

Determinación de condensados generados en los módulos de compresión y en el transporte del gas de la RMSO hacia el CPTG Atasta

José Antonio Suriano García

jose.antonio.suriano@pemex.com

Sergio López Ramírez

sergio.lopez@pemex.com

*Gerencia de Administración del Conocimiento, Subdirección de Gestión de Recursos Técnicos,
Pemex Exploración y Producción*

Felipe Cruz Sesma

felipe.cruzs@pemex.com

Activo de Producción Abkatun Pol Chuc

Edgar Chena Saqui

edgar.chena@pemex.com

Activo de Producción Litoral de Tabasco

Rafael Rodríguez García,

rafael.rodriguez@pemex.com

Gerencia de Coordinación Operativa, SPRMSO

Selene del Carmen Lazaro Cornelio

pexsclazaroc01@pemex.com

Omar Conde Sánchez

pexocondes01@pemex.com

Tomás Hernández Hernández

pexthernandezh01@pemex.com

José Arturo Alejandro Rodríguez y Cruz

pexjarodriguezc01@pemex.com

Sergio Alejandro Ávila y Méndez

pexsaavilay02@pemex.com

Universidad Autónoma del Carmen, Cd. del Carmen, Campeche, México

Información del artículo: recibido: diciembre de 2015-aceptado: enero de 2016.

Resumen

La Región Marina Suroeste (RMSO) cuenta con doce módulos de compresión con diferentes capacidades que manejan a diversas condiciones de operación, asimismo, su funcionalidad está ligada a las distintas composiciones del gas húmedo amargo, se debe a que en cada una de las instalaciones superficiales de producción convergen diferentes campos de producción de los Activos, y por ende, cada uno de sus módulos envía diferentes gastos de gas y se recuperan en cada una de sus etapas de compresión diferentes gastos de líquidos, (condensado y agua).

Por lo antes mencionado, es muy importante cuantificar el gasto de condensados de cada una de las instalaciones de los sistemas de compresión que se reintegran a batería, así como, el gasto de condensados que se generan al enviar el gas húmedo amargo de la RMSO al CPTG Atasta, con la finalidad de minimizar la incertidumbre de los gastos de condensados, tanto por Activos de producción de la RMSO como por cada una de las regiones marinas.

Por lo cual se llevó a cabo un estudio técnico conjuntamente entre los Activos de Producción, GCO-RMSO y la GAC con la finalidad de determinar el potencial de gasto de licuables en cada una de las corrientes de gas que se generan en los módulos de compresión, así como el que se genera en el transporte desde Pol – A Compresión hasta el CPTG Atasta, con el propósito de que los resultados obtenidos se analicen en conjunto tanto por Activos de la RMSO como por las Regiones Marinas, con la finalidad de que se concilie el porcentaje correspondiente a cada Activo de Producción acorde al gasto de gas que envía y/o entrega.

Por tal motivo, utilizando la red integral de manejo, acondicionamiento, transporte y distribución de los fluidos de producción de la RMSO, actualizada y elaborada con el Simulador de procesos por la GAC con información técnica proporcionada por los Activos de Producción, se han llevado a cabo cuatro estudios técnicos en los últimos tres años, con el objetivo de determinar los gastos de condensados de la RMSO. Por lo tanto, estos estudios técnicos presentan el análisis y validación de los resultados obtenidos de los escenarios realizados para la obtención de los licuables del gas húmedo amargo de cada módulo de compresión, así como de los generados en el manejo y transporte al CPTG Atasta, lo que permitirá contar con más elementos y/o herramientas para determinar los gastos de condensados que se generan en el gas de la RMSO.

Palabras clave: Gas, condensados, compresión, Atasta.

Determination condensate generated in the compression modules and gas transportation of RMSO to the CPTG Atasta

Abstract

Southwest Marine Region (RMSO) has twelve compression modules with different capacities operating at various operating conditions, also, its operation and functionality is linked to the different compositions of sour wet gas, this is because in each of surface production facilities converge different fields of production active, and therefore each of its modules sends different gas flowrate and recovered in each of their stages of compression different flow liquids (condensate and water).

As mentioned above, it is very important to quantify the flow of condensate each of the facilities of compression systems that are returning to Battery, as well as flow generated condensate while sending sour wet gas to the RMSO to CPTG Atasta, in order to minimize uncertainty condensate flow production active therefore the RMSO as each of the Marine Regions.

Therefore it was held a technical study jointly production active, GCO-RMSO and the GAC in order to determine the potential liquefiable flow in each of the gas streams generated in the compression modules and which is generated by transport from Pol - A Compression to CPTG Atasta, with the purpose that the results are analyzed together so Active RMSO as Marine Regions in order that reconciles corresponding porcentaje to each Production Active of according to gas flowrate that send and/or delivery.

Therefore, using the Integrated Network Management, Packaging, Transportation and Distribution of production fluids from the RMSO updated and developed with the process simulator for the GAC with technical information provided by the production active, have been carried out four technical studies in the last three years with the objective of determining the flow of the RMSO condensates. Therefore, these studies present technical analysis and validation of the results of the scenarios performed to obtain liquefiable sour wet gas compression of each module, as well as those generated in the handling and transportation to CPTG Atasta, allowing have more elements and / or tools for determining the flow of condensates generated in the gas of the RMSO.

Keywords: Gas, condensate, compresión, Atasta.

Antecedentes

La Región Marina Suroeste (RMSO) cuenta con doce módulos de compresión instalados en las plataformas Abkatun – A Permanente Gas, Abk – A Compresión y Pol – A Compresión del APAPCH y Abkatun-D Permanente de APLT, estos módulos distribuyen el gas húmedo amargo de la RMSO hacia el CPTG Atasta.

Los módulos de compresión tienen diferentes capacidades y operan a diversas condiciones, así mismo, la operación y funcionalidad está ligada a las distintas composiciones del gas húmedo amargo, debido a que en cada una de las instalaciones superficiales de producción convergen diferentes campos de producción de los Activos, y por ende, cada uno de sus módulos envían diferentes gastos de gas y se recuperan en cada una de sus etapas de compresión diferentes gastos de líquidos (condensado y agua).

Hoy en día no se cuenta con equipo de medición independiente para las corrientes de líquidos que se generan en el manejo y transporte del gas húmedo amargo proveniente de los sistemas de compresión de la RMSO, así como, de los sistemas de la Plataforma de Pol – A Compresión hasta el CPTG Atasta; por consiguiente es importante cuantificar gasto de condensados de cada una de las instalaciones de los sistemas de compresión que se reintegran a batería, así como, del gasto de condensados que se generan al enviar el gas húmedo amargo de la RMSO al CPTG Atasta, con la finalidad de minimizar la incertidumbre de los gastos de condensados tanto por Activos de producción de la RMSO como de las Regiones Marinas.

Actualmente, el volumen promedio de gas que la SPRMSO entrega al CPTG Atasta representa un 60% del total que este Centro de Proceso envía hacia Pemex Gas y Petroquímica Básica (PGPB); sin embargo, actualmente el volumen de condensados reportados para dicha corriente oscila alrededor del 31% en promedio, lo anterior ha repercutido en el incumplimiento del programa de entrega de condensados del APAPCH.

Con base a lo antes mencionado, la Coordinación de Operación de Pozos e Instalaciones de Explotación (COPIE) del área de gas del APAPCH, solicitó apoyo técnico a la Gerencia de Administración del Conocimiento (GAC), con la finalidad de desarrollar un estudio técnico para determinar el potencial de licuables en cada una de las corrientes de gas que se generan en los módulos de compresión, así como el que se genera en el transporte desde Pol – A Compresión

hasta el CPTG Atasta, con el propósito de que los resultados obtenidos se analicen en conjunto tanto por Activos de la RMSO como por las Regiones Marinas con la finalidad de conciliar el porcentaje correspondiente a cada Activo de Producción acorde al gasto de gas que envía y/o entrega.

Por tal motivo, para determinar los gastos de condensados asignado al APAPCH, APLT y a la RMSO, personal del área de diseño de instalaciones de la GAC, haciendo uso de la red integral de manejo, acondicionamiento, transporte y distribución de los fluidos de producción de la RMSO, elaborada y actualizada con el simulador de procesos, ha realizado cuatro estudios técnicos en los últimos tres años, enfocados en la determinación de condensados de la RMSO, procediendo a actualizar sus aforos de producción, condiciones de operación, filosofía de operación, caracterización del aceite crudo, así como los análisis cromatográficos de gas hasta C10+ pesados, proporcionados por los activos de producción.

Por lo tanto, estos estudios técnicos presentan el análisis y la validación de los resultados obtenidos de los escenarios realizados para obtención de los licuables del gas húmedo amargo de cada módulo de compresión, así como, de los generados en el manejo y transporte al CPTG Atasta, lo que permitirá contar con más elementos y/o herramientas para determinar los gastos de condensados que se generan en el gas de la RMSO.

Objetivo

Determinar los gastos de condensados interetapas generados durante el proceso de compresión, así como cuantificar los condensados generados por transporte del gas de la SPRMSO desde las instalaciones costa afuera al CPTG Atasta.

Desarrollo

Modelo Integral de la RMSO

En cada uno de los cuatro estudios técnicos se actualizó el Modelo Integral de la RMSO en el Simulador de Procesos (actualizado a junio y octubre 2011, abril y agosto 2013), por lo cual se realizaron diferentes escenarios con la finalidad de determinar los gastos de condensados en cada uno de los módulos de compresión, así como, los generados por efecto del transporte por el gasoducto de 36"Φ x 71.150 km de Pol-A compresión al CPTG Atasta.

Con el modelo integral de la RMSO actualizado, se llevaron a cabo cuatro escenarios para la determinación de los licuables (condensados-agua) en cada una de las etapas de los módulos de compresión de la RMSO, para junio y octubre 2011 y seis escenarios para abril y agosto 2013.

Finalmente, para cada uno de los escenarios antes mencionados se determinó la cantidad de condensados generados en el transporte por el gasoducto de 36"Φ x 71.150 km de Pol – A Compresión al CPTG Atasta.

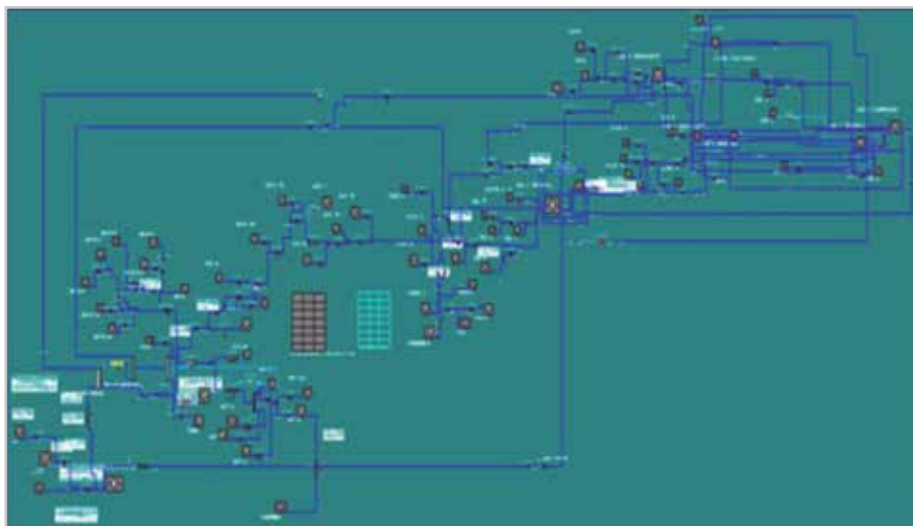


Figura 1. Modelo integral de la RMSO.

Análisis cromatográficos de gas húmedo amargo de la RMSO

A continuación se presenta un análisis del cálculo de licuables partiendo de los análisis cromatográficos del gas húmedo amargo desde el 2010 hasta 2013, de los puntos principales de las instalaciones superficiales de producción de los Activos de producción Abkatun Pol – Chuc (APAPCH) y Litoral de Tabasco (APLT) de los cuatro estudios técnicos elaborados en el 2011 - 2013.

Análisis cromatográficos de gas para el estudio técnico 2010 - 2013

A continuación se presenta el cálculo de licuables del análisis cromatográficos de gas húmedo amargo para los cuatro estudios técnicos:

- 1.- Análisis composicional hasta C6+ pesados y C10+ pesados elaborado en diciembre del 2010.
- 2.- Análisis composicional hasta C10+ pesados realizado en septiembre del 2011.
- 3.- Análisis composicional hasta C10+ pesados realizado en el periodo de enero–mayo del 2013.
- 4.- Análisis composicional hasta C10+ pesados realizado en el periodo febrero–junio del 2013.

Cabe mencionar que a partir del segundo estudio técnico se integraron más puntos de muestreo de las principales instalaciones superficiales de producción.

A continuación se presentan los gastos de licuables obtenidos en cada uno de los estudios realizados.

Tabla 1. Licuables obtenidos de los análisis cromatográficos de gas de la RMSO de diciembre 2010.

CÁLCULO DE LICUABLES DEL APAPCH			
	PUNTO DE MUESTREO	C6 +PESADOS	C10 +PESADOS
	ANÁLISIS NOVIEMBRE 2010	(BBL/MMPC)	(BBL/MMPC)
1	Gas de Abk - N1	35.514	
2	Abk - A Permanente	79.886	
3	Pol - A Enlace		91.232
4	Pol - A Temporal R-1	40.354	
5	Pol - A Temporal R-2	76.864	

Tabla 2. Licuables obtenidos de los análisis cromatográficos de gas de la RMSO de septiembre 2011.

	PUNTO DE MUESTREO	C10 +PESADOS
	ANÁLISIS SEPTIEMBRE 2011	(BBL/MMPC)
1	Pol-A Compresión Gas General Alta (Cabezal Succión de Módulos)	47.317
2	Pol-A Compresión Gas General Cabezal Descarga Módulos	27.342
3	Abk – A Permanente Gas General de Alta	55.360
4	Abk – A Permanente Gas Baja Salida IPC – 75	171.343
5	Abk – A Permanente Gas General de Alta (Cabezal Succión Módulos)	119.662
6	PM Gas General Cabezal Descarga Módulos 5 y 6	35.014
7	Abk – A Compresión Gas General de Alta	41.315
8	Abk – A Compresión Gas General Cabezal Descarga Módulos	25.962

Tabla 3. Licuables obtenidos de los análisis cromatográficos de gas de la RMSO de enero-mayo 2013.

CÁLCULO DE LICUABLES DE LOS ACTIVOS DE PRODUCCIÓN APCH y LT		
	PUNTO DE MUESTREO	C10 +PESADOS
	ANÁLISIS ENERO – MAYO 2013	(BBL/MMPC)
1	Abk- D Perm Salida del Separador de Primera Etapa	27.567
2	Abk-A Compresión Gas General de baja	68.389
3	Abk- A Permanente Gas de Baja Salida del Rectificador	107.131
4	Abk- A Permanente Gas de Alta Salida del Rectificador	59.819
5	Pol – A Compresión Cabezal de Succión de Módulos Gas de Baja	120.097
6	Pol – A Compresión Salida del Separador FA-4205-B	55.329

Tabla 4. Licuables obtenidos de los análisis cromatográficos de gas de la RMSO de febrero - junio 2013.

CALCULO DE LICUABLES DE LOS ACTIVOS DE PRODUCCIÓN APCH y LT		
	PUNTO DE MUESTREO	C10 +PESADOS
	ANÁLISIS JUNIO 2013	(BBL/MMPC)
1	Abk- A Permanente Gas General de Baja	965.716
2	Abk-A Permanente Gas General de Alta Cabezal	55.99
3	Abk- A Compresión Gas General de Alta (Cabezal)	37.297
4	Pol- A Compresión Entrada a Separadores	57.514

Con estos análisis comparativos de los análisis cromatográficos de gas extendidos hasta C6+ pesados y C10+ pesados, se observa que entre más extendido se lleve a cabo el análisis cromatográfico de gas, se obtiene una mayor cantidad de licuables, por consiguiente, se minimiza la incertidumbre en la determinación de la cantidad de licuables.

Instalaciones de los sistemas de compresión de la RMSO

La RMSO cuenta con doce módulos de compresión para el manejo del gas húmedo amargo de los Activos de Producción Litoral de Tabasco y Abkatun Pol – Chuc, instalados y operando de la manera siguiente:

Los módulos 1, 2, 3 y 4 con una capacidad total de manejo de 420 MMPCSD están ubicados en la plataforma Abk – A compresión.

Los módulos de compresión 5 y 6 con una capacidad de compresión de 105 MMPCSD cada uno, se encuentran ubicados en la plataforma Abkatun – A permanente gas.

Los módulos 7 y 8 se encuentran en la plataforma Abkatun-D permanente del APLT con una capacidad instalada de compresión de 110 MMPCD cada uno.

Finalmente, los módulos 9, 10, 11 y 12 con una capacidad total de 360 MMPCSD se ubican en la plataforma Pol – A compresión.

Por lo cual, el equipo de trabajo adscrito a la GAC de la SGRT se dio a la tarea de actualizar el modelo integral de la RMSO desde la plataformas, ductos e instalaciones superficiales de producción en un simulador de procesos, con base en los aforos de producción por pozo, condiciones de operación, (P, T y Q), análisis cromatográficos de gas hasta con C10+ pesados y caracterización del aceite crudo tipo Assay proporcionados por ambos Activos de Producción.

Tabla 5. Distribución de equipos de compresión de la RMSO.

COMPLEJO PLATAFORMA	Nº.	CLAVE	SERVICIO	CAPACIDAD C/MÓDULO	CAPACIDAD TOTAL	VEL. (PPM)	POTENCIA BRP	FABRICANTE COMPRESOR	FABRICANTE TURBINA	FABRICANTE GEN. DE GAS	T DIS. (°C)	P SUCC (KG/CM²)	P DESC (KG/CM²)
ABKATÓN-A COMPRESIÓN	2	66-4301 J.S.	Baja presión	6 MMPCD	12 MMPCD		4360	3X3				13	6.0
	6	66-4302 J.S./C.D.	Alta presión 1ª etapa	M-1-62 MMPCD	420 MMPCD			INGERSOLL-RAND	INGERSOLL-RAND	GENERAL ELECTRIC		50	26.0
	6	66-4303 J.S./C.D.	Alta presión 2ª etapa	M-4-102 MMPCD				INGERSOLL-RAND				250	66.0
ABKATÓN-A PERMANENTE	1	66-4301 J.S.	Baja presión	10 MMPCD	12 MMPCD		575	DEVAL				13	6.0
	2	66-4302 J.S.	Alta presión 1ª etapa	M-1-102 MMPCD	240 MMPCD		6967	DEVAL	GENERAL ELECTRIC	GENERAL ELECTRIC		48	22.5
	2	66-4302 J.S.	Alta presión 2ª etapa	M-4-102 MMPCD			6647	DEVAL				251	71.0
ABKATÓN-D PERMANENTE	2	66-401 J.S.R.	Baja presión	27 MMPCD	44 MMPCD		922	SOLAR ALTURNO				15	6.0
	2	C-101	Alta presión 1ª etapa	M-7-16 MMPCD	220 MMPCD			NUOVO PIGNONE				65	15.0
	2	C-102	Alta presión 2ª etapa	M-8-16 MMPCD			1525	NUOVO PIGNONE	NUOVO PIGNONE	GENERAL ELECTRIC		5.0	30.0
	2	C-103	Alta presión 2ª etapa					NUOVO PIGNONE				26.0	77.0
ABKATÓN-A TBMFORAL	1		Baja presión	102 MMPCD	110 MMPCD	1660	110	SOLAR	SOLAR	SOLAR		20	6.0
POL-A-COMP	6	66-4301 J.S./C.D.	Baja presión 1ª etapa		210 MMPCD	9125	445	DEVAL	DEVAL ELECTRIC		7667	10.54	150
	6	66-4301 J.S./C.D.	Baja presión 2ª etapa				1626	DEVAL	DEVAL ELECTRIC				
	6	66-4302 J.S./C.D.	Alta presión 1ª etapa	M-180 MMPCD				DEVAL	DEVAL ELECTRIC				
	6	66-4302 J.S./C.D.	Alta presión 2ª etapa	M-280 MMPCD				DEVAL	DEVAL ELECTRIC				
	6	66-4302 J.S./C.D.	Alta presión 2ª etapa	M-360 MMPCD	360 MMPCD	1825	1625	DEVAL	DEVAL ELECTRIC			66	160.0
ABK-1A-PTB	2	S/N	COMPRESIÓN ALTA PRESIÓN		60 MMPCD	1500	1660	DEVAL	CENTAURO 402/460V		T=2080 T=2100/155		158.8
CAPACIDAD TOTAL DE COMPRESIÓN (ALTA PRESIÓN)				1210 MMPCD		CAPACIDAD DE GAS DE IN				SUMMPCD			
CAPACIDAD TOTAL DE COMPRESIÓN (BAJA PRESIÓN)				70.6 MMPCD									

Envío de gas de la RMSO al CPTG Atasta

El gas húmedo amargo de Abk-D se transporta por un gasoducto hacia Abk-A compresión, al cual se integra el gas húmedo amargo comprimido de Abk-A permanente gas, para posteriormente, enviarse hacia Pol - A compresión.

Por consiguiente, el manejo, transporte, acondicionamiento y distribución del gas húmedo amargo de la RMSO, en Pol - A compresión, se interconectan las corrientes comprimidas del gas húmedo amargo de Abk - D, Abk - A permanente gas y Abk-A compresión para finalmente enviarse por un gasoducto de 36" Φ x 71.15 Km. hacia CPTG Atasta.

En las diferentes corrientes de gas húmedo amargo de la RMSO en el momento que convergen en Pol - A compresión existe un gradiente en presión y temperatura, por sus diferentes condiciones de operación de (presión, temperatura y gastos), así como, por las distintas composiciones de cada corriente, lo que ocasiona una formación de líquidos en las corrientes de gas al momento de su envío hacia el CPTG Atasta, de la misma manera se generan licuables en el transporte del gasto de gas por el gasoducto de 36" Φ x 71.15 Km, mostrando durante el transporte un patrón de flujo estratificado y a una velocidad promedio de 26.0 ft/s, teniendo como consecuencia, mayor formación de líquidos a la llegada al CPTG Atasta.

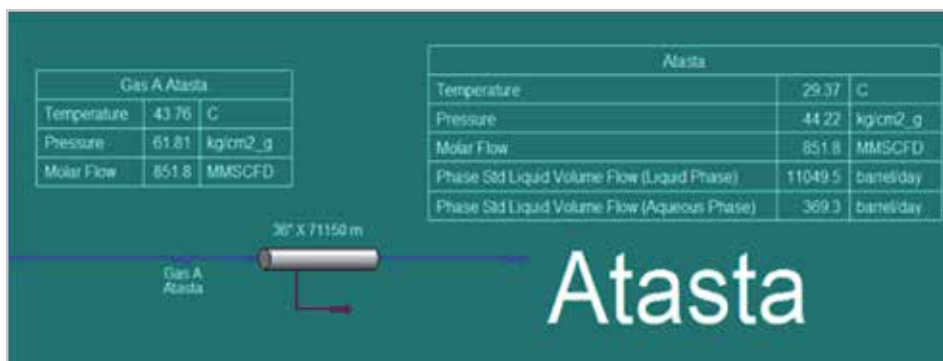


Figura 2. Envío de gas de la RMSO al CPTG Atasta.

Determinación del gasto de condensados de la SPRMSO

Para la determinación del APAPCH y APLT, se realizó un análisis de cada uno de los doce módulos de compresión en base a sus condiciones de operación como son la presión, temperatura, gastos y principalmente en el análisis cromatográfico del gas hasta C10+ pesados, considerando desde sus etapas de separación de los fluidos de producción, rectificación del gas de primera o segunda etapa y/o de las recuperadoras de vapores donde se integran los gases de baja y alta presión antes de llegar a succión de los sistemas de compresión, con la finalidad de tener un análisis cromatográfico de gas lo más representativo en los sistemas de compresión.

Determinación de los condensados de los módulos de compresión del APAPCH junio 2011

Con los análisis cromatográficos de gas de diciembre 2010, se realizó el primer análisis técnico en la determinación del gasto de condensados que se generan en cada una de las

etapas de los módulos de compresión, en la siguiente tabla se muestra que en los módulos de Abk – A Permanente Gas están trabajando los dos módulos de compresión con un gasto de 103.8 MMPCSD cada uno, generando en el módulo 5 un gasto de 150 bpd de licuables y en el módulo 6 una cantidad de condensados de 218 bpd, siendo la diferencia de la cantidad de licuables obtenidos entre los dos módulos la variable temperatura del módulo 6, ya que en su última etapa de compresión fue de 41.85°C, razón por la cual al tener menor temperatura de enfriamiento se obtiene una mayor cantidad de licuables. En Abkatun – A compresión operan los cuatro módulos de compresión con un gasto de 77.69 MMPCSD cada uno, obteniendo por cada módulo una cantidad de 118 bpd de licuables debido a que se consideraron las mismas condiciones de operación. Para Pol – A Compresión, los módulos 9 y 10 se encontraban en operación y los módulos 11 y 12 se encontraban en mantenimiento y/o reparación, los primeros dos módulos manejando un gasto de 85.92 MMPCSD cada uno, obteniéndose 940 y 970 bpd de licuables, respectivamente.

Tabla 6. Determinación de los Condensados del APAPCH Junio 2011.

	Abk - A Pte Gas		Abk - A Compresión				Pol - A Compresión				Gas a Atasta AIAPCH	Gas a Atasta AILT	Gas a Atasta APLT
Qg (MMPCD)											443.60	360.00	85.92
Presión (kg/cm²)											60.36	60.36	60.36
Temperatura (°C)											36.50	36.00	36.00
Qcond(bpd)											* Ver Nota 2	* Ver Nota 2	218
Qagua(bpd)													218
Módulo de Compresión	5	6	1	2	3	4	9	10	11	12			
Separador 1 etapa													
Qg (MMPCD)			77.33	77.33			85.92	85.92					
Presión (kg/cm²)			4.20	4.20			4.09	4.94					
Temperatura (°C)			32.63	32.63			57.61	59.77					
Qcond(bpd)			0.00	0.00			3.00	4.00					
Qagua(bpd)			6.00	6.00			65.00	86.00					
Separador 2 etapa	V-103	V-104					FA-4209						
Qg (MMPCD)	103.80	103.80	77.69	77.69	77.69	77.69	1.00	85.43	85.27				
Presión (kg/cm²)	20.08	20.09	18.98	18.98	18.98	18.98	15.00	18.38	18.60				
Temperatura (°C)	50.78	50.00	34.85	34.85	34.85	34.85	49.52	49.78	50.19				
Qcond(bpd)	0.00	0.00	23.00	23.00	23.00	23.00	833.00	422.00	417.00				
Qagua(bpd)	92.00	95.00	69.00	69.00	69.00	69.00	0.00	335.00	314.00				
Separador 3 etapa										M	M		
Qg (MMPCD)	103.10	103.21	77.15	77.15	77.15	77.15		82.44	82.45				
Presión (kg/cm²)	73.30	65.33	61.87	61.87	61.87	61.87		64.10	64.50				
Temperatura (°C)	51.86	41.85	36.00	36.00	36.00	36.00		53.00	52.00				
Qcond(bpd)	0.00	56.00	1.00	1.00	1.00	1.00		71.00	102.00				

Con el modelo integral de la RMSO, integrando cada una de las corrientes de gas que envía cada módulo de compresión a Pol – A Compresión, si tiene un total de 803.6 MMPCSD de gas húmedo amargo y enviándolo hacia el CPTG Atasta por el gasoducto de 36" Φ x 71.15 Km, se genera en el transporte una cantidad de licuables de 2,543 bpd, de los cuales 2280 bpd son condensados y 263 bpd de agua.

Determinación de los condensados de los módulos de compresión del APAPCH octubre 2011

Para el segundo estudio técnico se integraron los módulos de compresión de Abk - D en la determinación de los condensados generados en los módulos de compresión de la RMSO de acuerdo a los análisis cromatográficos de gas realizados en el mes de septiembre del 2011, el estudio mostró que los dos módulos de compresión de Abk – A Permanente Gas estaban operando con un gasto de 87.95 MMPCSD cada uno, generando un gasto considerable de licuables de 13,912.57 y 13,795.55 bpd de licuables

para el módulo 5 y 6, respectivamente. En los módulos de compresión 1, 2, 3 y 4 de Abkatun – A Compresión estaban operando con un gasto de 99.67 MMPCSD para el módulo 1, un gasto de 92.0 MMPCSD para el módulo 2 y para los módulos 3 y 4 un gasto de 95.84 MMPCSD cada uno, obteniendo una cantidad de licuables de 498.68 bpd al módulo 1, 460.11 bpd al módulo 2 y para los módulos 3 y 4 una cantidad de 479.2 bpd cada uno; los módulos de Pol – A Compresión, el módulo 9 estaba en mantenimiento y/o reparación, y los módulos 10, 11 y 12 se encontraban en operación, manejando un gasto de 66.93 MMPCSD los módulos 10 y 12, obteniendo 789 bpd de licuables en cada módulo y en el módulo 11 manejaba un gasto de 66.99 MMPCSD, recuperando 791 bpd de licuables en sus tres etapas de compresión; y finalmente, el módulo 7 de Abk-D Permanente manejó un gasto de 94.37 MMPCSD, obteniendo 43.33 bpd de líquidos, siendo solamente agua, y el módulo 8 estaba en mantenimiento y/o reparación,

Tabla 7.

Tabla 7. Determinación de los condensados del APAPCH, octubre 2011.

	Abk - A Pte Gas		Abk - A Compresión				Pol - A Compresión				Abkatun - D		Gas de la RMSO en Atasta
Qg (MMPCSD)	87.95	87.95	99.67	92.0	95.84	95.84	---	66.93	66.99	66.93	---	94.37	752.0
Presión (kg/cm ²)	7.73	7.73	5.27	5.27	5.27	5.27	---	4.92	4.92	4.92	---	5.4	52.23
Temperatura (°C)	32.10	32.10	37.21	37.21	37.21	37.21	---	40.70	40.70	40.70	---	29.48	30.49
Qcond(bpd)													13990
Qagua(bpd)													115.0
Módulo de Compresión	5	6	1	2	3	4	9	10	11	12	7	8	
Separador 1 etapa													
Qg (MMPCSD)	85.44	85.44	99.67	92.0	95.84	95.84	---	66.93	66.99	66.93	---	94.37	
Presión (kg/cm ²)	7.73	7.73	4.8	4.8	4.8	4.8		4.27	4.27	4.42		12.40	
Temperatura (°C)	32.10	32.10	37.0	37.0	37.0	37.0		40.57	40.27	40.37		49.84	
Qcond(bpd)	2129	2129	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	
Qagua(bpd)	0.226	0.226	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	
Separador 2 etapa	V-103	V-104											
Qg (MMPCSD)	84.81	84.68	98.79	91.19	94.99	94.99	---	66.51	66.57	66.51	---	94.35	
Presión (kg/cm ²)	20.0	19.74	18.98	18.98	18.98	18.98		18.60	18.0	18.38		28.0	
Temperatura (°C)	51.0	50.0	34.74	34.74	34.74	34.74		50.13	49.37	49.74		49.84	
Qcond(bpd)	483	586	136.3	126.0	131.0	131.0		0.0	0.0	0.0		0.0	
Qagua(bpd)	0.0	0.0	96.38	89.0	93.0	93.0		56.0	57.0	56.0		2.75	
Separador 3 etapa							R						
Qg (MMPCSD)	66.62	66.83	98.3	90.74	94.52	94.52	---	65.15	65.21	65.15	---	94.04	
Presión (kg/cm ²)	66.70	66.70	65.31	65.31	65.31	65.31		66.79	66.79	66.79		70.0	
Temperatura (°C)	48.63	48.63	41.70	41.70	41.70	41.70		42.0	42.0	42.0		42.0	
Qcond(bpd)	11260	11040	247	228	237.2	237.2		686.0	687.0	686.0		0.0	
Qagua(bpd)	40.34	40.33	19.0	17.11	18.0	18.0		47.0	47.0	47.0		40.58	
Total líquidos	13.912.57	13.795.55	498.68	460.11	479.2	479.2		789.0	791.0	789.0		43.33	

Para este segundo análisis técnico, se envía un gasto total de gas húmedo amargo comprimido de la RMSO (Abk –D Permanente, Abk-A Permanente Gas, Abk – A Compresión y Pol – A Compresión) desde Pol – A Compresión hacia CPTG Atasta, por un gasoducto de 36"Φ x 71.15 Km, la cantidad de 752 MMPCSD, generando en el transporte una cantidad de licuables de 14,105 bpd, 13,990 bpd son condensados y 115 bpd de agua.

Determinación de los condensados de los módulos de compresión de la SPRMSO, junio 2013

El tercer estudio técnico para la determinación de los condensados que se generan en los módulos de compresión de la RMSO de acuerdo a los análisis cromatográficos de gas húmedo amargo realizados en los meses de Enero - Mayo del 2013; uno de los dos módulos de compresión de Abk – A Permanente Gas estaba operando, que es el módulo 6 con un gasto de 114.1 MMPCSD de gas húmedo amargo, generando un gasto de licuables de las tres etapas de compresión de 2,348.74 bpd. De los cuatro módulos de compresión 1, 2, 3 y 4 de Abkatun – A Compresión se encontraban operando solo tres módulos, con un gasto de 116.7 MMPCSD cada uno, para los módulo 1 y 3, se obtiene una cantidad de licuables de 5033.84 bpd cada uno y un gasto de 116.8 MMPCSD

para el módulo 4, obteniendo 5057.1 bpd de líquidos, y el módulo 2 estaba en mantenimiento y/o reparación. Para los módulos de Pol – A Compresión (9, 10, 11 y 12), los cuatro módulos de compresión se encontraban en operación, manejando un gasto de 61.76 MMPCSD de gas húmedo amargo cada uno, obteniendo el módulo 9 una cantidad de 1501.71 bpd de licuables, el módulo 10 un gasto de 986.1 bpd de licuables, el módulo 11 se genera un gasto de 866.8 bpd de licuables y el módulo 12 se obtienen 1334.5 bpd de líquidos en sus tres etapas de compresión. Y finalmente, se integró el análisis de los módulos de compresión 7 y 8 de Abk – D Permanente con un gasto de 119 y 108.5 MMPCSD, respectivamente, generando un cantidad mínima de líquidos en sus tres etapas de compresión de 63.02 y 57.46 bpd para los módulos de compresión 7 y 8, respectivamente.

Por lo tanto, se envía un gasto total comprimido de gas húmedo amargo de la RMSO (Abk –D Permanente, Abk-A Permanente Gas, Abk – A Compresión y Pol – A Compresión) desde Pol – A Compresión hacia CPTG Atasta por un gasoducto de 36"Φ x 71.15 Km, la cantidad de 792 MMPCSD, generando en el transporte una cantidad de licuables de 28,732.1 bpd, donde 28,498 bpd son condensados y 234.1 bpd de agua, **Tabla 8.**

Tabla 8. Determinación de los condensados de la RMSO, junio 2013.

	Abk - A Pte Gas		Abk - A Compresión				Pol - A Compresión				Abk - D Pte		Gas de la RMSO en Atasta
Qg (MMPCD)	-	114.1	116.7	-	116.7	116.8	61.76	61.76	61.76	61.76	119.0	108.5	792.0
Presión (kg/cm ²)	-	5.11	5.4	-	5.4	5.4	5.75	5.75	5.75	5.75	5.4	5.4	43.84
Temperatura (°C)	-	63.09	41	-	41	41	63.3	63.3	63.3	63.3	28.61	28.61	28.39
Qcond(bpd)											0.0	0.0	28498
Qagua(bpd)											0.19	0.17	234.1
Módulo de Compresión	5	6	1	2	3	4	9	10	11	12	7	8	
Separador 1 etapa													
Qg (MMPCD)	-	114.1	116.2	-	116.2	116.2	61.76	61.74	61.76	61.76	119.0	108.5	
Presión (kg/cm ²)	-	4.70	4.70	-	4.70	4.80	4.15	4.68	4.70	4.28	12.40	12.40	
Temperatura (°C)	-	44.0	39.96	-	39.96	40.12	41.60	31.70	41.50	52.80	49.83	49.83	
Qcond(bpd)	-	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Qagua(bpd)	-	0.0	68.55	-	68.55	70.25	0.0	1.618	0.0	0.0	0.0	0.0	
Separador 2 etapa													
	V-103	V-104											
Qg (MMPCD)	-	112.9	111.9	-	111.9	111.9	60.94	61.58	61.67	61.35	118.8	108.3	
Presión (kg/cm ²)	-	22.69	18.98	-	18.98	18.98	20.50	20.50	21.0	18.50	28.0	28.0	
Temperatura (°C)	-	48.76	34.58	-	34.58	34.58	42.55	51.86	53.86	46.45	49.83	49.83	
Qcond(bpd)	-	199.7	2602	-	2602	2603	466.4	64.31	9.0	201.9	0.0	0.0	
Qagua(bpd)	-	133.3	160.5	-	160.5	158.9	35.92	12.79	9.86	23.85	23.83	21.72	
Separador 3 etapa													
Qg (MMPCD)	-	109.6	108.4	-	108.4	108.4	59.39	60.09	60.27	59.58	118.5	108.1	
Presión (kg/cm ²)	-	67.30	64.0	-	64.0	65.0	61.40	62.30	62.20	61.50	70.5	70.5	
Temperatura (°C)	-	48.88	36.0	-	36.0	36.0	42.70	52.0	54.0	46.60	50.0	50.0	
Qcond(bpd)	-	1968	2176	-	2176	2198	978.6	873.3	811.6	1079	0.0	0.0	
Qagua(bpd)	-	47.74	26.79	-	26.79	26.99	20.79	34.15	36.41	29.77	39.0	35.57	
Total líquidos	-	2348.74	5033.84	-	5033.84	5057.1	1501.71	986.1	866.8	1334.5	63.02	57.46	

Determinación de los condensados de los módulos de compresión de la SPRMSO, diciembre 2013

El cuarto y último estudio técnico para la determinación de los condensados que se generan en los módulos de compresión de la RMSO fue realizado de acuerdo a los análisis cromatográficos de gas húmedo amargo realizados en los meses de febrero–junio del 2013; de igual forma que el tercer análisis técnico, uno de los dos módulos de compresión de Abk – A Permanente Gas estaba operando, que es el módulo 6 con un gasto de 114.6 MMPCSD de gas húmedo amargo, generando un gasto de licuables de las tres etapas de compresión de 3,480.79 bpd de licuables. Por la parte de los cuatro módulos (1, 2, 3 y 4) de Abkatun – A compresión, se encuentran operando solo tres módulos, con un gasto de 98.80 MMPCSD de gas para el módulo 1, obteniendo una cantidad de licuables de 354.5 bpd, para el módulo 3 y 4 operan con un gasto de 95 MMPCSD cada uno, obteniendo 340.95 bpd de líquidos en cada uno de sus tres etapas de compresión. Respecto a los módulos de Pol – A Compresión (9, 10, 11 y 12), tres de los cuatro

módulos de compresión se encontraban en operación (módulos 10, 11 y 12), para el módulo 10 con un gasto de 102.0 MMPCSD de gas húmedo amargo, obteniendo una cantidad de 1579.1 bpd de licuables; el módulo 11 comprime un gasto de 105.0 MMPCSD obteniendo 1106.2 bpd de líquidos y el módulo 12 maneja un gasto de 104.0 MMPCSD de gas húmedo amargo, generando un gasto de 1627.24 bpd de licuables; y finalmente, los módulos de compresión 7 y 8 de Abk – D Permanente con un gasto de 119 y 114.5 MMPCSD, respectivamente, generando un gasto de líquidos de 58.42 bpd en sus tres etapas de compresión para el módulo 7 y para el módulo 8 se generaron 65.79 bpd de licuables.

Finalmente, se envía un gasto total comprimido de gas húmedo amargo de la RMSO desde Pol – A Compresión hacia CPTG Atasta de 847.5 MMPCSD, generándose en el transporte una cantidad de líquidos de 12,208 bpd, de los cuales 11,924 bpd son condensados y 284.0 bpd es agua, **Tabla 9**.

Tabla 9. Determinación de los condensados de la RMSO, diciembre 2013.

	Abk - A Pte Gas		Abk - A Compresión				Pol - A Compresión				Abk - D Pte		Gas de la RMSO en Atasta
Qg (MMPCD)	-	114.6	98.80	-	95.0	95.0	-	102.0	105.0	104.0	119.0	114.5	847.5
Presión (kg/cm ²)	-	4.95	5.14	-	5.14	5.14	-	5.59	5.59	5.59	5.5	5.4	44.64
Temperatura (°C)	-	60.46	39.50	-	39.50	39.50	-	50.58	50.58	50.58	32.91	32.85	28.75
Qcond(bpd)	-	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	---	0.0	11924
Qagua(bpd)	-	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	40.10	21.97	40.89	---	0.0	284
Módulo de Compresión	5	6	1	2	3	4	9	10	11	12	7	8	
Separador 1 etapa													
Qg (MMPCD)	-	114.6	98.80	-	95.0	95.0	-	101.9	104.8	103.9	119.0	114.5	
Presión (kg/cm ²)	-	4.8	4.6	-	4.6	4.6	-	4.5	4.60	4.5	12.40	12.40	
Temperatura (°C)	-	60.37	39.17	-	39.17	39.17	-	48.53	48.74	48.53	49.84	49.84	
Qcond(bpd)	-	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Qagua(bpd)	-	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	19.19	21.97	19.57	0.0	0.0	
Separador 2 etapa													
	V-103	V-104											
Qg (MMPCD)	-	113.7	98.22	-	94.44	94.44	-	100.3	102.4	102.4	118.9	114.4	
Presión (kg/cm ²)	-	19.74	18.98	-	18.98	18.98	-	18.60	18.0	18.38	28.0	28.0	
Temperatura (°C)	-	49.76	40.84	-	40.84	40.84	-	50.06	39.59	50.79	49.84	49.84	
Qcond(bpd)	-	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	19.58	529.6	7.30	0.0	0.0	
Qagua(bpd)	-	123	77.32	-	74.35	74.35	-	199.3	241.2	196.7	15.81	15.21	
Separador 3 etapa													
Qg (MMPCD)	-	108.2	97.63	-	93.88	93.88	-	98.06	101.8	99.96	118.60	114.0	
Presión (kg/cm ²)	-	67.30	63.0	-	63.0	63.0	-	64.10	64.0	64.00	65.90	66.0	
Temperatura (°C)	-	41.88	42.0	-	42.0	42.0	-	52.0	52.0	52.0	47.0	40.0	
Qcond(bpd)	-	3284	243.9	-	234.6	234.6	-	1285	294.1	1340	0.0	0.0	
Qagua(bpd)	-	73.79	33.28	-	32.0	32.0	-	56.06	19.39	61.67	42.61	50.58	
Total líquidos	-	3480.79	354.5	-	340.95	340.95	-	1579.1	1106.2	1627.24	58.42	65.79	

Determinación del gasto de condensados generados en el transporte del gas de la SPRMSO hacia el CPTG Atasta

Determinación de los condensados generados en el transporte del gas de la SPRMSO hacia el CPTG Atasta, junio 2011

Para el primer estudio técnico y con apoyo del Modelo Integral de la RMSO realizado en un simulador de procesos, se llevaron a cabo cuatro escenarios para la determinación de los licuables del gas húmedo amargo de la RMSO, que se generan en el transporte en el gasoducto de 36"Φ x 71.15 Km hacia el CPTG Atasta, los cuales se describen en la **Tabla 10**.

Tabla 10. Determinación de los condensados generados en el transporte del gas de la SPRMSO hacia CPTG Atasta, junio 2011.

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	P kg/cm ²	T °C	PATRÓN DE FLUJO	VELOCIDAD ft/s	VOL. CONDENSADOS bpd	Q agua bpd
1.- Situación Actual	Los líquidos recuperados de los módulos 5 y 6 de Abk - A Permanente se integran a la corriente del gasoducto que se envían al CPG Atasta y los líquidos de los módulos 1,2,3,4 de Abk - A Compresión, así como, los módulos 1 y 2 de Pol - A Compresión se envían al aceite crudo.	64.80	42.94	Estratificado	10.67	2433	141
		61.32	29.31	Estratificado	10.40		
2	Los líquidos recuperados de los módulos 5 y 6 de Abk - A Permanente y el módulo 1 de Pol - A Compresión se integran a la corriente del gasoducto que se envía al CPG Atasta y los líquidos de los módulos 1,2,3,4 de Abk - A Compresión, así como, el módulo 2 de Pol - A Compresión se envían al aceite crudo.	60.36	36.70	Estratificado	20.91	3120	709
		45.64	24.48	Estratificado	27.01		
3	Todos los líquidos recuperados de los 8 módulos de Compresión del AIAPCH se integran a la corriente del gasoducto que se envía al CPG Atasta.	60.48	37.29	Estratificado	20.93	3880	1692
		45.44	24.87	Estratificado	27.20		
4	Todos los líquidos recuperados de los 8 módulos de Compresión del AIAPCH se integran a la corriente del oleoducto que se envía a la RMNE.	60.26	36.44	Estratificado	20.93	2028	139
		45.73	24.24	Estratificado	26.94		

Con un gasto promedio a manejar de 803 MMPCSD de gas húmedo amargo a manejar de la RMSO, el escenario base, (escenario 1) es la situación actual en la cual se generan 2,433 bpd de condensados y 141 bpd de agua en el transporte por el gasoducto hacia el CPTG Atasta; de los cuatro escenarios realizados, en donde se genera la mayor cantidad de licuables en el CPTG Atasta es el escenario tres, que comprende que todos los líquidos recuperados de los módulos de compresión de la RMSO se integran a la corriente del gasoducto, llegando a una presión de 45.44 Kg/cm² y una temperatura de 24.87 °C al CPTG Atasta, con un gasto de 3,880 bpd de condensados y 1,692 bpd de agua, teniendo un patrón de flujo estratificado y una velocidad máxima del gas de 27.20 ft/s; y caso contrario el

escenario cuatro, es donde se obtiene la menor cantidad de licuables, debido a que comprende que todos los líquidos recuperados de los módulos de compresión de la RMSO se integran a la corriente del oleoducto, que se envía a la RMNE vía el separador IPC-75 en Abkatun-A Permanente Aceite, llegando el gas húmedo amargo a una presión de 45.73 Kg/cm² y una temperatura de 24.24 °C al CPTG Atasta con un gasto de 2,028 bpd de condensados y 139 bpd de agua, con un patrón de flujo estratificado y una velocidad máxima del gas de 26.94 ft/s. Cabe comentar que este análisis técnico se llevó a cabo con análisis cromatográficos de gas de C6+ pesados y C10+ pesados, lo cual explica las pequeñas cantidades de líquidos obtenidos a la llegada al CPTG Atasta.

Determinación de los condensados generados en el transporte del gas de la SPRMSO hacia el CPTG Atasta, octubre 2011

En el segundo análisis técnico, se realizaron cuatro escenarios para la determinación de los licuables del gas húmedo amargo de la RMSO, que se generan en el transporte por el gasoducto de 36" Φ x 71.15 Km, que se envía al CPTG Atasta, los cuales se detallan en la **Tabla 11**.

Tabla 11. Determinación de los condensados generados en el transporte del gas de la SPRMSO hacia CPTG Atasta, octubre 2011.

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	GASTO	P	T	PATRÓN DE FLUJO	VELOCIDAD	CONDENSADOS	Q agua
		MMPCSD	kg/cm ²	°C				
1.-Situación Actual	Los líquidos recuperados de los módulos 5 y 6 de Abk - A Permanente Gas se integran a la corriente del gasoducto que se envían al CPG Atasta y los líquidos de los módulos 1,2,3,4 de Abk – A Compresión, así como, los módulos 1 y 2 de Pol – A Compresión se envían al aceite crudo.	752.0	64.32	42.19	Estratificado	17.84	13,990	115
			52.23	30.49	Estratificado	21.22		
2	Los líquidos recuperados de los módulos 5 y 6 de Abk - A Permanente y el módulo 1 de Pol - A Compresión se integran a la corriente del gasoducto que se envía al CPG Atasta y los líquidos de los módulos 1,2,3,4 de Abk – A Compresión, así como, el módulo 2 de Pol – A Compresión se envían al aceite crudo.	760.5	64.32	42.58	Estratificado	18.04	14,130	255
			51.87	30.67	Estratificado	21.61		
3	Todos los líquidos recuperados de los 8 módulos de Compresión del AIAPCH se integran a la corriente del gasoducto que se envía al CPG Atasta.	762.7	64.32	42.61	Estratificado	18.04	14,080	545
			51.80	30.68	Estratificado	21.65		
4	Todos los líquidos recuperados de los 8 módulos de Compresión del AIAPCH se integran a la corriente del aceite crudo.	736.1	64.49	39.81	Vapor	17.84	26.60	53
			53.46	26.85	Estratificado	20.60		

Por consiguiente, el escenario uno es la situación actual/base, es decir, el escenario donde se envía un gasto de 752 MMPCSD promedio al CPTG Atasta, la cual se genera en el transporte una cantidad de 13,990 bpd de condensados y 115 bpd de agua, haciendo un total de 14,105 bpd de líquidos a una presión de llegada 52.23 Kg/cm² y una temperatura de 30.49 °C, siendo de los cuatro escenarios realizados, en donde se genera la mayor cantidad de licuables el escenario dos, que comprende que todos los líquidos recuperados de los módulos de compresión 5 y 6 de Abk - A Permanente y el módulo 1 de Pol - A Compresión se integran a la corriente del gasoducto que se envía al CPTG Atasta y los líquidos de los módulos 1,2,3,4 de Abk – A Compresión, así como, el módulo 2 de Pol – A Compresión se envían al aceite crudo para su procesamiento y posteriormente se envían por

un oleoducto a la RMNE para su mezclado con el aceite crudo pesado y extrapesado, obteniéndose un gasto de 14,130 bpd de condensados y 255 bpd de agua, con un patrón de flujo estratificado y una velocidad máxima del gas de 21.61 ft/s; y caso contrario el escenario cuatro, es donde se obtiene la menor cantidad de licuables, debido a que comprende que todos los líquidos recuperados de los módulos de compresión de la RMSO se integran a la corriente de baterías y posteriormente al oleoducto que se envía a la RMNE, llegando a una presión de 53.46 Kg/cm² y una temperatura de 26.85 °C al CPTG Atasta con un gasto de 26.26 bpd de condensados y 53 bpd de agua, con un patrón de flujo estratificado y una velocidad máxima del gas de 20.60 ft/s.

Determinación de los condensados generados en el transporte del gas de la SPRMSO hacia el CPTG Atasta junio 2013

En el año 2013 se realizó un tercer análisis técnico de los cuales se realizaron seis escenarios para la determinación de los gastos de gas húmedo amargo de la RMSO, que se generan en el transporte por el gasoducto de 36"Φ x 71.15 Km, que se envía al CPTG Atasta con apoyo del modelo integral de la RMSO realizado en un simulador de procesos, obteniéndose los resultados presentados en la **Tabla 12**.

Tabla 12. Determinación de los condensados generados en el transporte del gas de la SPRMSO hacia CPTG Atasta, junio 2013.

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	GASTO	P	T	PATRÓN DE FLUJO	VELOCIDAD	CONDENSADOS	Q agua
		MMPCSD	kg/cm ²	°C				ft/s
1	Todos los líquidos recuperados de los módulos de Compresión de la RMSO se retornan a sus respectivas baterías de separación y el gas de la RMSO se transporta por un gasoducto al CPG Atasta.	821.3	61.40	40.43	Estratificado	20.41	15220	191
			45.35	28.02	Estratificado	27.11		
2	Los líquidos recuperados de los módulos 5 y 6 de Abk - A Permanente gas se integran a la corriente del gasoducto que se envía al CPG Atasta y el resto de los líquidos recuperados de los módulos se integran a batería	834.3	61.40	42.20	Estratificado	20.51	27816	253
			43.76	28.93	Estratificado	28.29		
3	Los líquidos recuperados de los módulos de Abk- A Compresión se integran a la corriente del gasoducto que se envía al CPG Atasta y el resto de los líquidos recuperados de los módulos se integran a batería	832.1	61.40	41.80	Estratificado	20.45	26251	391
			44.03	28.72	Estratificado	28.03		
4	Los líquidos recuperados de los módulos de Pol-A Compresión se integran a la corriente del gasoducto que se envía al CPG Atasta y el resto de los líquidos recuperados de los módulos se integran a batería	829.3	61.40	41.24	Estratificado	20.50	19924	446
			44.62	28.44	Estratificado	27.69		
5	Los líquidos recuperados de los módulos de Compresión de Abk- D Permanente se integran a la corriente del gasoducto que se envía al CPG Atasta y el resto de los líquidos recuperados de los módulos se integran a batería.	822.2	61.40	40.44	Estratificado	20.41	15205	311
			45.31	28.02	Estratificado	27.13		
6	Todos los líquidos recuperados de los módulos de Compresión de la RMSO se integran a la corriente del gasoducto que se envían al CPG Atasta.	844.8	61.40	43.07	Estratificado	20.62	31653	834
			42.93	29.37	Estratificado	29.04		

En el tercer análisis técnico se simularon seis escenarios, de los cuales el segundo escenario es la situación actual y/o base, y de ahí se derivaron los demás escenarios, constituyendo que de manera independiente en cada sistema de compresión se reintegrará los líquidos al gasoducto al CPTG Atasta, así como todos los líquidos recuperados de los módulos de compresión se incorporan ya sea a batería o al gasoducto.

Consiguientemente, en el escenario dos que es la situación actual, se envía un gasto de 834.3 MMPCSD de gas húmedo amargo al CPTG Atasta, a una presión de 61.40 Kg/cm² y una temperatura de 42.20 °C, la cual genera en el transporte una cantidad de 27,816 bpd de condensados y 253 bpd de agua, haciendo un total de 28,069 bpd de líquidos a una presión de llegada 43.76 Kg/cm² y una temperatura de 28.93 °C, fluyendo con un patrón de flujo estratificado y una velocidad máxima del gas de 28.29 ft/s.

Por lo tanto, de los seis escenarios llevados a cabo, en donde se genera la mayor cantidad de licuables en el transporte por el gasoducto hacia el CPTG Atasta es el escenario seis, el cual comprende que todos los líquidos recuperados de los módulos de compresión de la RMSO se integran a la corriente del gasoducto, que se envían al CPTG Atasta con a una presión de 61.40 Kg/cm² y una temperatura de 43.07 °C, en la cual se generan en el transporte una cantidad de 31,653 bpd de condensados y 834 bpd de agua, haciendo un total de 32,487 bpd de líquidos a una presión de llegada 42.93 Kg/cm² y una temperatura de 29.37 °C, fluyendo con un patrón de flujo estratificado y una velocidad máxima del gas de 29.04 ft/s. y el escenario cinco, es donde se obtiene la menor cantidad de licuables, debido a que comprende que todos los líquidos recuperados de los módulos de compresión de Abk – D se integran a la corriente del gasoducto, que se envían al CPTG Atasta y el resto de los líquidos recuperados de los módulos de compresión se integran a batería, fluyendo a una presión de 61.40 Kg/cm² y una temperatura de 40.44 °C al CPG Atasta, generándose en el transporte un gasto de 15,205 bpd de condensados

y 311 bpd de agua, con un patrón de flujo estratificado y una velocidad máxima del gas de 27.13 ft/s, llegando a una presión al CPTG Atasta de 45.31 Kg/cm² y una temperatura de 28.02 °C.

Determinación de los condensados de los módulos de compresión de la SPRMSO diciembre 2013

Con la finalidad de minimizar la incertidumbre de los gastos generados de los módulos de compresión de la RMSO, así como, de los que se generan en el transporte por el gasoducto de 36"Φ x 71.15 Km hasta CPG Atasta, se llevó a cabo un cuarto estudio técnico con apoyo del modelo integral de la RMSO realizado en el simulador de procesos Hysys. Por consiguiente, se contemplaron seis escenarios para la determinación de los licuables del gas húmedo amargo de la RMSO que se generan en el transporte hacia el CPTG Atasta, los cuales se describen a continuación en la **Tabla 13**.

Tabla 13. Determinación de los condensados generados en el transporte del gas de la SPRMSO hacia CPTG Atasta diciembre 2013.

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	GASTO MMPCSD	P kg/cm ²	T °C	PATRÓN DE FLUJO	VELOCIDAD ft/s	CONDENSADOS bpd	Q agua bpd
1	Todos los líquidos recuperados de los módulos de Compresión de la RMSO se retornan a sus respectivas baterías de separación y el gas de la RMSO se transporta por un gasoducto al CPG Atasta.	844.3	61.79	42.58	Estratificado	21.50	8705	115
			44.80	28.59	Estratificado	28.88		
2	Los líquidos recuperados de los módulos 5 y 6 de Abk - A Permanente gas se integran a la corriente del gasoducto que se envía al CPG Atasta y el resto de los líquidos recuperados de los módulos se integran a batería	851.8	61.81	43.76	Estratificado	21.69	11050	369
			44.22	29.37	Estratificado	29.51		
3	Los líquidos recuperados de los módulos de Abk- A Compresión se integran a la corriente del gasoducto que se envía al CPG Atasta y el resto de los líquidos recuperados de los módulos se integran a batería	845.9	61.80	42.78	Estratificado	21.52	9453	208
			44.70	28.73	Estratificado	28.97		
4	Los líquidos recuperados de los módulos de Pol-A Compresión se integran a la corriente del gasoducto que se envía al CPG Atasta y el resto de los líquidos recuperados de los módulos se integran a batería	855.6	61.79	43.04	Estratificado	21.57	11955	962
			44.11	28.94	Estratificado	29.48		
5	Los líquidos recuperados de los módulos de Compresión de Abk- D Permanente se integran a la corriente del gasoducto que se envía al CPG Atasta y el resto de los líquidos recuperados de los módulos se integran a batería.	845.2	61.80	42.59	Estratificado	21.50	8699	239
			44.77	28.59	Estratificado	28.90		
6	Todos los líquidos recuperados de los módulos de Compresión de la RMSO se integran a la corriente del gasoducto que se envían al CPG Atasta.	864.5	61.84	43.96	Estratificado	21.70	14604	1374
			43.49	29.52	Estratificado	30.13		

En este cuarto y último estudio técnico, se llevaron a cabo seis escenarios técnicos con apoyo de la Red Integral de la RMSO realizado en un simulador de procesos, de los cuales la situación actual y/o base es el escenario dos, y de ahí se determinaron los cinco escenarios restantes, constituyendo que cada escenario contempla de manera independiente de cada sistema de compresión la incorporación de los líquidos al gasoducto al CPTG Atasta, así como todos los líquidos recuperados de los módulos de compresión se incorporan a batería o al gasoducto.

Por consiguiente, el escenario dos que es la situación actual, se envía un gasto de 851.8 MMPCSD de gas húmedo amargo al CPTG Atasta a una presión de 61.81 Kg/cm² y una temperatura de 43.76 °C, la cual se generan en el transporte una cantidad de 11,050 bpd de condensados y 369 bpd de agua, resultando un total de 11,419 bpd de líquidos a una presión de llegada 44.22 Kg/cm² y una temperatura de 29.37 °C, fluyendo con un patrón de flujo estratificado y una velocidad máxima del gas de 29.51 ft/s.

Por lo tanto, los seis escenarios analizados para este cuarto estudio técnico tienen un comportamiento muy similar en el orden de los resultados que el tercer análisis técnico en la determinación de condensados, pero con cantidades inferiores al 60% de los líquidos. Consecuentemente, donde se genera la mayor cantidad de licuables en el transporte por el gasoducto hacia el CPTG Atasta es el escenario seis, que comprende que todos los líquidos recuperados de los módulos de compresión de la RMSO, se integran a la corriente del gasoducto que se envían al CPTG Atasta, enviándolos a una presión de 61.84 Kg/cm² y una temperatura de 43.96 °C, la cual genera en el transporte una cantidad de 14,604 bpd de condensados y 1374 bpd de agua, haciendo un total de 15,978 bpd de líquidos a una presión de llegada 43.49 Kg/cm² y una temperatura de 29.52 °C, fluyendo con un patrón de flujo estratificado y una velocidad máxima del gas de 30.13 ft/s, el escenario cinco, es donde se obtiene la menor cantidad de licuables, debido a que comprende que todos los líquidos recuperados de los módulos de compresión de Abk – D, se integran a la corriente del gasoducto que se envían al CPTG Atasta y el resto de los líquidos recuperados de los módulos de compresión se integran a batería, enviándose a una presión de 61.80 Kg/cm² y una temperatura de 42.59 °C al CPTG Atasta, generándose en el transporte un gasto de 8,699 bpd de condensados y 239 bpd de agua, con un patrón de flujo estratificado y una velocidad máxima del gas de 28.90 ft/s, llegando a una presión al CPTG Atasta de 44.77 Kg/cm² y una temperatura de 28.59 °C.

Por lo antes descrito, el escenario uno, es el recomendado debido a que comprende que todos los líquidos recuperados de los módulos de Compresión de la RMSO, se retornan a sus respectivas baterías de separación para mezclarse con el aceite crudo y así obtener una mayor cantidad y calidad del aceite crudo que se envía a la RMNE, para su mezclado con el crudo pesado y extrapesado; respecto al gas de la RMSO que se transporta por el gasoducto al CPTG Atasta, se enviaría con la menor cantidad de licuables generados.

Conclusiones y recomendaciones

La determinación de los gastos de condensados se llevó a cabo con análisis cromatográficos del gas hasta C6+pesados y C10+pesados, observándose que se obtienen cantidades significativas de licuables con análisis más extendidos.

Por lo tanto, después de llevar a cabo el primer análisis técnico, para la determinación de los condensados en la RMSO, se solicitó realizar nuevos análisis cromatográficos de gas hasta C14+pesados, de los cuales los Activos los realizaron hasta C10+pesados en los puntos principales de las instalaciones superficiales de producción, así como de los sistemas de compresión de la RMSO, con la finalidad de obtener la menor incertidumbre en la determinación de los condensados en los sistemas de compresión de la RMSO, así como en los condensados generados en el transporte por el gasoducto de 36"Φ x 71.15 Km hasta CPTG Atasta.

La instalación de compresión en la plataforma Abk – A Permanente gas, fue donde se obtuvo la cantidad mayor de condensados en sus tres etapas de compresión en comparación con las demás instalaciones.

En los análisis técnicos realizados, la instalación de compresión Abk – D Permanente, fue donde se obtuvo la menor cantidad de condensados generados en sus tres etapas de sus módulos de compresión en comparación a Abk- A Permanente Gas, Abk – A Compresión y Pol – A Compresión de la RMSO.

La situación actual y/o caso base llevado a cabo en los cuatro análisis técnicos, se determinó para un gasto promedio de 811 MMPCSD de gas húmedo amargo enviado al CPTG Atasta por el gasoducto de 36"Φ x 71.15 Km, generándose un promedio de 14,048 bpd condensados, con una velocidad promedio de transporte de 22.42 ft/s y un patrón de flujo estratificado.

Se determinaron los gastos de condensados de la RMSO con condiciones de operación de cada una de las instalaciones superficiales de producción, así como de los sistemas de compresión proporcionados por los Activos de Producción, siendo el escenario en el que todos los líquidos recuperados de los módulos de compresión se integran a la corriente del gasoducto que se envían al CPTG Atasta el que genera la mayor cantidad de líquidos.

De los escenarios estudiados, el recomendado para enviar y generar la menor cantidad de licuables posibles al CPTG Atasta, es el que comprende que todos los líquidos recuperados de los módulos de Compresión de la RMSO se retornan a sus respectivas baterías de separación, para mezclarse con el aceite crudo y así obtener una mayor cantidad y calidad del aceite crudo que se envía a la RMNE para su mezclado con el crudo pesado y extrapesado; y por ende, el gas de la RMSO se envía con la menor cantidad de licuables generados en el transporte por el gasoducto al CPTG Atasta.

Agradecimientos

A la Gerencia de Administración del Conocimiento de la SGRT, a la Coordinación de Operación de Pozos e Instalaciones de Explotación del Activo Producción Abkatun Pol chuc y Litoral de Tabasco, a la Gerencia de la Coordinación Operativa de SPRMSO por todas las facilidades técnicas otorgadas, así como, al grupo de trabajo de la UNACAR para llevar a cabo un excelente trabajo en la Determinación de los Condensados de la Región Marina Suroeste hacia el CPTG Atasta.

Referencias

Activo de Producción Abkatun Pol – Chuc de la RMSO, “Contexto Operacional Centro de Proceso Abkatun – A”, Mayo 2012.

Activo de Producción Abkatun Pol – Chuc de la RMSO, “Contexto Operacional Centro de Proceso Pol – A”, Mayo 2012.

Activo Integral Abkatun Pol – Chuc de RMSO, Coordinación de Diseño de Instalaciones, Diseño de Instalaciones de Explotación, “Censo de Instalaciones”, Febrero 2009.

Activo de Producción Litoral de Tabasco de la RMSO, “Contexto Operacional Centro de Proceso de Abkatun – D”, Diciembre 2012.

Arnold Ken & Stewart Maurice, “Surface Production Operations”, Volume 2: Design of Gas Handling Systems and Facilities, Second Edition, Houston Texas, 1999.

Bradley Howard B., “Petroleum Engineering Handbook”, Society of Petroleum Engineers, Texas, USA, Febrero, 1992.

Campbell John M., Gas Conditioning and Processing, Volume I: The basic principles, Sixth Edition, USA, Mayo 1990.

Campbell John M., Gas Conditioning and Processing, Volume II: The equipment modules, Sixth Edition, USA, April 1989.

Gas Processors Suppliers Association, Vol. I & II; Tulsa, Oklahoma; USA; 1994.

Norma API-RP-14E: Recommended Practice for Design and Installation Of Offshore Production Platform Piping Systems, fifth edition, October 1, 1991.

Rosen Ward, “Stabilizing Crude Oil and Condensate”, Petroleum Learning Programs Ltted, Houston, Texas, 1999.

Simulador de Procesos Hysys, versión 2.4.1 Hyprotech Ltd., 2001.

S. Manning, Francis; Thompson, Richard E.; et al; “Oilfield Processing Of Petroleum”, Vol. One: Natural Gas; editorial Pennwell Books; Tulsa, Oklahoma; USA.

S. Manning, Francis; Thompson, Richard E.; et al; “Oilfield Processing Of Petroleum”, Vol. Two: Crude Oil; editorial Pennwell Books; Tulsa, Oklahoma; USA; 1991.

Semblanza de los autores

José Antonio Suriano García

Ingeniero Químico egresado de la Universidad Veracruzana, realizó estudios de Maestría en Ingeniería Energética del Instituto Tecnológico de Minatitlán, Ingeniería Petrolera en el Instituto de Ciencias y Estudios Superiores de Tamaulipas, A.C.

Ha trabajado para diferentes compañías petroleras, actualmente se encuentra en la Gerencia de Administración del Conocimiento de la SGRT, se ha desempeñado en el área de Instalaciones Superficiales de Producción en el Manejo, Transporte Acondicionamiento y Distribución de Hidrocarburos para todos los Activos de Producción y GTDH de las Regiones de PEP como son la Región Norte, Región Sur, Región Marina Noreste y la Región Marina Suroeste.

Rafael Rodríguez García

Ingeniero Petrolero, ingresó a Pemex como Ingeniero de Operaciones de Producción en Plataformas marinas, posteriormente fue Superintendente de diversos Centros de Proceso en la sonde de Campeche, Coordinador de Programación y Evaluación del Activo Abkatun Pol Chuc y actualmente es Gerente de Construcción, Supervisión, Perforación y Mantenimiento en la Subdirección de Producción Aguas Someras. Ha participado en diversos proyectos de producción desde el diseño, ejecución, construcción y puesta en operación.

Felipe Cruz Sesma

Ingeniero Mecánico egresado del Instituto Tecnológico de Oaxaca; realizó sus estudios de maestría en el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico en el área de Ingeniería Mecánica en la especialidad de sistemas térmicos, actualmente se encuentra en el área de Operación Manejo de Gas y Condensados de PEP-SPAS en el Activo de Producción Abkatun Pol Chuc.

Edgar Chena Saqui

Ingeniero Mecánico, con postgrado en Calidad Total y Productividad. Ingresó a Petróleos Mexicanos en 2004 y desde entonces a ocupados diversos cargos en el área de Operación de Instalaciones de manejo de Gas, entre ellos en el Activo de Producción Samaria Luna área operación/mantenimiento a equipos de compresión, Activo de Producción Abkatun-Pol-Chuc operación de manejo de gas en plataformas marinas y actualmente como encargado en el manejo de gas y condensados en el Grupo Multidisciplinario de Operación de Pozos e Instalaciones de Explotación del Activo de Producción Litoral de Tabasco Tsimin Xux.

Sergio Alejandro Ávila y Méndez

Egresado de la ESIQIE, trabajó durante más de 25 años en el IMP donde tuvo oportunidad de desarrollar gran cantidad de productos químicos, tales como desemulsionantes, inhibidores de corrosión, desengrasantes y humectantes reuniendo un total de 13 patentes. Fue nombrado Investigador Nacional por el CONACYT. Consultor de compañías extranjeras y nacionales. Ha escrito y presentado más de 25 trabajos en diferentes foros y actualmente forma parte del equipo de Soporte Técnico en instalaciones superficiales de la GAC para la RMSO, en Paraíso, Tab.

Selene del Carmen Lázaro Cornelio

Ingeniero Químico Petrolero egresado de la Universidad Popular de la Chontalpa, realizó estudios de Maestría en Ingeniería Petrolera en el Instituto de Ciencias y Estudios Superiores de Tamaulipas, A.C., ha trabajado para el IMP y actualmente a la UNACAR formando parte del equipo de Soporte Técnico en instalaciones superficiales de la GAC de la SGRT de PEP para la RMSO, en Paraíso, Tab.

Omar Conde Sánchez

Ingeniero Químico egresado de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, realizó estudios de Maestría en Ingeniería Petrolera en el Instituto de Ciencias y Estudios Superiores de Tamaulipas, A.C., ha trabajado para diferentes compañías como son: Baker Huges, Surpetrol, IMP y actualmente a la UNACAR formando parte del equipo de Soporte Técnico en instalaciones superficiales de la GAC de la SGRT de PEP para la RMSO, en Paraíso, Tab.

Tomás Hernández Hernández

Ingeniero Químico egresado de la Universidad Veracruzana, ha trabajado para diferentes compañías como son Cydsa Bayer, IMP y actualmente a la UNACAR formando parte del equipo de Soporte Técnico en instalaciones superficiales de la GAC de la SGRT de PEP para la RMSO, en Paraíso, Tab.