

Mejora del punto de funcionamiento de una Planta Compresora.

Jaime Sarubbe. Petrobras Energía.

Sinopsis.

Focalizados en el Plan Estratégico de Producción de Petrobras Cuenca Austral, es objetivo del Proceso de Producción por Compresión identificar la máxima capacidad de procesamiento de Gas Natural de las distintas Unidades y Plantas de Compresión, los factores limitantes y los cuellos de botella, proponiendo las Mejoras necesarias para aumentar el Factor de Eficiencia y alcanzar los mayores caudales posibles.

En el presente trabajo se describe la experiencia de Petrobras, obtenida en dos Estaciones de Compresión, aplicando un Proceso de análisis metodológico y riguroso, utilizando herramientas de simulación específicas y apropiadas para la Modelización de performance de las Unidades.

Contando con Motocompresores de Gas especificados para la edad temprana de los pozos productores, se Modeliza la Compresión y las Curvas de Producción de los Pozos, identificándose el nuevo punto de funcionamiento de Instalaciones y equipos, de acuerdo a este resumen:

1 – Yacimiento Campo Bola, Unidad de Producción Polo Estancia La Maggie. Se obtiene un aumento de 110.000 SCMD, lo que es un aumento del 14 % de Producción del Polo.

2 – Yacimiento Campo Boleadoras Baja, Unidad de Producción Campo Boleadoras. Se identifica un potencial de capacidad de 200.000 SCMD, representando un 27 % de mejora en la producción en Baja Presión.

Introducción.

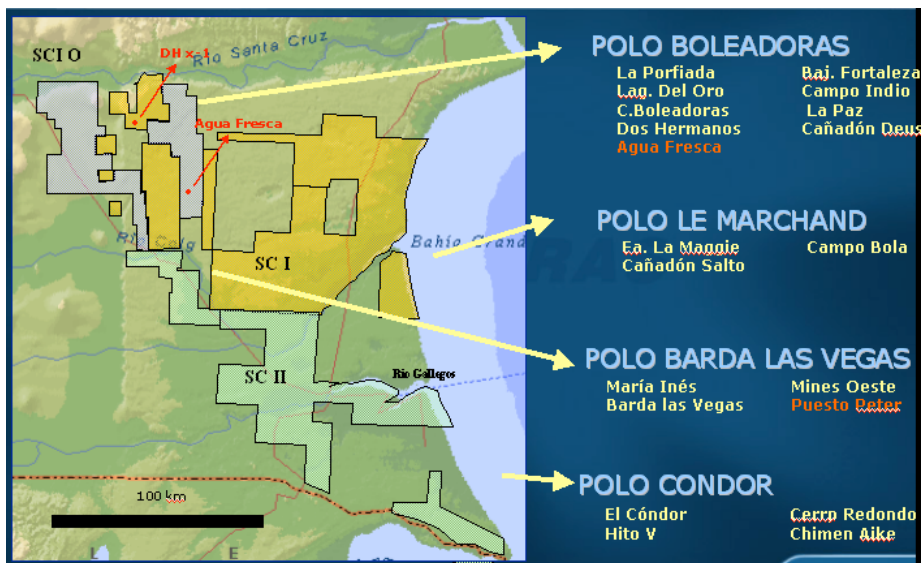
Para dar el marco del análisis que se propone, es válido presentar una pequeña discusión acerca de los Modelos Isoentrópicos para los Procesos Reciprocantes de Compresión de gas, los que establecen un campo de análisis que permite comparar eficiencias reales vs. Teóricas, y permite al Ingeniero la eficiente toma de decisiones.

- Proceso Isoentrópico. Como sabemos, para que un proceso termodinámico lo sea, se deben cumplir dos requerimientos:

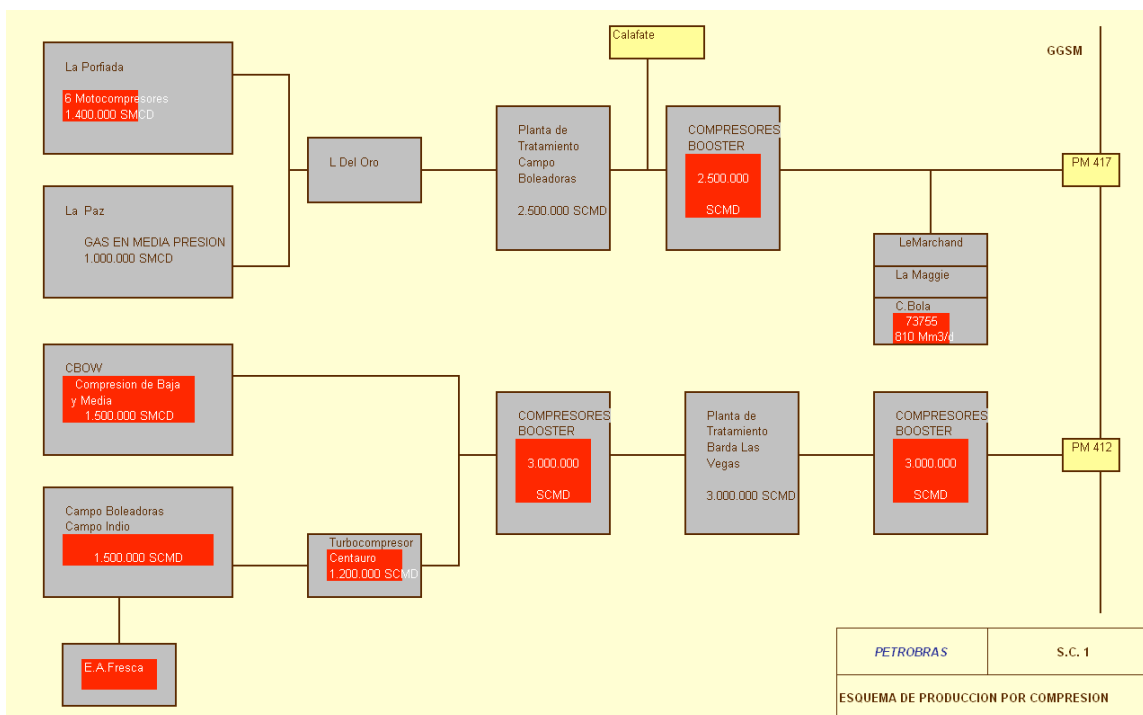
☐ Es el Proceso Reversible? Sí. Si realizamos una compresión controlada, y una expansión controlada, veremos que el trabajo producido para comprimir el gas, es igual al que se recibe al producirse la expansión, en el vástago del cilindro, (despreciando las pérdidas de energía mínimas, como son el roce de aros de pistón lubricados contra cilindro compresor), considerando que en los compresores actuales los KW perdidos por roce son despreciables en relación a los KW utilizados para comprimir.

☐ Es el Proceso Adiabático ? Sí. Un proceso es adiabático si no posee enfriamiento exterior y existe un mínimo intercambio de temperatura con el ambiente circundante. Considerar que todo intercambio de calor que se sucede en los extremos de la compresión, mutuamente se balancean, es decir el gas frío de la succión toma temperatura del cilindro relativamente tibio y el gas caliente de la descarga se enfría con el cilindro enfriado por el gas fresco de la succión.

Descripción de Yacimientos Involucrados y Datos Generales :



Sistema de Compresión de Gas de Petrobras Cuenca Austral:



Características del Sistema de Compresión.

En total hay 159 Unidades de Compresión, en las configuraciones de Motor a Gas, Turbina a Gas, Motor Eléctrico, para impulsar Compresores de Tornillo, Reciprocantes y Centrifugos. Los servicios se dividen en producción de gas de baterías (gathering), boosters de gasoductos, reinyección, gas lift, y acondicionamiento de punto de rocío en refrigeración por propano. Los BHP instalados son 84.400.

El sistema de compresión está compuesto por Compresores Alquilados y Propios.

Desarrollo – Caso 1.

Verificación Eficiencia Compresión Baja Presión Boleadoras

Sumario:

Las unidades motocompresoras de baja presión de la Batería de Compresión Boleadoras (U-70923, U-70924, U-70891 y U-70816), están especificadas por contrato para comprimir un total aproximado de 795 MSm³/d de gas de acuerdo a las condiciones descriptas en la Sección 3. Actualmente, las unidades operando en forma conjunta, comprimen un máximo total inferior a los 550 MSm³/d. La baja eficiencia de compresión afecta la captación de gas de baja presión en el Polo Boleadoras (CI, CBO, EAF), cuya disponibilidad potencial supera los 700 MSm³/d.

El Jueves 3 de Enero se inició un test en campo de las unidades de compresión de referencia, a efectos de comprobar la eficiencia de compresión del sistema. El Miércoles 8 de Enero se completó dicho test, previa reparación de los espacios nocivos de la Unidad U-70891, verificándose un caudal de compresión total de 745 MSm³/d, y la capacidad de compresión esperada de las unidades U-70923, U-70924 y U-70891 respecto al requerimiento contractual establecido y los valores obtenidos por simulación. Asimismo se confirmó la baja eficiencia de la unidad U-70816.

Objetivo

Verificar las condiciones originales de contrato y la actual capacidad de compresión de las unidades de baja presión de la Batería Boleadoras U-70923, U-70924, U-70891 y U-70816.

Introducción

La captación actual de gas de baja presión del Yacimiento Boleadoras se encuentra restringida por la operación del sistema de compresión de la Batería Boleadoras. El Jueves 3 de Enero se realizó un test en campo de las unidades de compresión mencionadas, comprobándose que bajo las condiciones de contrato, no es posible alcanzar el volumen de compresión total obtenido por simulación, por baja eficiencia de compresión de las Unidades U-70891 y U-70816. El Miércoles 8 de Enero se completó dicho test, previa reparación de los espacios nocivos de la Unidad U-70891 y las válvulas de la Unidad U-70816, alcanzándose 750 MSm³/d de volumen comprimido total. Se describe a continuación el desarrollo del test, sus conclusiones y las acciones propuestas a efectos de normalizar la eficiencia del sistema.

Datos Técnicos

Especificación Motocompresores de Baja Presión CBO

La Tabla 1 presenta los valores correspondientes a la especificación original de las Unidades, establecida según el Schedule “A” del Contrato de Compresión con Hanover Argentina. Se observa que las unidades están especificadas para comprimir un volumen total de gas de 795 MSm³/d, con una presión de succión de 35 psig para las unidades 70923 y 70924, 40 psig para la unidad 70891 y 42 psig para la unidad 70816.

Tabla 1

	U-70923	U-70924	U-70891	U-70816
Psucción (Psig)	35	35	40	42
Caudal (MSm3/d)	167	167	209	252

Sistema Baja Presión CBO

La Figura 1 (Anexo 1) presenta el diagrama de procesos del sistema de baja presión de la batería de compresión Boleadoras. El gas de baja se capta desde los separadores de baja presión SF-02 (CBO), SF-03 (CI), el flash de control SFC-01 y el flash de gasolina SF-04. La presión de succión del sistema de compresión se controla a través de las PCVs ubicadas a la salida de los separadores de baja presión.

Protecciones del Sistema

Las unidades de compresión de baja presentan una máxima presión admisible para los botellones de succión mayor a 400 psig. Se estableció 50 psig como valor de corte por alta presión de succión para todas las unidades.

Antecedentes

Actualmente, las unidades operando en forma conjunta comprimen un máximo total inferior a 550 MSm3/d de gas de baja, a una presión de succión alrededor de las 40 psig. Intentos de mayor captación de gas de baja resulta en venteos al sistema de alivio de la batería por falta de capacidad de compresión.

Desarrollo del Test performance.

El test consta de las siguientes verificaciones :

- ☐ medición con un único instrumento calibrado (manómetro digital) del perfil de presión del sistema según se muestra en el Esquema del Anexo 1, desde los separadores de baja presión, hacia aguas abajo de las válvulas reguladoras de presión PCVs, hasta la succión de los compresores
- ☐ medición con un único instrumento calibrado (RTD) de la temperatura de succión de los compresores,
- ☐ medición del caudal total de gas de baja presión comprimido.

Las siguientes etapas se completaron durante la realización del test :

- ☐ Etapa 1 (03-01-08) :verificación Unidades U-70923 y U-70924 a presión mínima de succión 40 psig,
- ☐ Etapa 2 (03-01-08) : verificación Unidad U-70816 a presión mínima de succión 40 psig,
- ☐ Etapa 3 (09-01-08) : verificación Unidad U-70891 a presión mínima de succión 40 psig, previa reparación espacio nocivo cilindro 1. Re-verificación Unidad U-70816, previa reparación en campo de las válvulas del compresor.

Previo a desarrollar el test se establecieron los siguientes parámetros operativos :

- ☐ Valor de corte por alta presión de succión compresores de baja = 50 psig,
- ☐ Valor de set válvulas reguladoras de presión salida separadores SF-02 y SF-03 = 45 psig (correspondiente a 26 % en reguladora SF-02 y 35 en reguladora SF-03),
- ☐ Se redujeron al máximo posible los espacios nocivos de cada uno de los cilindros de las Unidades :

- U-70923 y U-70924 = 5% y 5% 1ra etapa, 0% y 0% segunda etapa,
- U-70891 = 0% y 50% 1ra etapa, 0% segunda etapa,
- U-70816 = 0% 1ra etapa y 0% 2da etapa,
- Se abrieron al 100 % las válvulas de succión de las Unidades U-70923 y U-70924,
- Se cerró la recirculación de la Unidad U-70816.

Etapa 1

En esta etapa se verificó la performance de las Unidades U-70923 y U-70924, con las restantes máquinas fuera de servicio.

El perfil de presión del sistema se muestra en la Figura 2 (Anexo 1). No se observan resistencias preferenciales significativas en el camino hacia los compresores. Las válvulas reguladoras de presión resultaron en un 50 % de su carrera.

La Tabla 2 muestra las condiciones resultantes del sistema de compresión durante el test y los resultados de la simulación. Se observa que el modelo teórico reproduce el caudal comprimido de cada unidad y la carga de sus respectivos motores, verificándose la capacidad de compresión de las unidades según el requerimiento contractual establecido:

Tabla 2.

	U-70923	U-70924	U-70816	U-70891
Estado	Servicio	Servicio	F/S	F/S
Presión succión (Psig)	40.7	41.5		
Temperatura succión (F)	85.2	74.7		
Caudal total test (MSm3/d)	350			
Caudal individual test (MSm3/d)	171	179		
Caudal individual teórico (MSm3/d) (1)	169	176		
RPM	995	1000		
BHP Carga Motor por test (psi) IMP	3.5	5		
BHP Carga Motor teórica (psi) (2) IMP	2.5	5		

(1) para las condiciones del test.
 (2) para la potencia teórica de compresión.
 (3) IMP: Intake Manifold Pressure, Anexo 3.

En el Anexo 2 se presentan las simulaciones de las unidades U-70923 y 70924 (software ARIEL Compressor) y sus respectivos motores (software Wuakesha), según las condiciones operativas del test.

Etapa 2

En esta etapa se verificó la performance de la Unidad U-70816, operando en simultáneo con las Unidades U-70823 y U-70824. A efectos de garantizar un valor de presión de succión mínima de 40 psig en todas las unidades, se modificó a 47 psig el valor de set de las válvulas reguladoras de presión, aguas abajo de los separadores de baja.

El perfil de presión del sistema se muestra en la Figura 3 (Anexo 1). No se observan resistencias preferenciales significativas en el camino hacia los compresores. Las válvulas reguladoras de presión resultaron en un 45 % de su carrera.

La Tabla 3 muestra las condiciones resultantes del sistema de compresión durante el test y los resultados de la simulación. Se observa que el modelo teórico predice prácticamente el doble de caudal a comprimir por la Unidad 70816, y una mayor carga para el motor. Se verifica de esta manera, la baja eficiencia de compresión de la Unidad 70816 respecto al requerimiento contractual establecido:

Tabla 3.

Tabla 3.

	U-70923	U-70924	U-70816	U-70891
Estado	Servicio	Servicio	Servicio	F/S
Presión succión (Puig)	41.5	42.4	43.0	
Temperatura succión (F)	85.2	74.4	73	
Caudal total test (MSm3/d)	480			
Caudal individual test (MSm3/d)	171	179	130	
Caudal individual teórico (MSm3/d) (1)	169	176	252	
RPM	995	990	890	
BHP Carga Motor test (psi) IMP	3.5	5	-3	
BHP Carga Motor teórica (psi) (2) IMP	2.5	5	1	

(1) para las condiciones del test.
 (2) para la potencia teórica de compresión.
 (3) IMP : Intake Manifold Pressure, Anexo 3.

En el Anexo 2 se presenta la simulación de la unidad U-70816 y su respectivo motor, según las condiciones operativas del test.

Etapa 3

Previo a completar esta etapa se reparó el espacio nocivo del cilindro 1 de la Unidad U-70891, y se realizó una reparación de campo de las válvulas del compresor U-70816. En esta etapa se verificó la performance de la Unidad U-70891 y se re-verificó la correspondiente a la Unidad U-70816, operando en simultáneo con las Unidades U-70823 y U-70824. Se estableció 45 psig como valor de set de las válvulas reguladoras de presión.

El perfil de presión del sistema resultante se muestra en la Figura 4 (Anexo 1). No se observan resistencias preferenciales significativas en el camino hacia los compresores.

La Tabla 4 muestra las condiciones resultantes del sistema de compresión durante el test y los resultados de la simulación :

Tabla 4.

	U-70923	U-70924	U-70816	U-70891
Estado	Servicio	Servicio	Servicio	Servicio
Presión succión (Puig)	39.5	40.0	42.0	38.5
Temperatura succión (F)	70.0	60.0	65.0	70.0
Caudal total test (MSm3/d)	745			
Caudal individual test (MSm3/d)	163	165	170	247
Caudal individual teórico (MSm3/d) (1)	163	165	252	247
RPM	1015	960	875	990
BHP Carga Motor test (psi) IMP	3.5	5	-3	11
BHP Carga Motor teórica (psi) (2) IMP	2.5	5	1	15

(1) para las condiciones del test.

(2) para la potencia teórica de compresión.

(3) IMP : Intake Manifold Pressure, Anexo 3.

Se observa que el modelo teórico reproduce el caudal comprimido de la Unidad U-70891 y la carga de su motor, verificándose la capacidad de compresión de dicha Unidad según el requerimiento contractual establecido. A pesar de la reparación en campo de las válvulas de la Unidad U-70816, la eficiencia de compresión continúa por debajo del valor esperado.

En el Anexo 2 se presenta la simulación de la unidad U-70891 y su respectivo motor, según las condiciones operativas del test.

Conclusiones.

Del test realizado resultan las siguientes conclusiones :

- ☐ el sistema de transporte de gas desde las válvulas reguladoras de presión de baja hasta la succión de las unidades de compresión no presenta resistencias predominantes significativas que restrinjan el flujo hacia algún compresor,
- ☐ se verifica una capacidad de compresión total para el sistema de baja presión de 745 MSm3/d.
- ☐ se verifica la eficiencia de compresión esperada de las unidades U-70923, U-70924 y U-70891 respecto al requerimiento contractual establecido y los valores obtenidos por simulación.
- ☐ se verifica la baja eficiencia de compresión de la unidad U-70816 respecto al requerimiento contractual establecido y al valor esperado por simulación.

Anexo 1. Sistema Baja Presión CBO

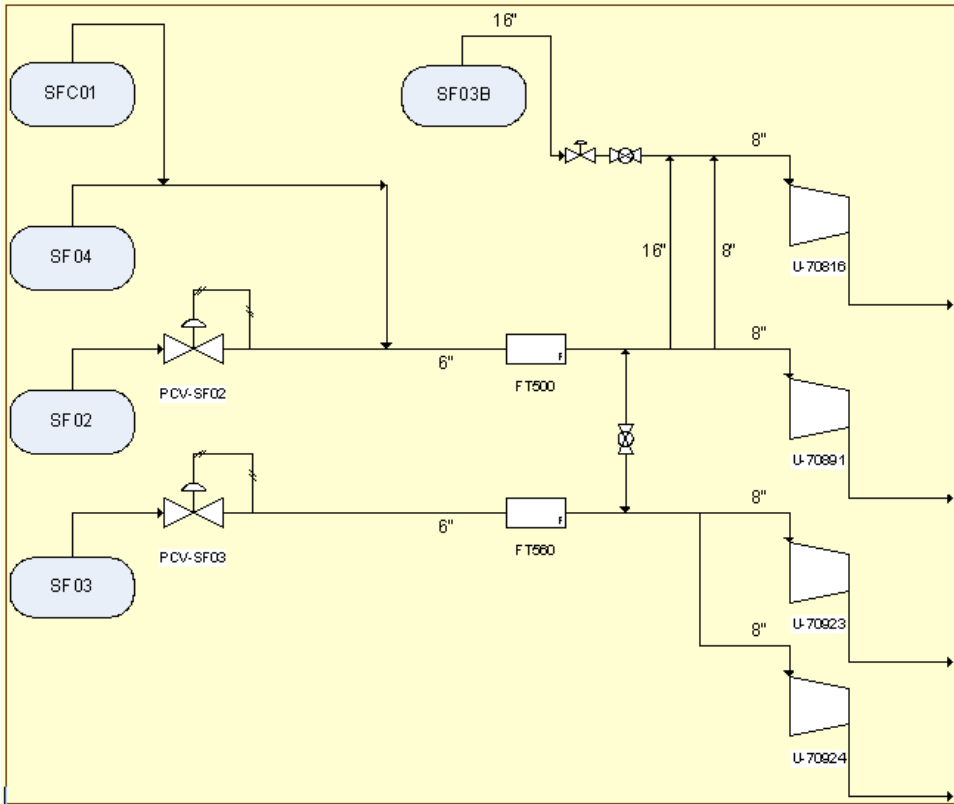


Figura 1. Sistema baja Presión CBO

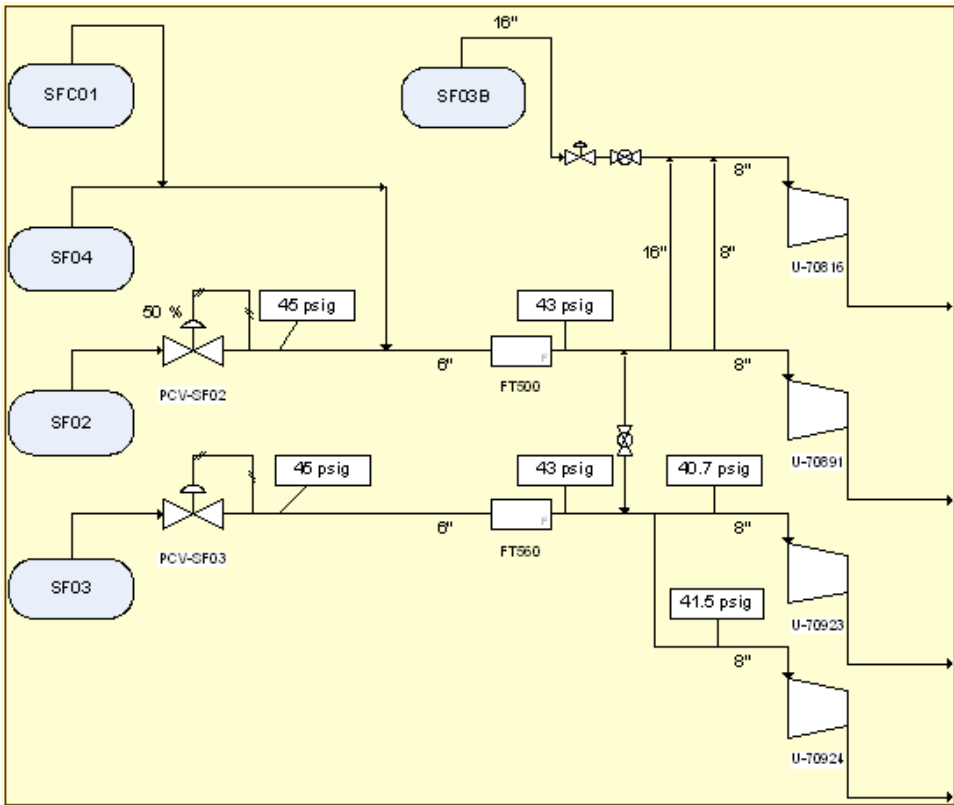


Figura 2. Perfil presión sistema baja CBO – Etapa 1.

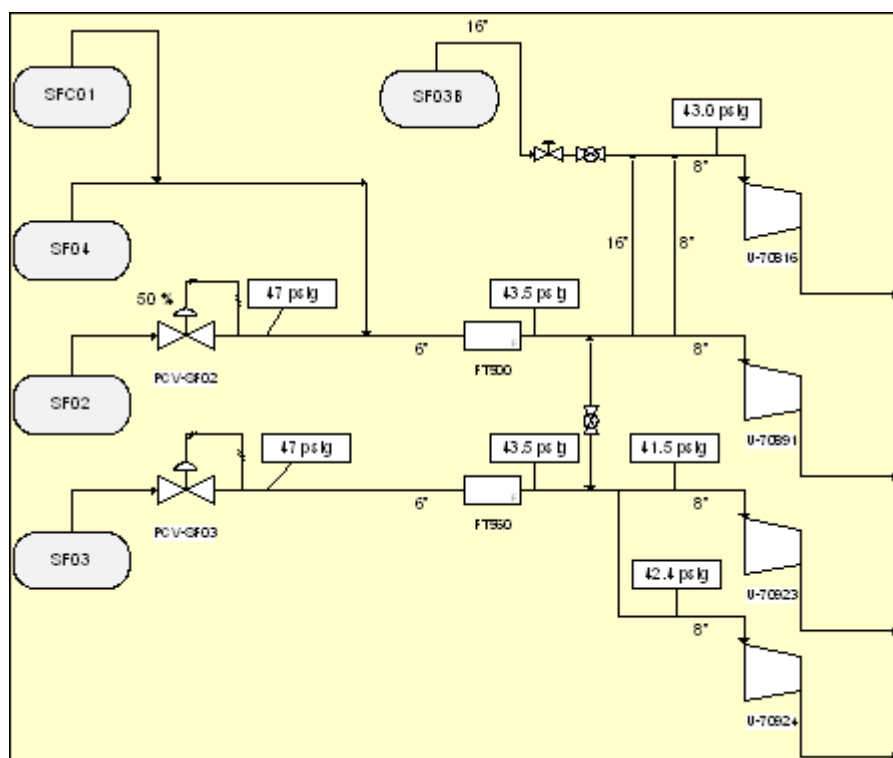


Figura 3. Perfil presión sistema baja CBO – Etapa 2.

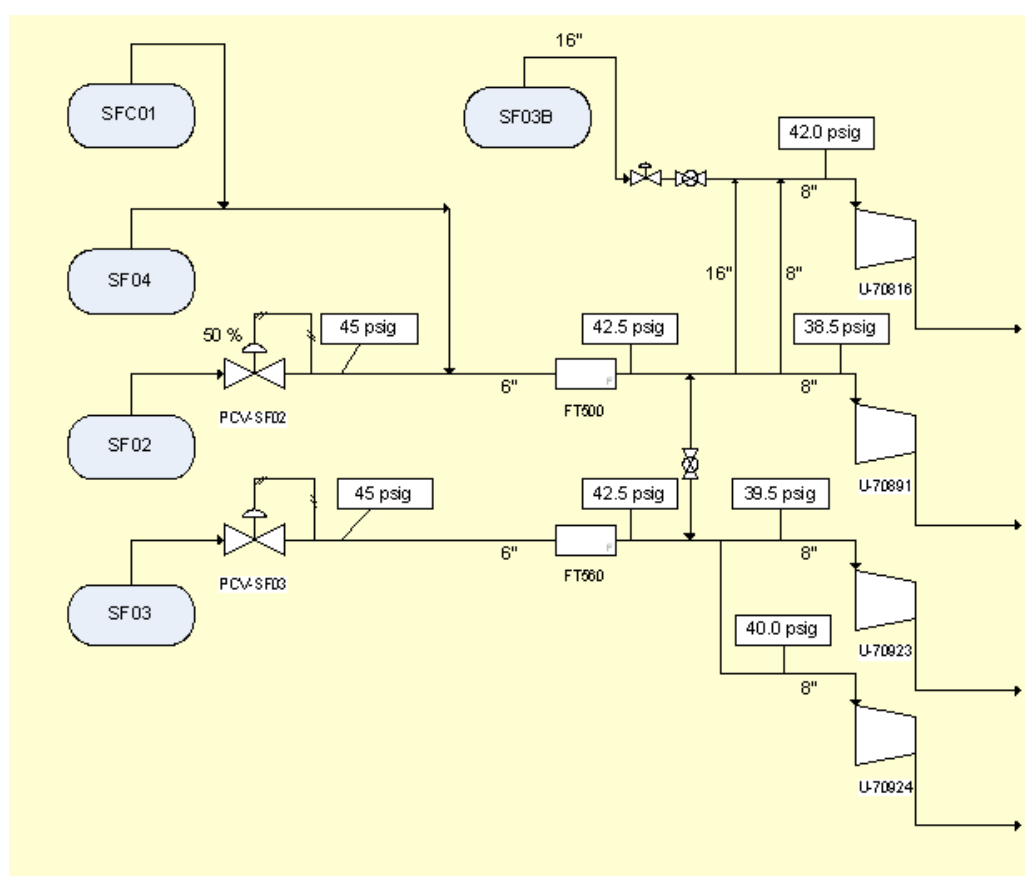


Figura 4. Perfil presión sistema baja CBO – Etapa 3.

Anexo 2. Simulación Compresores Baja y Motores

1a. Simulación Compresor U-70923

Ariel Performance		Ariel Performance	
	Company: Hanover	Customer: Petrobras - Boleadoras	
Quote: 7.5.42	Case 1:	Inquiry: Baja	
		Project: caudales	
Compressor Data:			
Elevation, ft:	1200.0	Barmtr, psia:	14.061
Frame:	JGR4	Stroke, in:	5.50
Max RL Tot, lbf:	74000	Max RL Tens, lbf:	37000
Rated RPM:	1200	Rated BHP:	2540.0
Calc RPM:	992.0	Calc BHP:	779
		Ambiant, °F:	80.00
		Rod Dia, in:	2.000
		Max RL Comp, lbf:	40000
		Rated PS FPM:	1100.0
		Calc PS FPM:	909.3
		Driver Data:	
		Type:	Nat. Gas
		Mfg:	Wk
		Model:	L5108GS1
		BHP:	886
		Avail:	836 (50)
Services			
Stage Data:			
Flow Req'd, MMSCFD	#1	--	#2
Flow Calc, MMSCFD	6.200	--	6.200
Cyl BHP per Stage	5.956	--	5.955
Specific Gravity	391.1	--	368.3
Ratio of Sp Ht (N)	0.70	--	0.70
Comp Suct (Zs)	1.2415	--	1.2417
Comp Disch (Zd)	0.9900	--	0.9768
Pres Suct Line, psig	0.9885	--	0.9716
Pres Suct Flg, psig	40.65	--	N/A
Pres Disch Flg, psig	39.65	--	143.35
Pres Disch Line, psig	147.91	--	408.28
Pres Ratio R/F	N/A	--	400.00
Temp Suct, °F	3.016	--	2.683
Temp Clr Disch, °F	85.20	--	120.00
Cylinder Data:	Throw 1	Throw 3	Throw 2
Cyl Model	14-1/8K	14-1/8K	11K
Cyl Bore, in	13.625	13.625	11.000
Cyl RDP (API), psig	740.9	740.9	1154.5
Cyl MAWP, psig	815.0	815.0	1270.0
Cyl Action	DBL	DBL	DBL
Cyl Disp, CFM	910.8	910.8	590.2
Pres Suct Intl, psig	37.27	37.27	135.71
Temp Suct Intl, °F	92	92	126
Suct Zeph	0.9904	0.9904	0.9776
Pres Disch Intl, psig	154.04	154.04	426.89
Temp Disch Intl, °F	236	236	263
HE Suct Gas Vel, FPM	6673	6673	7182
HE Disch Gas Vel, FPM	5750	5750	6286
HE Spors Used/Max	0/4	0/4	0/4
HE Vol Pkt Avail, %	0.87+49.58	0.87+49.58	0.75+43.43
Vol Pkt Used, %	0.00 (V)	0.00 (V)	0.00 (V)
HE Min Clr, %	18.73	18.73	18.01
HE Total Clr, %	19.60	19.60	18.76
CE Suct Gas Vel, FPM	6530	6530	6945
CE Disch Gas Vel, FPM	5696	5696	6079
CE Spors Used/Max	0/4	0/4	0/4
CE Min Clr, %	19.63	19.63	16.70
CE Total Clr, %	19.63	19.63	16.70
Suct Vol Eff HE/CE, %	65.4/65.4	65.4/65.4	70.9/73.4
Disch Event HE/CE, ms	9.7/11.4	9.7/11.4	10.8/12.8
Suct Pseudo-O HE/CE	4.0/3.8	4.0/3.8	4.7/4.4
Gas Rod Ld Comp, lbf	17154 C	17154 C	28119 C
Gas Rod Ld Tens, lbf	16530 T	16530 T	26280 T
Gas Rod Ld Total, lbf	33684	33684	54393
Xhd Pin Deg/% Rvrsal lbf	174/91.3	172/89.5	141/80.8
Flow Calc, MMSCFD	2.978	2.978	5.955
Cyl BHP	195.5	195.5	368.3

01/03/2008 14:02:19

Note: **BOLD** = Out of Limits, **ITALIC** = Special Appl
 File: C:\Documents and Settings\dcppu\My Documents\Compresión de Gas\Mejoras -
 Proyectos\Boleadoras Baja\3 ene 2008\70923 y 70924 ene 08.run

MMSCFD at 14.70 psia, 60.0 °F
 Gath

Page: 1 of 1
 Case:1 - Pkg:1

1.b Simulación Motor Unidad U-70923

Waukesha

VHP GSI

Customer: [Waukesha Engine](#)
 Project:
 Engine Information:
 Calculated By:
 Date Performed:
 Additional Notes: [IMP ACTUALES CON 780 HP COMPRESION MAS 60 DE CILINDRO DE RECIRCULADO Y 80 DE AERO.](#)

Calculate: ☐ BHP ☒ IMP
 Select Engine Model: [LS790GSI](#)

Required Inputs:	Engine/Size Values	Multiplier	Resultant
Power (Bhp)	920	0.00815	7.488
Intake Manifold Temperature (°F)	130	0.0374	4.862
Engine Speed (RPM)	1000	-0.00533	-5.33
Bhp / RPM	0.92	17.7	16.284
Exhaust Oxygen (dry volume %)		1.34	
Altitude (ft)	1000	0.001	1
Intercept	1	-19.6	-19.6
Calculated Intake Manifold Pressure (inHG gauge)			5
Calculated kW_b			686
Calculated BMEP (psi)			125.9
Calculated BMEP (bar)			8.7

Based on the following data ranges: (Reference Service Bulletin 14-2755B or latest revision)
 65 – 160 psi BMEP
 65 – 130° F Intercooler Water Inlet Temperature
 800 – 1200 RPM Engine Speed
 Standard Natural Gas Ignition Timing
 Exhaust Oxygen (0.3% to 1.3% dry)

*** Accuracy is ±5% on power, and ±2 inHG for intake manifold pressure
 *** The above calculation is intended as a guide for estimating average horsepower or intake manifold pressure for a VHP-GSI engine

2.a. Simulación Compresor U-70924

Ariel

Company:

Hanover

Quote:

Case 1:

7.5.4.2

Ariel

Customer:

Petrobras - Boledoras

Inquiry:

Baja

Project:

caudales

Compressor Data:

Elevation,ft:

1200.0

Frame:

JGK/4

Max RL Tot, lbf:

74000

Rated RPM:

1200

Calc RPM:

1000.0

Barmtr,psia:

14.061

Stroke, in:

5.50

Max RL Tens, lbf:

37000

Rated BHP:

2540.0

Calc BHP:

817

Ambient,°F:

80.00

Rod Dia, in:

2.000

Max RL Comp, lbf:

40000

Rated PS FPM:

1100.0

Calc PS FPM:

916.7

Driver Data:

Type:

Nat. Gas

Mfg:

Wk

Model:

LS108GSI

BHP:

893

Avail:

843 (50)

Services

Baja

Stage Data:

#1

#2

Flow Req'd, MMSCFD

6.200

6.200

Flow Calc, MMSCFD

6.230

6.230

Cyl BHP per Stage

408.2

388.8

Specific Gravity

0.70

0.70

Ratio of Sp Ht (N)

1.2449

1.2429

Comp Suct (Zs)

0.9891

0.9759

Comp Disch (Zd)

0.9852

0.9707

Pres Suct Line, psig

42.00

N/A

Pres Suct Flg, psig

41.00

149.70

Pres Disch Flg, psig

154.42

428.68

Pres Disch Line, psig

N/A

420.00

Pres Ratio F/F

3.050

2.704

Temp Suct, °F

74.80

120.00

Temp Disch, °F

120.00

120.00

Cylinder Data:

Throw 1

Throw 3

Throw 2

Cyl Model

14-1/8K

14-1/8K

11K

Cyl Bore, in

13.625

13.625

11.000

Cyl RDP (API), psig

740.9

740.9

1154.5

Cyl MAWP, psig

815.0

815.0

1270.0

Cyl Action

DBL

DBL

DBL

Cyl Disp, CFM

918.1

918.1

595.0

Pres Suct Int, psig

38.47

38.47

141.62

Temp Suct Int, °F

82

82

126

Suct Zsph

0.9895

0.9895

0.9768

Pres Disch Int, psig

161.00

161.00

448.25

Temp Disch Int, °F

227

227

265

HE Suct Gas Vel, FPM

6727

6727

7240

HE Disch Gas Vel, FPM

5806

5806

6337

HE Spcrr Used/Max

0/4

0/4

0/4

HE Vol Pkt Avail, %

0.87+49.58

0.87+49.58

0.75+43.43

Vol Pkt Used, %

0.00 (V)

0.00 (V)

0.00 (V)

HE Min Ctr, %

18.73

18.73

18.01

HE Total Ctr, %

19.60

19.60

18.76

CE Suct Gas Vel, FPM

6582

6582

7001

CE Disch Gas Vel, FPM

5681

5681

6128

CE Spcrr Used/Max

0/4

0/4

0/4

CE Min Ctr, %

19.63

19.63

16.70

CE Total Ctr, %

19.63

19.63

16.70

Suct Vol Eff HE/CE, %

64.9/64.9

64.9/64.9

70.6/73.1

Disch Event HE/CE, ms

9.5/11.2

9.5/11.2

10.7/12.7

Suct Pseudo-Q HE/CE

4.2/4.0

4.2/4.0

4.8/4.5

Gas Rod Ld Comp, lbf

17998 C

17998 C

29621 C

Gas Rod Ld Tens, lbf

17346 T

17346 T

27697 T

Gas Rod Ld Total, lbf

35344

35344

57318

Xhd Pin Deg/%Rvrsal lbf

175/92.4

173/90.5

141/82.1

Flow Calc, MMSCFD

3.115

3.115

6.230

Cyl BHP

204.1

204.1

388.8

2.b Simulación Motor Unidad U-70924

Waukesha

VHP GSI Clear Menu

Customer: **Waukesha Engine**
 Project:
 Engine Information:
 Calculated By:
 Date Performed:
 Additional Notes: **IMP ACTUALES CON 617 HP DE COMPRESION MAS 80 DE AERO MAS 60 DE CILINDRO DE RECIRCULADO 70924**

Calculate: ☐ BHP ☒ IMP

Select Engine Model: **LS108GSI**

Required Inputs:	Engine/Site Values	Multiplier	Resultant
Power (Bhp)	957	0.00893	8.54601
Intake Manifold Temperature (°F)	130	0.0349	4.537
Engine Speed (RPM)	1000	-0.00515	-5.15
Bhp / RPM	0.957	21.6	20.6712
Exhaust Oxygen (dry volume %)		1.36	
Altitude (ft)	1000	0.001	1
Intercept	1	-19.5	-19.5
Calculated Intake Manifold Pressure (inHG gauge)			10
Calculated kW_b			714
Calculated BMEP (psi)			148.4
Calculated BMEP (bar)			10.2

Based on the following data ranges: (Reference Service Bulletin 14-2755B or latest revision)
 65 - 160 psi BMEP
 85 - 130° F Intercooler Water Inlet Temperature
 800 - 1200 RPM Engine Speed
 Standard Natural Gas Ignition Timing
 Exhaust Oxygen (0.3% to 1.3% dry)

** Accuracy is ±5% on power, and ±2 inHG for intake manifold pressure
 ** The above calculation is intended as a guide for estimating average horsepower or intake manifold pressure for a VHP-GSI engine

A Halliburton Company Bhp-Pred v1.1

3.a Simulación Compresor U-70816

Cooper Energy Services - CASCADE for Windows Version 2.3.3.b7
 Reciprocating Compressor Performance Calculation
 Date and time: Fri, Jan 04, 2008 08:54 AM Page 1
 C:\Documents and Settings\dzpu\My Documents\Compresión de Gas\Majoras - Proyecto
 oras Baja\3 ene 2008\70816 con 70923 y 24 Ene 08.csc

70816 Baja CBO Site Elevation(Ft) 1001
 2/1/2008 Barometric Pressure(DpsiA) 14.17
Ambient Temperature(Deg. F) 70.0

Modelacion de Enero 08

Frame Model - **MW64** Number of Throws 4
 Stroke Length (In) 6.000 Gas Rod Load Rating (Lb) 40000
 Connecting Rod Length (In) 14.500 Net Rod Load Rating (Lb) 40000

Cylinders:	Model	PstnsRod Wgt(Lb)	Throw Wgt(Lb)	Frame Eff(%)	Non Lube
1	*1735_17.000_200MWPD	189.0	94.0	95.0	1.00
2	*1735_17.000_200MWPD	189.0	94.0	95.0	1.00
3	*118_8.000_1250MWPD	154.0	94.0	95.0	1.00
4	*118_8.000_1250MWPD	154.0	94.0	95.0	1.00

* - Denotes Cylinder that May Have Longer Lead-Time.

Cylinder Ends:

Stg	Cyl	TH	End	Piston (In)	Rod Valve (In)	Min #	Max #	Clear	Clear	Active	Vol Dev	Qty	Min #	Max #
1	1	4	HE	17.00	0.00	7.00	17.34	114.33	Yes	VVP	1	0.22	97.21	
1	1	4	CE	17.00	2.25	7.00	15.86	15.86	Yes					
1	2	2	HE	17.00	0.00	7.00	17.34	114.33	Yes	VVP	1	0.22	97.21	
1	2	2	CE	17.00	2.25	7.00	15.86	15.86	Yes					
2	3	3	HE	8.00	0.00	4.00	18.08	89.28	Yes	VVP	1	1.33	72.53	
2	3	3	CE	8.00	2.25	4.00	16.89	16.89	Yes					
2	4	1	HE	8.00	0.00	4.00	18.08	89.28	Yes	VVP	1	1.33	72.53	
2	4	1	CE	8.00	2.25	4.00	16.89	16.89	Yes					

Dry Gas Moisture Units
 CpA 9.368 100.000 #Humidity
 CpB 0.00912
 Ax 43.924
 Bx 0.05073
 Sg 0.700

Discharge Flow = 8.430(MMCFD) at 14.700(PsiA) & 60.0(Deg. F)
Required Power = 1116.0 HP at 890.0 RPM Power/Flow = 132.4

Stage	1	2
PdStg (PsiG)	38.000	
PdCyl (PsiG)	37.478	176.274
PdCyl (PsiG)	182.164	423.119
PdStg (PsiG)	176.274	410.000
Ratio	3.801	2.296
Ratio Sp. Heat	1.248	1.242
Ts (Deg. F)	70.000	90.000
TdCyl (Deg. F)	243.113	201.539
TdStg (Deg. F)	90.000	90.000
Zs	0.999323	0.965449
Zd Cyl	0.985297	0.960201
Zd Stage	0.965449	0.923957
VE Min (%)	61.90	79.51
VE Avg (%)	63.22	80.04
EC (%)	90.27	83.56
Power (HP)	680.082	435.922
ULPwr (HP)	0.000	0.000
SFlow (MMCFD)	8.477	8.447
R20K0 (MMCFD)	0.027	0.017
SS (MMCFD)	0.0000	0.0000
Power/Flow	80.226	51.609
Sg	0.69971	0.69987
Sv (Ft3/lb)	18.66017	18.65627
R20 %Humidity	100.0	100.0

Rod Loads : Maximum Gas and Net					Degrees
Cyl	MERT (Lb)	MGRG (Lb)	MNRT (Lb)	MNRC (Lb)	Reversal
1	-34302.8	35614.1	-26603.9	27611.3	168.0
2	-34302.8	35614.1	-26603.9	27611.3	168.0
3	-12647.1	15434.0	-9456.6	13961.6	170.0
4	-12647.1	15434.0	-9456.6	13961.6	170.0

Cyl.	Ends:	Clear	PreR	SucVE	DisVE	DisTemp	Cyl Power	Adiab Suct	Disch	
Stg Cyl	TR End	(*)	(F)	(*)	(*)	(Deg. F)	(MMCFD) (BHP)	(HP) Vlv Q	Vlv Q	
1	1 4	HE	17.3	0.6	61.9	20.4	243.3	2.093 168.1	151.6 4.5	3.4
1	1 4	CE	15.9	0.6	64.6	21.3	242.9	2.146 171.9	155.4 4.3	3.3
1	2 2	HE	17.3	0.6	61.9	20.4	243.3	2.093 168.1	151.6 4.5	3.4
1	2 2	CE	15.9	0.6	64.6	21.3	242.9	2.146 171.9	155.4 4.3	3.3
2	3 3	HE	18.1	0.1	79.5	39.4	202.7	2.182 113.8	94.1 6.4	5.4
2	3 3	CE	16.9	0.1	80.6	40.0	200.3	2.042 104.1	88.0 5.5	4.6
2	4 1	HE	18.1	0.1	79.5	39.4	202.7	2.182 113.8	94.1 6.4	5.4
2	4 1	CE	16.9	0.1	80.6	40.0	200.3	2.042 104.1	88.0 5.5	4.6

Volume Devices / End Deactivation:

Cyl	End	Device	Setting	Cyl	End	Device	Setting
1	HE	VVD	0"	3	HE	VVD	0"
2	HE	VVD	0"	4	HE	VVD	0"

3.b. Simulación Motor Unidad U-70816

Waukesha

VHP GSI

Clear

Menu

Customer: Waukesha Engine
 Project:
 Engine Information:
 Calculated By:
 Date Performed:
 Additional Notes: Calculo de la IMP en base a los HP Teóricos del Compresor 70816

Calculate: ☐ BHP ☒ IMP

Select Engine Model: P9390GSI

Required Inputs:	Engine/Site Values	Multiplier	Resultant
Power (Bhp)	1196	0.00538	8.43448
Intake Manifold Temperature (°F)	140	-0.00255	-0.357
Engine Speed (RPM)	890	-0.00404	-3.5956
Bhp / RPM	1.343820225	11.2	15.050767
Exhaust Oxygen (dry volume %)		1.63	
Altitude (ft)	1000	0.001	1
Intercept	1	-16.4	-16.4
Calculated Intake Manifold Pressure (InHG gauge)			2
Calculated kW _b			892
Calculated BMEP (psi)			113.4
Calculated BMEP (bar)			7.8

Based on the following data ranges: (Reference Service Bulletin 14-2755B or latest revision)
 65 – 160 psi BMEP
 85 – 130 °F Intercooler Water Inlet Temperature
 800 – 1200 RPM Engine Speed
 Standard Natural Gas Ignition Timing
 Exhaust Oxygen (0.3% to 1.3% dry)

** Accuracy is ±5% on power, and ±2 inHG for intake manifold pressure

** The above calculation is intended as a guide for estimating average horsepower or intake manifold pressure for a VHP-GSI engine

4.a. Simulación Compresor U-70891

Ariel Performance		Customer: 70891	
Company: Petrobras	Quote: Jsarubbe	Inquiry: Project: JS	
7.5.4.2	Case 1:		
Compressor Data:		Driver Data:	
Elevation, ft:	1200.0	Barmtr, psia:	14.061
Frame:	JGK/4	Stroke, in:	5.50
Max RL Tot, lbf:	74000	Max RL Tens, lbf:	37000
Rated RPM:	1200	Rated BHP:	2540.0
Calc RPM:	957.0	Calc BHP:	1272
		Ambient, °F:	100.00
		Rod Dia, in:	2.000
		Max RL Comp, lbf:	40000
		Rated PS FPM:	1100.0
		Calc PS FPM:	904.8
		Type:	Nat. Gas
		Mfg:	Waukesha
		Model:	L7042GL
		BHP:	1216
		Avail:	1166 (50)
Services:		Baja Presi	
Stage Data:		#1	
Flow Req'd, MMSCFD	6.000		
Flow Calc, MMSCFD	8.732		
Cyl BHP per Stage	644.0		
Specific Gravity	0.70		
Ratio of Sp Ht (N)	1.2438		
Comp Suct (Zs)	0.9895		
Comp Disch (Zd)	0.9853		
Pres Suct Line, psig	38.50		
Pres Suct Fig, psig	37.50		
Pres Disch Fig, psig	165.98		
Pres Disch Line, psig	N/A		
Pres Ratio F/F	3.492		
Temp Suct, °F	71.00		
Temp Clr Disch, °F	120.00		
Cylinder Data:		Throw 1	
Cyl Model	17-70K		
Cyl Bore, in	17.375		
Cyl RDP (API), psig	454.5		
Cyl MAWP, psig	500.0		
Cyl Action	DBL		
Cyl Disp, CFM	1479.9		
Pres Suct Int, psig	35.09		
Temp Suct Int, °F	80		
Suct Zsph	0.9901		
Pres Disch Int, psig	173.69		
Temp Disch Int, °F	243		
HE Suct Gas Vel, FPM	6750		
HE Disch Gas Vel, FPM	6127		
HE Spcrrs Used/Max	0/6		
HE Vol Pkt Avail, %	0.94+59.76		
Vol Pkt Used, %	5.00 (V)		
HE Min Clr, %	16.86		
HE Total Clr, %	20.78		
CE Suct Gas Vel, FPM	6660		
CE Disch Gas Vel, FPM	6046		
CE Spcrrs Used/Max	0/6		
CE Min Clr, %	17.25		
CE Total Clr, %	17.25		
Suct Vol Eff HE/CE, %	57.1/63.1		
Disch Event HE/CE, ms	8.4/10.6		
Suct Pseudo-Q HE/CE	4.8/4.5		
Gas Rod Ld Comp, lbf	32989 C		
Gas Rod Ld Tens, lbf	32301 T		
Gas Rod Ld Total, lbf	65290		
Xhd Pln Deg/Rvrsal lbf	157/96.8		
Flow Calc, MMSCFD	4.366		
Cyl BHP	322.0		
		Throw 3	
		9-5/8K	
		9.125	
		1154.5	
		1270.0	
		DBL	
		401.0	
		153.50	
		126	
		0.9750	
		491.38	
		267	
		6878	
		6465	
		0/4	
		0.86+49.13	
		No Pkt	
		5.00 (V)	
		No Pkt	
		17.34	
		20.65	
		6548	
		6154	
		0/4	
		18.97	
		18.97	
		67.6/69.7	
		10.3/12.3	
		4.9/4.4	
		22624 C	
		20511 T	
		43135	
		174/82.8	
		4.433	
		280.4	
		Throw 2	
		9-5/8K	
		9.125	
		1154.5	
		1270.0	
		DBL	
		401.0	
		153.50	
		126	
		0.9750	
		491.38	
		267	
		6878	
		6465	
		0/4	
		0.86+49.13	
		No Pkt	
		5.00 (V)	
		No Pkt	
		17.34	
		20.65	
		6548	
		6154	
		0/4	
		18.97	
		18.97	
		67.6/69.7	
		10.3/12.3	
		4.9/4.4	
		22624 C	
		20511 T	
		43135	
		174/82.8	
		4.433	
		280.4	

01/06/2008 13:05:21

Note: **BOLD** = Out of Limits, **ITALIC** = Special Appl
 File: C:\Documents and Settings\jdp\My Documents\Compresión de Gas\Mejoras -
 Proyectos\Boredoras Baja7 ene 2008\70891 7-1-08.rnw

MMSCFD at 14.70 psia, 60.0 °F
 Gath

Page: 1 of 1
 Case: 1 - Pkg 1

4.b. Simulación Motor Unidad U-70891

DRESSER
Waukesha

Waukesha Engine
BHP / IMP Prediction
VHP GL

VHP Instructions
Clear Menu

Customer: BOLEADORAS BAJA
Project: ENSAYO DE CAUDAL DE BAJA
Engine Information: U 70891
Calculated By: JS
Date Performed: 9.1.08 13:10 HS
Additional Notes: ESPACIOS NOCIVOS CERRADOS TOTAL, EN COMPRESOR.

Calculate: ☐ BHP ☒ IMP
Select Engine Model: L7042GL

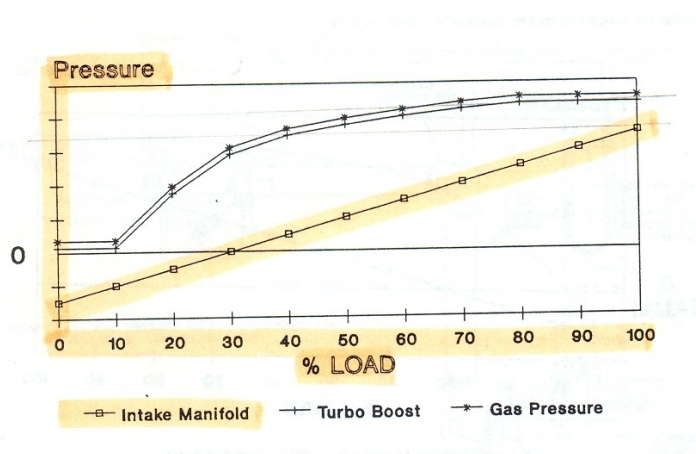
Required Inputs:	Engine/ Site Values	Multiplier	Resultant
Power (Bhp)	1270		
Intake Manifold Temperature (°F)	130	0.0691	8.963
Engine Speed (RPM)	987	0.003	2.961
Bhp / RPM	1.286/27437	35.1	45.164134
Altitude (ft)	1000	0.001	1
Intercept	1	-27.6	-27.9
Calculated Intake Manifold Pressure (inHG gauge)			30
Calculated kW _b			947
Calculated BMEP (psi)			144.8
Calculated BMEP (bar)			10.0

Based on the following data ranges: (Reference Service Bulletin 14-275B or latest revision)
 65 – 160 psi BMEP
 85 – 130 °F Intercooler Water Inlet Temperature
 800 – 1200 RPM Engine Speed
 Standard Ignition Timing
 28:1 (9.8% O₂, dry) Mass Air/Fuel Ratio

** Accuracy is ±5% on power, and ±2 inHG for intake manifold pressure
 ** The above calculation is intended as a guide for estimating average horsepower or intake manifold pressure for a VHP-GL engine

Anexo 3. Intake Manifold Pressure – Presión de Carga de Múltiple de Admisión

Gráfico de la Relación de Potencia entregada en el eje motor (BHP – Load) respecto de la carga en el múltiple de admisión en Psi.



Autores :

Hernán Gros. Ing. De Procesos

Jose Rosado. Supervisor de Producción.

Pablo Asencio. Supervisor de Operaciones Compresión.

Jaime Sarubbe. Ing. De Compresión.

Desarrollo – Caso 2.

Mejoras de Compresión Yacimiento Campo Bola.

Sumario:

La configuración actual del Motocompresor U 77335 del Yacimiento Campo Bola, diseñada originalmente para condiciones de compresión que han quedado fuera de la Curva de Producción de los Pozos del Yacimiento, no permite aprovechar adecuadamente la Potencia Disponible debiéndose rediseñar la curva del compresor en base a las Presiones y Caudal disponible en Campo Bola.

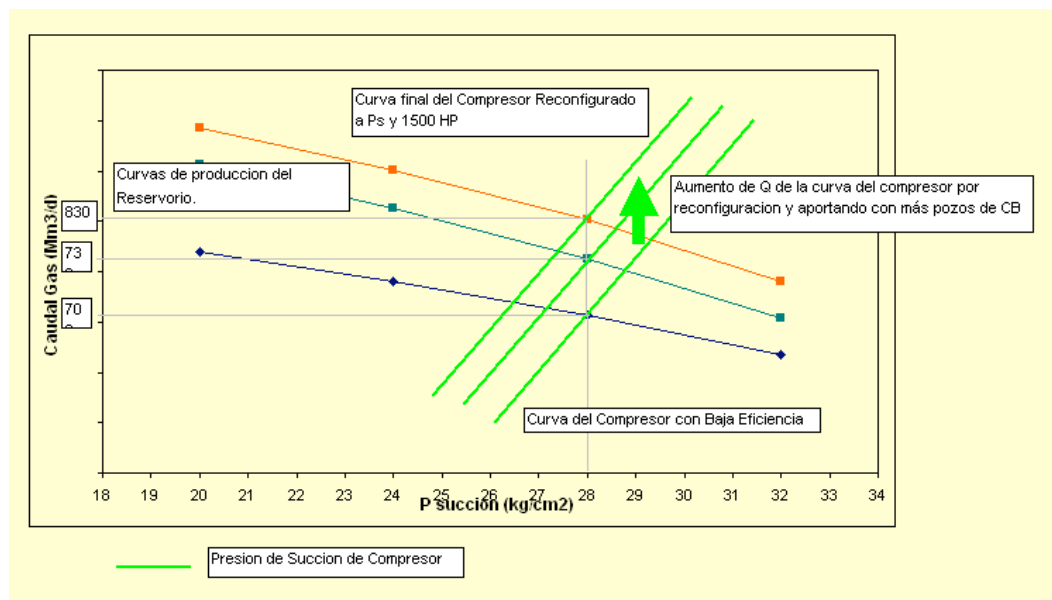
Para analizar la situación y Proponer las Mejoras necesarias, se conforma un equipo de trabajo entre Petrobras, Skanska y Hanover, el que analiza las distintas condiciones de Producción, y las opciones disponibles de la compresión para satisfacer los máximos caudales de gas que sea posible obtener.

El resultado de este trabajo permite aumentar el caudal de gas de producción de 698.000 SMCD a 810.000 SMCD, a una presión de captación de 28 Kg/cm², tomándose para ello 1500 HP del Motor, tal lo establecido en el Contrato de Compresión de Hanover – Petrobras

Objetivo.

Reconfigurar el Motocompresor U 77335, del Yacimiento Campo Bola, conformado por motor Waukesha L7044 GSI y compresor alternativo Ariel JGK4, dos cilindros de 8 3/8” y dos cilindros de 6 1/4”, mediante el trabajo en el mismo con los espacios nocivos variables (VVPK) y las r.p.m. del motor.

Se desea encontrar el punto de operación óptimo que entregue el mayor caudal de compresión, dentro de la Potencia Disponible de la máquina , interceptando la curva de caudal de producción de los pozos de Campo Bola, versus la presión de succión a determinadas r.p.m del compresor.



Resumen.

Mediante la modelación de Performance , en el Software ARIEL de compresión, se simulan distintas condiciones en base a la Máxima Potencia disponible para compresión, para lo cual se deben sumar la Potencia insumida para comprimir gas más la potencia insumida para enfriarlo en el intercambiador de calor del equipo (Aeroenfriador).

El análisis de las energías puestas en juego solicita derate del motor a gas, en base al poder calorífico del gas combustible en uso.

Para realizar los trabajos de test para el proceso de compresión en Campo Bola, se calibran todos los manómetros involucrados, tanto en Separadores como en el compresor, identificándose el gradiente de presión que se establece en el sistema.

Una vez determinados los trabajos a realizar, se realizan las operaciones en Campo Bola para reconfigurar las condiciones originales del compresor:

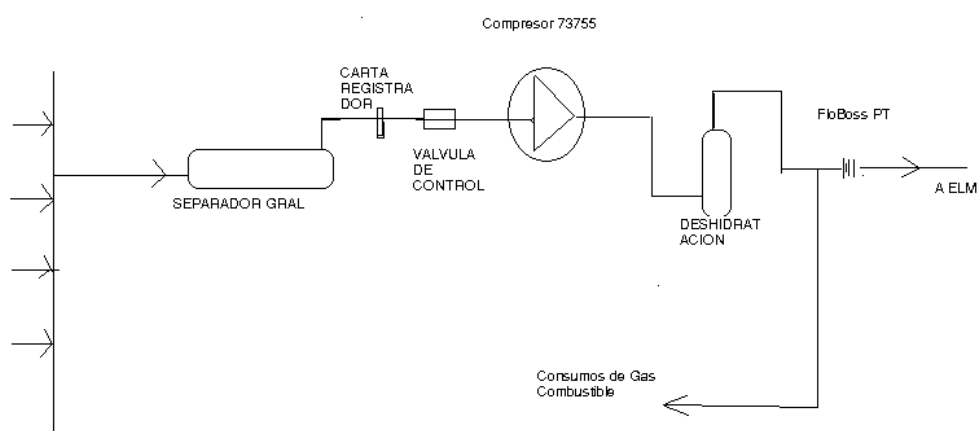
Acción simple en los dos cilindros de lado izquierdo, y espacio nocivo al 50 % en un cilindro de 8 3/8”.

La configuración final optima para producir el reservorio por compresión , es la de habilitar los efectos anulados , y dejar los espacios nocivos al 64% abiertos en los cilindros 1 y 3 , y al 60% abiertos en los cilindros 2 y 4.

Análisis de Antecedentes.

En Campo Bola se registra una Presión de Succión de 27 kg/cm², y una Presión de descarga de 60 kg/cm², midiéndose en el Trasmisor de Caudal FloBoos al Scada, un caudal de gas natural Std. de 698.000 m³/día, a los que se deben sumar 8.800 m³/día que es el consumo de Campo Bola, para gas combustible de motor y hornos.

Diagrama esquemático del proceso de gas de Campo Bola:



Desarrollo de los Trabajos :

Se detallan a continuación las variaciones al compresor y la respuesta de los Pozos de Campo Bola : Para obtener la presión de succión y el caudal de producción se incorporaron los Pozos Campo Bola 3 y 5.

Unidad 73755												
Motor Waukesha L7044GSI												
Compresor ARIEL JGK4 2 - 8 3/8 K - 2 6 1/4 K												
Fecha	rpm	Ps	CE/HE	Pd	FloBoss	Ts	Caudal Teoric	% WPkT	HP Tabla	Vac psi	Wk.1	HP en uso
Comienzo	1080	27.0 kg/cm ²	NA	59 kg/cm ²	698000 SMCD	30 °C	707760 SMCD	25%-1	1462	NA	NA	1196
Tec-Max	1200	27.0 kg/cm ²	NA	60 kg/cm ²	NA	25 °C	814560 SMCD	0	1630	NA	NA	1489
Sobrecarga	1075	24.0 kg/cm ²	DBL	59 kg/cm ²	770000 SMCD	25 °C	793968 SMCD	50%-2	1455	6.5-7.5	1405	1521
Intermedia	1080	26.0 kg/cm ²	DBL	58 kg/cm ²	836000 SMCD	23 °C	843360 SMCD	50%-4	1462	5.5-7.0	1384	1503
Final	1080	26.0 kg/cm ²	DBL	58 kg/cm ²	836000 SMCD	24 °C	821976 SMCD	64%-2-60%-2	1462	6.5-7.5	1407	1456

Corrida Final del Software de Modelación de Compresor Ariel :

Company: Petrobras		Customer: ELM	
Quote: 73755 - CBola		Inquiry: Nievas	
Case 1:		Project: Sarubbe	
Compressor Data:			
Elevation, m:	1200.0	Barmtr, kg/cm2a:	0.893
Frame:	JGK34	Stroke, mm:	139.70
Max RL Tot, kgf:	33566	Max RL Tens, kgf:	16783
Rated RPM:	1200	Rated BHP:	2540.0
Calc RPM:	1080.0	Calc BHP:	1455
		Ambient, °C:	37.78
		Red Dis, mm:	50.800
		Max RL Comp, kgf:	18144
		Rated PS m/s:	5.6
		Calc PS m/s:	5.0
Driver Data:			
		Type:	Nat. Gas
		Mfg:	Waukesha
		Model:	7044GSI
		BHP:	1512
		Avail:	1462 (50)
Services			
Stage Data:			
Flow Req'd, Sm3/h	24737.180		
Flow Calc, Sm3/h	34249.039		
Cyl BHP per Stage	1433.3		
Specific Gravity	0.69		
Pres Suct Line, kg/cm2g	26.00		
Pres Suct Flg, kg/cm2g	26.00		
Pres Disch Flg, kg/cm2g	59.70		
Pres Disch Line, kg/cm2g	59.00		
Temp Suct, °C	24.00		
Temp Disch Intl, °C	101	102	97
Cylinder Data:			
	Throw 1	Throw 2	Throw 3
Cyl Model	8-3/8K	8-3/8K	6-1/4K
Cyl Bore, mm	212.725	212.725	158.750
Cyl MAWP, kg/cm2g	133.2	133.2	144.1
Cyl Action	DBL	DBL	DBL
HE Vol Pkt Avail, %	0.72+40.50	0.72+40.50	0.56+39.93
Vol Pkt Used, %	63.00 (V)	60.00 (V)	64.00 (V)
HE Total Clr, %	42.65	41.28	43.48
CE Total Clr, %	18.32	18.16	20.95
Suct Vol Eff HE/CE, %	57.6/78.3	58.7/78.4	56.9/76.0
Disch Event HE/CE, ms	9.6/13.3	9.7/13.3	9.6/13.1
Suct Pseudo-Q HE/CE	8.6/7.6	9.2/8.1	5.6/4.5
Gas Rod Ld Comp, kgf	14972 C	15081 C	8267 C
Gas Rod Ld Tens, kgf	13068 T	13170 T	6374 T
Gas Rod Ld Total, kgf	28039	28250	14642
Xhd Pin Deg/%RvrsI, kgf	175/97.7	174/99.3	175/67.8
			175/67.7

Valores Finales de carga de Potencia del Motor Waukesha L7044 GSI , en el Software de simulación Waukesha One.

Waukesha Engine
BHP / IMP Prediction
VHP Series Four

VHP Instructions
Clear Menu

Calculate: ☒ BHP ☐ IMP
Select Engine Model: L7044GSI

Required Inputs:	Engine/Site Values	Multiplier	Resultant
Intake Manifold Pressure (inHG gauge)	7.5	45.99	344,925
Intake Manifold Temperature (°F)	72	-1,368	-98,496
Engine Speed (RPM)	1080	1,06	1144,8
Ignition Timing (°BTDC)	12	10,632	127,584
Waukesha Knock Index™ (WKITM)	71.63	-2,81	-201,2803
Exhaust Oxygen (dry volume %)	0.22	-58,05	-12,771
Altitude (ft)	50	-0,046	-2,3
Intercept	1	104,94	104,94
Calculated Bhp			1407
Calculated kW_b			1049
Calculated BMEP (psi)			146,6
Calculated BMEP (bar)			10,1

Valores disponibles para Modelar el Motor Waukesha L 7044 GSI, en base a la cromatografía y calidad del Gas Combustible:

File Operations Window

Hydro-Carbons

	Vol. or Mole %
CH4 Methane	81.61
C2H6 Ethane	5.46
C3H8 Propane	2.85
I-C4H10 Iso-Butane	1.12
N-C4H10 N-Butane	1.04
I-C5H12 Iso-Pentane	.52
N-C5H12 N-Pentane	.28
C6H14 Hexane	.31
C7H16 Heptane	.2
C2H4 Ethene	0.0
C3H6 Propene	0.0
Total	93.39

Non Hydro-Carbons

N2 Nitrogen	6.48
O2 Oxygen	.13
He Helium	0.0
CO2 Carbon Dioxide	0.0
CO Carbon Monoxide	0.0
H2 Hydrogen	0.0
H2S Hydrogen Sulfide	0.0
H2O Water	0.0
Total	100

Waukesha **DRFSSER**

WKI™ : 71.63

SLHV: 1000.08 BTU/ft³

SLHV: 39.32 MJ/m³

LHV: 1017.79 BTU/ft³

LHV: 40.02 MJ/m³

Caution Messages

☒ Heavy

☐ H2S Concentration

☐ Non CH4 HC Combustibles

☐ Water Vapor

General Information

Today : 09/03/2007

Customer: CBola

Project: 73755

Calc. By: Jaime Sarubbe

Phone #: int 249

Sample #: 24/8/07

SAA #: Date: 09/03/2007

OK Cancel

Gas Composition OK

PTG BLV Universal

Puesto Peter

Todos

Contratos

Cursos Compresión de Gas

Cromatografía del Gas de Campo Bola :

Yacimiento		ELM	CB	CB	CB	CSO
Lugar		Salida de Planta	Salida de Planta	CB-19	CB-21	CSO-43
Tomada		24/08/2007	24/08/2007	24/08/2007	24/08/2007	24/08/2007
Presión		57	60	30	31	45
Temperatura		17.00	36	25	30	35
Caudal		185400	29000	42000	41600	4743.2
Pcalorífico	ISO 6976	9926	9998	9784	10098	9670
Gravedad Esp.	ISO 6976	0.690	0.696	0.681	0.702	0.648
Peso Molecular	GPSA	19.98	20.17	19.73	20.34	18.78
Sulfuro de Hidrogeno	ASTM 4811					
Vapor de Mercurio	NIC					
Vapor de Agua	ASTM 4888					
Pto Rocio Agua	ASTM 1142					
Pto Rocio Hc	SRK					
Nitrogeno	ASTM 1945	6.34	6.48	6.53	6.37	4.27
Anh. Carbonico	ASTM 1945	0.14	0.13	0.12	0.12	0.08
Metano	ASTM 1945	81.65	81.61	82.48	81.07	87.64
Etano	ASTM 1945	5.67	5.46	5.44	5.58	4.08
Propano	ASTM 1945	3.03	2.85	2.70	3.13	1.80
Iso Butano	ASTM 1945	1.19	1.12	0.96	1.25	0.65
Normal Butano	ASTM 1945	1.09	1.04	0.84	1.16	0.60
Iso Pentano	ASTM 1945	0.46	0.52	0.38	0.57	0.29
Normal Pentano	ASTM 1945	0.23	0.28	0.19	0.30	0.15
Hexanos	ASTM 1945	0.15	0.31	0.22	0.30	0.20
Heptanos	ASTM 1945	0.04	0.14	0.10	0.12	0.14
Octanos	ASTM 1945	0.01	0.06	0.04	0.03	0.10
Total		100.000	100.000	100.000	100.000	100.00
Observaciones:						Consumo

Conclusiones.

En base al estudio de la modelación en el Software de Compresión, se ha determinado el punto óptimo de operación de la compresión en base a Caudal, Presión de Succión, Descarga , revoluciones de motor , versus la respuesta dinámica de los Pozos de Producción de Gas de Campo Bola.

Autores:

Verónica Frizan. Ing. De Producción
Marcelo Menchi . Ing. De Reservorio
Alberto Nievas. Superv. De Producción.
Jaime Sarubbe. Ing. De Compresión.
Rolando Ruiz. Encargado De Planta.
Ernesto Perez. Supervisor De Skanska.
Paulo Casas. Superintendente De Hanover Compresion.
Alejandro Saldivia. Supervisor De Compresion Hanover .

Currículo Autor del Trabajo.

Jaime Sarubbe, Ingeniero Electromecánico UTN.
Actualmente , Ing. De Mantenimiento y Proceso de Compresión. Petrobras Energía.