOCKS ARE PRESENT ON ANY DEVICE		