

OPTIMIZACIÓN DE PRODUCCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN PLANTA LOMA NEGRA

Pablo Trovarelli – Apache Energia Argentina S.R.L.

SINOPSIS

La Planta de Tratamiento de Gas Loma Negra inició su producción en el año 1995 mediante un proceso de ajuste de punto de rocío de agua e hidrocarburos. En concordancia con la evolución de los yacimientos existentes y el ingreso en producción de otros yacimientos vecinos, en el año 2002 la compañía por entonces operadora Pioneer Natural Resources Argentina S.A resolvió llevar a cabo la ampliación de Planta Loma Negra mediante la instalación de una planta de recuperación, fraccionamiento y despacho de Gas Licuado del Petróleo (GLP).

La continua evolución de los campos productores condujo a la compañía operadora Apache Energia Argentina S.R.L. a considerar y realizar importantes inversiones con la finalidad de optimizar el procesamiento del gas en Planta Loma Negra, maximizando las producciones de gas natural y de GLP. Esta inversión fue implementada mediante un Plan de Acción cuyos pilares fundamentales fueron: el estudio de las composiciones para la consiguiente segregación de las corrientes gaseosas de ingreso a Planta, el mejoramiento y aplicación de un sistema de gestión ISO9001 en el control de la calidad del GLP producido, y la optimización de la operación mediante mejoras que abarcaron el filtrado de gas y el ajuste de las variables y lazos de control de procesos en el sistema de control distribuido de Planta.

Este trabajo describe el Plan de Acción programado y realizado para conseguir los objetivos propuestos, los problemas encontrados y las soluciones aplicadas.

INTRODUCCIÓN

El requerimiento de acondicionamiento de las corrientes gaseosas provenientes de diferentes yacimientos para su posterior venta, desembocó en condiciones de ingreso del gas a Planta Loma Negra diferentes a las originalmente especificadas para el diseño. Estos contrastes se focalizaron fundamentalmente en caudales y temperaturas del gas de ingreso, volúmenes de líquidos asociados y composiciones de las corrientes gaseosas y líquidas. Como consecuencia de lo anterior, se sucedieron problemas de arrastres de líquido en el ingreso a Planta, resultando en importantes pérdidas monetarias por daños de diversa índole en el equipamiento del proceso. Paralelamente, el aumento de producción de gas tuvo asociado aumentos de producciones de GLP, lo cual requirió de mayores exigencias de controles de calidad y de estabilidad del proceso.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Los principales yacimientos productores de gas engloban a Anticlinal, Portezuelo, Ranquil Có, y los campos ubicados en el área denominada Al Norte de la Dorsal, entre los que se encuentran Guanaco, NB, Dadin, Barda González y Puesto Espinoza.

El complejo de Planta Loma Negra se compone de Planta LPG y Planta Dew Point. La Planta LPG tiene una capacidad actual de procesamiento de 2.800.000 Std³/d, y cumple la función de acondicionar el gas y de producir al mismo tiempo hidrocarburos en estado líquido, llamados Gases Licuados del Petróleo (GLP). El proceso opera bajo un rendimiento de recuperación según diseño de 95% para el Propano, 97% para los Butanos y 99% para los Pentanos y superiores. El GLP es fraccionado y vendido como Propano Comercial y Butano Comercial. Los pentanos y superiores son sumados como Gasolina a las ventas de petróleo.

La Planta Dew Point (o Ajuste de Punto de Rocío), tiene una capacidad actual de procesamiento de 2.000.000 Std³/d y cumple la función de acondicionar el gas de proceso hasta alcanzar las especificaciones comerciales requeridas para el gas natural, con una recuperación de líquidos constituida exclusivamente por Gasolina Estabilizada.

Alimentación de Corrientes Gaseosas. Los ingresos de gas se reagrupan en los trenes de Baja, Media y Alta Presión, siendo la presión final de ingreso a ambas plantas igual a 70 kg/cm². Las corrientes de Baja (4 kg/cm²) y Media Presión (9 kg/cm²) colectan la producción de los yacimientos del área Al Norte de la Dorsal, mientras que por las corrientes de Alta Presión fluye la producción Ranquil Có, y parte de las producciones de los yacimientos de Anticlinal, Portezuelo y Guanaco.

Un diagrama sencillo del procesamiento de las corrientes de gas por Planta Loma Negra se muestra en la *Figura 1*.

Como observación adicional, vale agregar que la venta total de gas natural se completa con el gas enviado a la ciudad de Zapala desde los yacimientos de Anticlinal y Portezuelo, cumpliéndose el procesamiento de gas en las plantas Dew Point de Portezuelo y de Tratamiento de Gas en Anticlinal Campamento.

Planta LPG. El gas de ingreso es sometido a una filtración de alta eficiencia por coalescencia de aerosoles. Posteriormente se realiza la remoción del mercurio contenido en el gas de proceso mediante un equipo reactor constituido por un lecho sólido.

El proceso de deshidratación del gas se realiza a través de tamices moleculares. El proceso criogénico comprende la expansión del gas a presiones cercanas a 25 kg/cm², lo cual resulta en temperaturas de aproximadamente -100°C. Los líquidos colectados como Sopa LPG son enviados a la etapa de Fraccionamiento. El Propano y el Butano son almacenados, y despachados en camiones. La Gasolina, en cambio, es enviada por bombeo a la Planta de Tratamiento de Crudo ubicada en el área Al Norte de la Dorsal.

Por su parte, el gas residual es posteriormente comprimido nuevamente a presiones cercanas a 66 kg/cm^2 y previo paso por una etapa de filtrado de alta eficiencia, es enviado a los gasoductos de venta mediante los puntos de inyección PM-334 (anillo TGS en Plaza Huincul) y PM-440 (TGS - gasoducto Neuba I).

El esquema del procesamiento de gas por Planta LPG se muestra en forma simplificada en la *Figura 2*.

ESTRATEGIA DEL TRATAMIENTO DE GAS

En su concepción original, la Planta Loma Negra concentraba el procesamiento y acondicionamiento del punto de rocío de gas de yacimientos aledaños mediante una planta diseñada para procesar $1.800.000 \text{ Std m}^3/\text{d}$ (Planta Dew Point).

La adquisición de nuevos campos productores por parte de las compañías operadoras de turno llevó a la necesidad de incrementar la capacidad de procesamiento del gas producido. La instalación de la Planta LPG con una capacidad de procesamiento de $2.100.000 \text{ Std m}^3/\text{d}$ permitió la recuperación del gas licuado del petróleo para la totalidad del gas producido en los campos.

La posterior evolución de los yacimientos y el incremento de producción asociado a las políticas de exploración llevadas a cabo, resultaron en caudales de alimentación de gas que superaron las capacidades de procesamiento por Planta LPG, requiriendo entonces el servicio de la Planta de Dew Point para el tratamiento del gas adicional. El incremento de producción acarrió además problemas de arrastres de líquido en el gas de ingreso a la Planta LPG, con daños asociados irrecuperables a los equipos de proceso.

A partir de este escenario se implementaron estudios de producción y calidad de las corrientes involucradas en las producciones de todos los yacimientos gasíferos, después de lo cual se elaboró e implementó un Plan de Acción que consideró los siguientes puntos básicos:

1. Ampliación de Capacidad de Procesamiento por Planta LPG
2. Ampliación de Capacidad de Procesamiento por Planta Dew Point
3. Segregación de las Corrientes de Alimentación a Planta Loma Negra
4. Implementación de Control de Calidad
5. Optimización de la Operación de Planta
 - a. Ampliación de Capacidad de Separación Primaria
 - b. Optimización del Filtrado
 - c. Ajuste de Lazos de Control
6. Evaluación de Costos vs. Beneficios

Estos puntos serán desarrollados a continuación.

PLAN DE ACCIÓN

Ampliación de Capacidad de Procesamiento por Planta LPG. La capacidad de procesamiento de la Planta LPG fue incrementada desde 2.100.000 Std^m³/d (diseño original) a 2.800.000 Std^m³/d. Las modificaciones en el proceso consideraron principalmente factores operativos, los cuales fueron:

1. Operación del compresor Booster asociado al eje del turboexpander a máxima capacidad de diseño
2. Incremento de la Presión operativa resultante de expansión del gas de 22 kg/cm² a 25 kg/cm² en el proceso criogénico
3. Operación del equipo turboexpander a máxima capacidad de diseño
4. Expansión a través de la válvula Joule-Thompson del gas excedente al procesado en el equipo de turbo expansión.

Asociado con estos cambios, se instalaron nuevos equipos de filtrado de gas de ingreso y del gas deshidratado. También se instalaron equipos adicionales de aeroenfriamiento en la Planta de Fraccionamiento y nuevos tanques bullets para almacenamiento de gas licuado del petróleo (GLP).

Como mejora adicional, se contempló un lecho reactor para remoción del Mercurio contenido en el gas con el objeto de minimizar los problemas de corrosión en los internos compuestos de aluminio (turboexpander, intercambiadores de calor, internos de torre DeEtanizadora).

Para todos los equipos existentes se aplicaron estudios de ingeniería que constataron el incremento de capacidad de procesamiento propuesto para cada uno de ellos. La recuperación de GLP a partir de la ampliación de capacidad pasó de 99% (diseño) a 97,5%, como valores promedio para Propano, Butano y Gasolina.

Ampliación de Capacidad de Procesamiento por Planta Dew Point. La capacidad nominal de procesamiento de la Planta Dew Point fue incrementada de 1.800.000 Std^m³/d a 2.000.000 Std^m³/d. Para todos los equipos existentes se dedicaron estudios de ingeniería que constataron el aumento de capacidad de procesamiento propuesto. Para los compresores de refrigeración se contempló el mantenimiento tipo overhaul y ajustes para operación a máxima capacidad. Finalmente, no se llevó a cabo ninguna modificación en los equipos del proceso.

Segregación de las Corrientes de Alimentación a Planta Loma Negra. Se trata del punto más importante en cuanto a la magnitud del costo asociado de ejecución, pero también en el beneficio resultante de su implementación.

La evaluación de las calidades de las corrientes gaseosas desde prácticamente cada pozo productor de gas permitió definir con cierto grado de libertad la posibilidad de agrupar las corrientes gaseosas según el contenido de hidrocarburos licuables. De esta manera, las corrientes “pobres” se colectaron como una alimentación en forma diferenciada en Planta Loma Negra, constituyendo el ingreso de Alta Presión de Portezuelo-Anticlinal como

corriente de menor poder calorífico, y la corriente de Guanaco (proveniente de la Planta Guanaco-3) como opción de ser análogamente segregada.

En resumen, el gas de las corrientes pobres es acondicionado en forma segregada en la Planta Dew Point, dejando al resto de las corrientes de ingreso de características “ricas” en hidrocarburos licuables en producción directa hacia la Planta LPG. El proyecto de Segregación consideró la opción de la operación de la Planta de Dew Point para trabajar en Serie, en Paralelo o en Serie/Paralelo parcial con respecto a la Planta LPG. Esto significa que es posible segregar las corrientes pobres en forma total por Planta Dew Point con la posibilidad de enviar parcial o totalmente el gas tratado hacia la venta o también hacia la Planta LPG para recuperación de los líquidos asociados a estas corrientes.

La *Figura 3* y la *Figura 4* muestran los diagramas de procesamiento del gas para los casos previo y posterior a realizadas las modificaciones de revamping que originaron la segregación de las corrientes de ingreso. Los diagramas muestran sólo el agregado de un par de válvulas, lo cual representa sólo un esquema simplificado por cuanto las obras llevadas a cabo en el proyecto de Segregación contemplaron modificaciones de gran magnitud. Para ambos casos se considera un arreglo parcial Serie/Paralelo parcial de la Planta Dew Point y Planta LPG.

Para el caso de la *Figura 3*, la composición molar tipo del gas de ingreso a Planta Loma Negra es la misma para el gas procesado tanto en Planta LPG como en Planta Dew Point. Para cada compuesto se muestra: la masa (en toneladas) de cada componente en la corriente de gas de ingreso a Planta LPG, el GLP producido en base a las recuperaciones de diseño, y el gas de venta resultante corregido a 9300 Kcal/m³. En resumen, la cantidad de líquido de producción resultante suma 144,3 ton de GLP (Propano y Butano), y 57,2 ton de Gasolina.

Luego de implementado el proyecto de Segregación de las corrientes de ingreso, la cantidad de líquido recuperado como GLP es en consecuencia superior. Esto se visualiza (bajo el mismo formato) en la *Figura 4*, siendo las producciones resultantes 157,5 ton de GLP (Propano y Butano), y 61,6 ton de Gasolina.

Implementación de Control de Calidad. El mejoramiento del Control de Calidad constituyó un paso clave en la optimización de producción de GLP. El Plan de Acción formó parte de un proyecto de cumplimiento de la reglamentación legal por requerimientos de realización de ensayos físicos del GLP para los despachos de venta de Propano y Butano Comercial. Para este propósito, se contempló la instalación de un Laboratorio de análisis físicos en Planta Loma Negra, adquisición de un cromatógrafo adicional, revamping del cromatógrafo on-line, y la certificación ISO9001:2000 para todos los ensayos químicos y físicos involucrados en el GLP. Los cromatógrafos utilizados en el Laboratorio permiten analizar las composiciones gaseosas de todas las corrientes del proceso, medir composiciones de los gases licuados del petróleo Propano y

Butano. Por su parte, el cromatógrafo on-line registra las composiciones de ingreso y salida de Planta LPG y la calidad del Propano como producto final.

Adicionalmente, se contempló la instalación de medidores másicos que registran de manera on-line los caudales de producción y las densidades de los productos Propano y Butano a la salida de Planta de Fraccionamiento, información íntimamente relacionada a las calidades de los productos.

En términos de beneficios por producción de GLP, el incremento observado promedia 1,3 ton/día. Esto se logró a partir del ajuste de composiciones de las mezclas Etano-Propano-Butanos-Pentanos, tanto en el Propano Comercial como en el Butano Comercial, manteniendo constantemente las especificaciones de venta de estos productos. Este beneficio de incremento de producción resulta en un retorno de la inversión para optimización del control de calidad e implementación de sistema ISO9001:2000 de menos de 120 días.

Como beneficio adicional y obvio está el mejoramiento del control de calidad, lo cual permite una operación y un despacho de LPG de alta confiabilidad.

Optimización de la Operación de Planta. Los puntos más significativos concernientes a la optimización de la Operación de la Planta Loma Negra están relacionados con el Plan de Acción dedicado a superar experiencias de daños sufridos en los lechos de Tamices Moleculares en el proceso de deshidratación y daños sufridos en el Intercambiador de Placas Gas-Gas del proceso criogénico. A modo de resumen, los daños se originan en el prematuro agotamiento y posterior rotura de los tamices moleculares (en este caso pellets) por presencia de líquidos libres en el gas. Como consecuencia de esto, incrementa la presión diferencial del gas que pasa a través de los lechos de tamiz molecular para deshidratación. Esto se debe a dos factores: apelmazamiento del lecho y presencia de abundante polvillo de tamiz. Cuando el polvillo de tamiz es arrastrado por el gas de salida de la etapa de deshidratación, colapsa la etapa de filtrado y el fino polvillo se deposita luego en los intersticios de las placas del intercambiador Gas-Gas del proceso criogénico, obstruyendo el pasaje de gas y mermando la eficiencia de intercambio calórico del equipo. Como inconveniente anexo, los lechos de tamices con alta presión diferencial impiden el normal caudal de regeneración de los tamices por merma de eficiencia del compresor centrífugo utilizado en el circuito correspondiente.

Los resultados finales resultan entonces en: daño de tamices moleculares, daño de filtros de polvo, daño de Intercambiador Gas-Gas, pérdidas de producción de Gas y GLP. Todos estos deterioros son irreparables e irreversibles, y constituyen grandes pérdidas de dinero para la Compañía Operadora.

Como necesidad básica para retomar el rendimiento de diseño de Planta LPG, se procedió entonces a reemplazar íntegramente los lechos de tamices moleculares y a reemplazar el Intercambiador Gas-Gas por una unidad nueva.

El Plan de Acción para mitigación a futuro de estos problemas se fundamentó en mejorar la remoción de líquidos en la etapa de Separación Primaria para el Gas de Ingreso y la Optimización de las etapas de Filtrado. Asimismo, para una mejor performance general del proceso, se procedió a realizar un ajuste de sintonía de los Lazos de Control. Cada uno de estos pasos se resume a continuación.

- **Ampliación de Capacidad de Separación Primaria.** La Planta Loma Negra está sujeta a soportar los embates de llegada de importantes volúmenes de líquidos en los gasoductos de ingreso a Planta. Normalmente estos bolsones líquidos se reciben en situaciones programadas (como por ejemplo en pasajes de scraper), y también en situaciones imprevistas que son consecuencia del comportamiento de pozos de gas ubicados en los yacimientos productores. En cualquiera de estos casos, el gas debe ser eficientemente despojado de los líquidos en su totalidad antes del ingreso a Planta LPG debido al deterioro ya mencionado que pueden sufrir los Tamices Moleculares por contacto de líquidos libres. Los trabajos realizados en Planta Loma Negra consideraron la optimización operativa de la etapa de Separación Primaria. Estas mejoras incluyeron la instalación de nuevos separadores gas/líquido en las corrientes de ingreso, colocación de aislación térmica y cintas calefactoras en los respectivas descargas líquidas, con monitoreo y operación desde Sala de Control de los drenajes líquidos de los separadores mediante el sistema de control distribuido DCS Delta V. Además, los internos de las válvulas de control de nivel líquido de cada separador fueron especificados de acuerdo a la aplicación con el fin de evitar problemas de cavitación por alta presión diferencial durante las descargas líquidas. Por su parte, los trabajos de pasaje de scraper por los gasoductos ubicados aguas arriba de Planta Loma Negra se realizan de acuerdo a un procedimiento operativo que tiende a asegurar separación eficiente de los líquidos colectados en ingreso a Planta.
- **Optimización del Filtrado.** Constituye un factor de gran relevancia para la operación estable de una planta con las características de Loma Negra. La optimización consistió en:
 - El estudio mediante la realización de tests de eficiencia de los filtros coalescentes utilizando plantas pilotos específicas para filtrado de partículas y de coalescencia de aerosol en el flujo gaseoso.
 - Instalación de un nuevo equipo coalescente en el gas de ingreso a Planta LPG con el fin de optimizar la remoción de aerosoles líquidos en la corriente gaseosa.
 - Instalación de un nuevo equipo de filtrado de polvo.
 - Rediseño de cartuchos filtrantes de polvillo en equipos existentes de filtración de salida de Tamices Moleculares, con el fin de remover óptimamente el arrastre de finos de tamiz molecular. Esto constituye un paso muy importante en la preservación del Intercambiador Gas-Gas de placas en la Planta Criogénica.
 - Revamping del filtro coalescente de salida de Planta LPG (Gas Residual) para separación de aceites de compresión que derivan en los puntos de inyección de venta de gas. El revamping fue basado en estudios de ingeniería de filtrado, y consistió básicamente en ampliar el área de separación de gota luego de la etapa de coalescencia. Este trabajo cobró relevancia por cuanto una vez filtrado, el gas residual toma los siguientes caminos:

- La mayor parte del volumen constituye el gas de venta que es inyectado en los gasoductos de las compañías transportadoras.
- Otra fracción del volumen (alrededor del 30%) es recirculado a la succión de los compresores de gas residual con el fin de asegurar presión de succión constante en caso de paro imprevisto de alguno de los seis compresores de gas residual. De esta manera, se asegura una presión constante en el proceso criogénico de Planta LPG. Al optimizar el filtrado, se logró evitar el efecto no deseable de roturas de válvulas de compresión por acumulación de aceite contenido en el gas residual.
- Para todos los filtros coalescentes, se optimizó la operación de separación de los líquidos recuperados, evitando así reventones de cartuchos por disminución del área de pasaje de gas a través del medio filtrante.
- Se implementó un programa de análisis para evaluar la performance de filtrado de los procesos. Para este programa, el Laboratorio de Planta Loma Negra realiza un ensayo cualitativo de partículas suspendidas en la corriente gaseosa mediante el paso de una membrana de 0,22 micrones de porosidad.
- Se elaboraron las especificaciones técnicas de los cartuchos a utilizar para cada aplicación.
- Se implementó un programa de cambios de filtros a ser cumplido con rigurosa periodicidad, manteniendo el stock mínimo de cada cartucho filtrante en los almacenes de la Compañía.
- **Ajuste de Lazos de Control.** El ajuste de los lazos de control se llevó a cabo en 2 (dos) etapas. En primera instancia se realizó una revisión integral de la instrumentación y un ajuste de los principales lazos de control de Planta LPG mediante métodos clásicos para sintonía de lazos PID, como Ziegler-Nichols y/o Cohen-Coon. En segundo término se llevó a cabo un ajuste fino de los lazos de control de la Planta de Fraccionamiento. Este último trabajo fue fundamental y necesario para permitir la correcta performance de medición de los medidores másicos de producción de Propano y Butano instalados en ese sector de Planta LPG. Las ventajas operativas producto de una buena sintonía de los lazos de control redundan indefectiblemente en aumento de producción de GLP y además en un control acotado sobre las calidades de los productos líquidos.

Evaluación de Costos vs. Beneficios. En cualquiera de los asuntos anteriormente mencionados del Plan de Acción llevado a cabo, la recuperación directa de la inversión estuvo acotada en plazos que no superan los 12 (doce) meses a partir de implementado cada proyecto. Pero independientemente de esto, vale remarcar nuevamente la tremenda importancia de mantener un proceso operativamente estable para plantas de tratamiento de gas con las características de Loma Negra. Para conseguir este objetivo, es imperioso anticipar las evoluciones de producción de los yacimientos, detectar mediante análisis de causa raíz el origen de los problemas operativos y dedicar los esfuerzos a implementar soluciones sólidas de optimización sin escatimar en determinados costos que a priori aparecen como elevados, pero que en poco tiempo se ven reflejados como inversiones exitosas.

La operación estable (léase manteniendo las eficiencias de recuperación de GLP según diseño), constituye un beneficio claramente superior al costo operativo total de implementación de los proyectos mencionados.

CONCLUSIONES

Los inconvenientes que surgen en operaciones de plantas de tratamiento de gas del tipo de Loma Negra deben ser analizados en todos sus aspectos mediante análisis de causa raíz, abarcando problemas de diseño, operación, mantenimiento, condiciones externas, otras. Una vez identificadas las causas, es altamente probable que la mayoría de las soluciones a dichos problemas no disten de ser convencionales.

Sin embargo, a menudo es difícil tener en claro los beneficios reales inmediatos frente a inversiones de gran magnitud como las que se aplicaron en Planta Loma Negra para optimizar la operación y maximizar las ventas de gas natural y GLP.

La ejecución de inversiones bajo un sistema de gestión de Mejora Continua, conlleva a detectar muchas tareas aún pendientes a realizar, problemas a solucionar y otros temas que retroalimentan además el poder continuar la tendencia alcista de estabilidad en el procesamiento de gas natural.



ANEXO

Figura 1. Esquema general del proceso en Planta Loma Negra

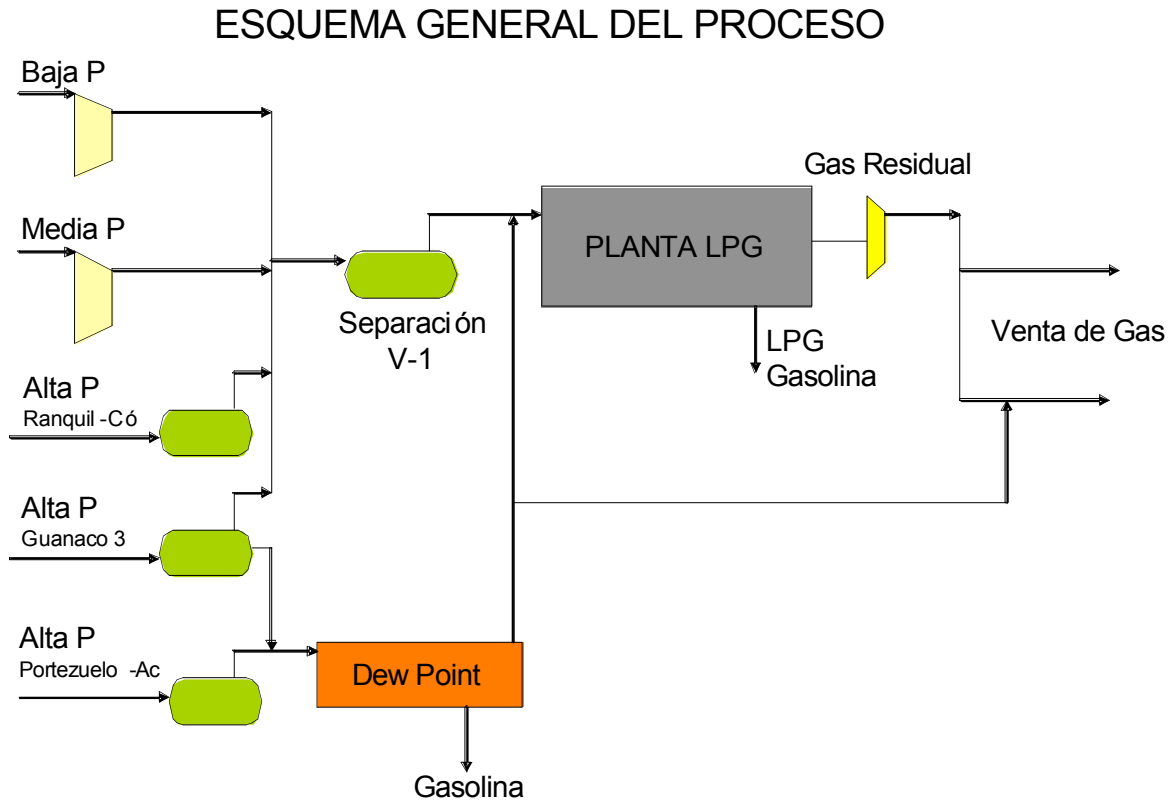


Figura 2. Diagrama de flujo simplificado de Planta LPG en Planta Loma Negra

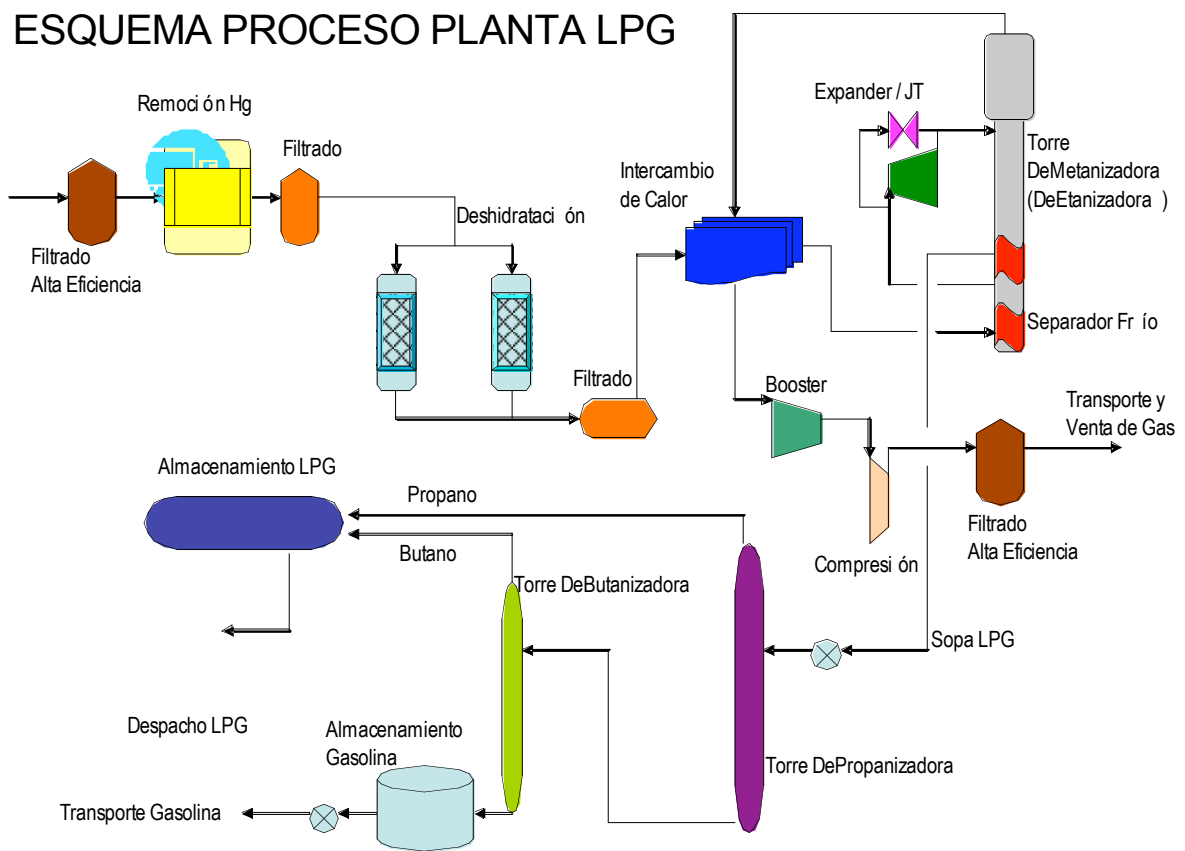
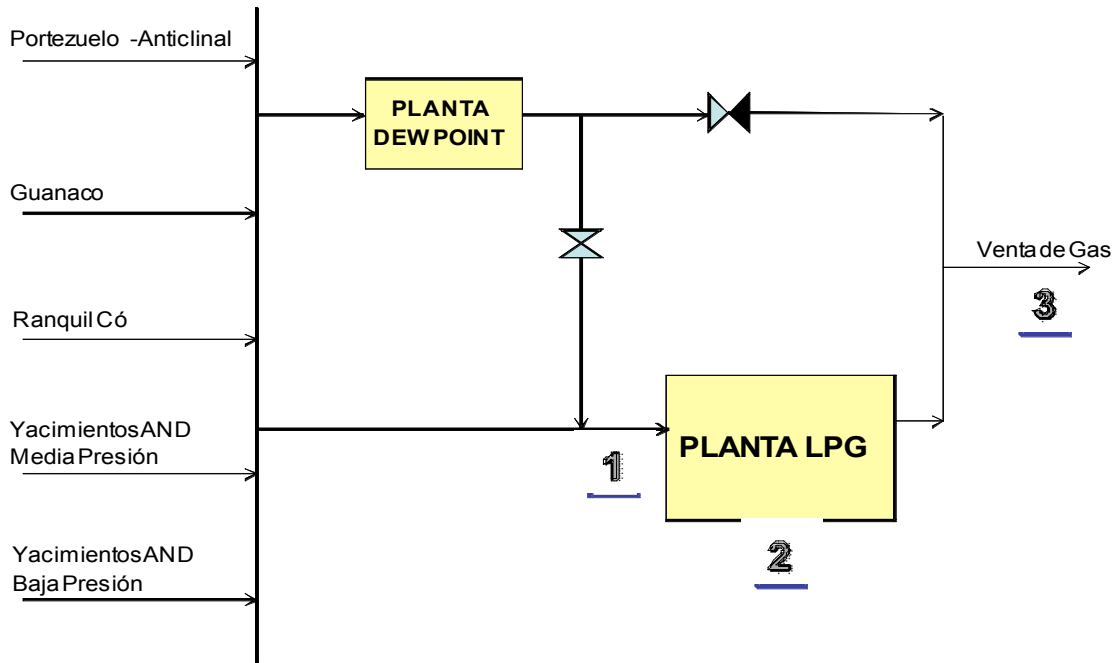
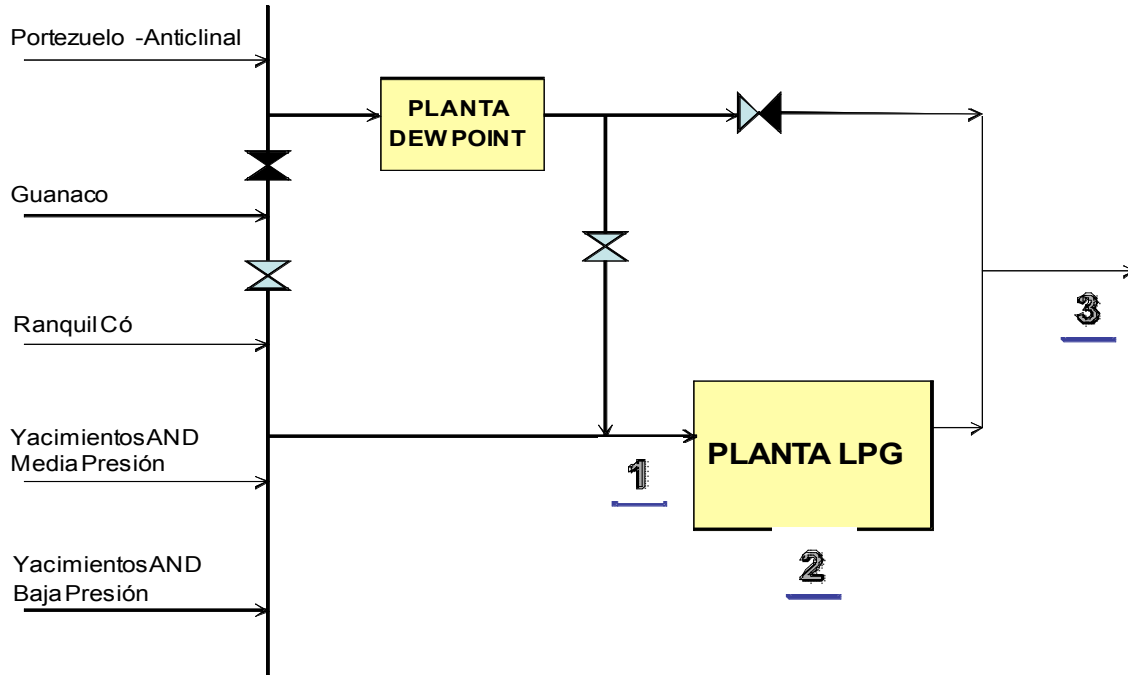


Figura 3. Esquema de corrientes de ingreso de gas y producciones resultantes en Planta Loma Negra según arreglo inicial (sin considerar Segregación de corrientes Portezuelo-Anticlinal)



1				2		3
Corriente de Ingreso a Planta LPG				Producción Líquidos		Producción Gas
Composición	Fracción Molar	Ingreso Toneladas	Producción Toneladas	GLP Toneladas	Gasolina Toneladas	Venta de Gas Std m ³ @9300 Kcal/m ³
N ₂	0,0138	45,7		144,3	57,2	2.744.239
CO ₂	0,0045	23,4				
C ₁	0,9089	1727,8				
C ₂	0,0411	146,4				
C ₃	0,0169	88,3	83,9			
iC ₄	0,0034	23,6	22,9			
nC ₄	0,0056	38,3	37,5			
iC ₅	0,0015	12,7	12,6			
nC ₅	0,0015	12,8	12,7			
C ₆	0,0017	17,2	17,1			
C ₇	0,0007	8,8	8,8			
C ₈	0,0003	4,2	4,2			
C ₉	0,0001	1,8	1,8			

Figura 4. Esquema de corrientes de ingreso de gas y producciones resultantes en Planta Loma Negra según arreglo final (con Segregación de corriente Portezuelo-Anticlinal).



1				2		3
Corriente de Ingreso a Planta LPG				Producción Líquidos		Producción Gas
Composición	Fracción Molar	Ingreso Toneladas	Producción Toneladas	GLP Toneladas	Gasolina Toneladas	Ventade Gas Std m3 @ 9300 Kcal/m3
N2	0,0137	45,6		157,5	61,6	2.739.929
CO2	0,0039	20,6				
C1	0,9043	1720,4				
C2	0,0435	155,1				
C3	0,0184	96,2	91,4			
iC4	0,0037	25,8	25,1			
nC4	0,0061	42,0	41,1			
iC5	0,0016	13,9	13,8			
nC5	0,0016	14,0	13,9			
C6	0,0018	18,6	18,4			
C7	0,0008	9,3	9,3			
C8	0,0003	4,4	4,4			
C9	0,0001	1,8	1,8			