

DISPOSICION DEL DEL AGUA DE PURGA COPRODUCIDA EN LA ZONA NORTE DEL DPTO. DE PRODUCCION REGIONAL MENDOZA Y SU UTILIZACION EN PROYECTOS DE RECUPERACION SECUNDARIA

Autor: Ing. Ricardo A.Fuentes

GENERALIDADES

El Yacimiento Barrancas se encuentra ubicado en la Provincia de Mendoza a 50 Km en dirección S.E. de la ciudad capital, integrando la alineación Oriental de yacimientos de la Cuenca Cuyana.

Tiene dos formaciones productivas que son: Barrancas, conocida como Conglomerado Rojo Inferior (C.R.I.) y Las Cabras, anteriormente denominada como Brecha Verde.

El pozo descubridor es el L-3 (Lunlunta), terminado de perforar el 20/12/39, a una profundidad de 2664 m.b.b.p. alcanzó los niveles productivos de la formación Las Cabras.

El agua coproducida actualmente en el Yacimiento Barrancas, luego de su acondicionamiento es reinyectada a pozos inyectoros en el marco de un proyecto de Recuperación Secundaria que recientemente se ha ampliado, y a pozos sumideros a efectos de su disposición final.

El presente trabajo aborda la ampliación del proyecto de Recuperación Secundaria de Brecha Verde y la aplicación de técnicas complementarias para disponer al agua de purga remanente.

1) DESCRIPCION DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

El petróleo extraído del subsuelo viene acompañado por cantidades variables de agua salada. Este crudo a efectos de su procesamiento en Refinería debe ser deshidratado, proceso que se lleva a cabo por procedimientos termoquímicos.

Para un óptimo rendimiento de separación, el proceso es acompañado por la adición de productos químicos tales como: humectantes, espumantes, floculantes (polielectrolitos, Sulfato de Aluminio), inhibidores de corrosión, tensioactivos para limpieza de lecho filtrante, bactericidas e inhibidores de incrustaciones.

El agua separada contiene gran cantidad de sales disueltas y sólidos en suspensión. Para poder reinyectar el agua a pozos inyectoros o sumideros se debe acondicionar el agua en rela-

lación a los sólidos suspendidos, los mismos no deben superar una concentración de 1 ppm en peso.

Con fines ilustrativos se describe a continuación un análisis tipo de agua de purga de la planta de B-104 del Yacimiento Barrancas:

Turbidez	2,5 NTU
Hidrocarburos	45 ppm
ToC	62
pH	6,9
Cloruros	22750 mg/l
Fe	1,2 ppm
Sulfatos	1643,2 mg/l
Sodio	18750 mg/l
Potasio	104 mg/l
Calcio	881,76 mg/l
Magnesio	243,12 mg/l
Dureza total	3202,56 mg/l
Conductividad	63775,5 umho/cm

La separación de los sólidos se realiza a través de distintos procesos los que a continuación se describen:

1.a) Separación primaria:

El agua que se separa en el tanque lavador 121 de la planta B-104 es recibida en el tanque pulmón 111, el cual tiene una capacidad de 3500 m³. De aquí se bombea a través de coalescedores de placas paralelas.

Estos están conformados por sendos cilindros cerrados ubicados horizontalmente que operan en paralelo y tienen como finalidad separar sólidos e hidrocarburos. Internamente cada uno de estos está dividido en tres zonas. En la primera de ellas se produce una separación de los sólidos de mayor tamaño por efecto gravitacional. En la segunda zona se ubican placas paralelas, corrugadas, colocadas en forma inclinada, las cuales tienen como misión fundamental favorecer la coalescencia de las gotas de petróleo a efectos de aumentar su tamaño y por consiguiente su flotabilidad. En la tercera zona se ha colocado un pack de mallas oleofílicas para favorecer la retención de las gotas remanentes que no hayan flotado en la etapa anterior.

El petróleo separado por flotación se acumula en la parte superior de los equipos, y es recirculado por bombeo al tanque lavador.

La capacidad de tratamiento diario de estos equipos es de 10000 m³. Con esta capacidad se puede ingresar con un efluente de 500 ppm de hidrocarburos y salir con una concentración de 50 ppm.

para dotar de mayor seguridad al sistema, se cuenta con una instalación de venteo automático de gases.

1.b) Separación Secundaria:

Este proceso se realiza mediante un equipo de flotación el cual se ubicó en paralelo con una pileta API existente. El equipo está dividido en cuatro celdas ubicadas en serie y en las mismas se produce la separación de sólidos e hidrocarburos con la inducción de gas natural y la adición de productos químicos.

Cada una de las celdas cuenta con un sistema de agitación mecánica, conformado por un agitador de paletas verticales el cual es accionado por un motor eléctrico. La acción que produce el agitador es la creación de un vórtice que permite incorporar el gas inducido y los productos químicos humectantes y espumantes de manera eficiente. El gas incorporado de esta manera, permite la generación de pequeñas burbujas las cuales tienen la propiedad de captar las gotitas de hidrocarburos y los sólidos en suspensión y flotarlas.

Este fenómeno produce espuma en la superficie de líquido en cada una de las celdas. Esta debe ser retirada, operación que se realiza mediante el concurso de desnatadores los cuales son del tipo de paletas giratorias que operan en ambos lados del equipo. Todo el líquido que se recupera en el desnatado se envía a un recipiente desde donde es bombeado al tanque pulmón 111.

La capacidad de tratamiento del equipo de flotación es de 8000 m³/día, pudiéndose reducir con este régimen la concentración de hidrocarburos de 50 ppm a 5 ppm.

El sistema se completa con el funcionamiento de una pileta de tipo API existente. La misma tuvo que ser reacondicionada para su operación. A tales efectos se procedió a impermeabilizarla con PRFV, realizándosele también a la misma un techado. Esta pileta puede funcionar en paralelo o en serie con el equipo de flotación. Funcionando en paralelo se puede incrementar la capacidad de tratamiento de esta etapa del sistema a 10000 m³/día.

1.c) Separación Terciaria:

Esta etapa se realiza por filtración. Se dispone para esta operación un total de 8 filtros, con los cuales la capacidad de tratamiento es de 10000 m³/día.

El proceso aplicado es el denominado como filtración IMBEDIUM. Tiene la particularidad que la filtración se realiza de manera ascendente y simultáneamente se produce un proceso de floculación en el mismo lecho filtrante.

Los filtros son cilíndricos verticales cerrados y contienen en su interior un lecho filtrante de grava y arena estratificada. El tamaño de grano comienza en su sección soporte en la parte inferior con aproximadamente 50 mm, para finalizar en la parte superior con un tamaño de 1 a 2 mm en la zona filtrante propiamente dicha. Todo el lecho se soporta sobre una placa difusora.

El agua a tratar ingresa por la parte inferior con la adición de un producto químico floculante, y se distribuye uniformemente por el manto filtrante en sentido ascendente por la acción de la placa difusora. La velocidad ascensional en el lecho es de 15,7 cm/min. Esta baja velocidad permite la coagulación y floculación de las partículas sólidas en el mismo manto filtrante.

Este equipo tiene una serie de particularidades de las cuales las más sobresalientes son: alta capacidad de retención; alta velocidad de filtración en relación a su volumen; capacidad de retención de partículas de menor tamaño que su volumen poral debido a la floculación que se realiza en el lecho, y rapidez de lavado con bajo consumo de agua para el mismo.

El agua filtrada se envía a dos Tanques pulmón de 500 m³ cada uno los cuales sirven de alimentación al sistema de bombeo para inyección a pozos inyectorios o sumideros.

La carrera del filtro oscila entre 8 y 12 horas, debiendo monitorearse constantemente la calidad del agua de salida.

Por su característica de flujo ascendente el lecho filtrante tiende a expandir su volumen manteniéndose constante la pérdida de carga. A tales efectos se ha colocado un enrejado en la parte superior del filtro que impida el burbujeo de la arena disminuyendo de esta manera pérdidas por arrastre.

Cuando se produce la saturación del filtro, se procede a efectuar su limpieza, operación que se inicia con el pasaje de agua filtrada en co-corriente pero con una velocidad de filtración superior. Operando en filtración, la velocidad es de 9,4 m³/hr/m, pero en este lavado la velocidad de filtración está en el orden de 41,5 m³/hr/m. Ello produce el desprendimiento y arrastre de los sólidos retenidos durante la filtración pero no de la arena filtrante. Luego resulta necesario producir el arrastre de los sólidos que fueron retenidos por floculación. Esto se realiza mediante la inyección de aire el que genera un movimiento del manto filtrante produciendo un fenómeno de fricción entre los granos de arena provocando así la ruptura del flóculo. Paso seguido se le incorpora agua de lavado en el mismo sentido que el flujo aire, coexistiendo ambas corriente por un periodo de tiempo de dos a cuatro minutos.

La operación de limpieza consume un volumen de agua de 5 a 8%

en relación al total de agua filtrada en la carrera, incluyendo también la consumida en la repetición de la operación de lavado que debe realizarse.

El agua de lavado se envía a un tanque pulmón que actúa como sedimentador, de 160 m³. De aquí se bombea a dos filtros nuevos de corriente descendente.

1.d) Planta de bombeo:

Esta instalación cuenta con 14 bombas alternativas en operación con una capacidad de desplazamiento de 600 m³/día cada una, a una presión de 210 kg/cm². Así el agua tratada se envía a los pozos inyectores para Recuperación Secundaria, inyectándose el remanente en pozos sumideros.

1.e) Consideraciones finales del proyecto de ampliación

Este proyecto de ampliación de la capacidad de tratamiento e inyección en la Planta de Brecha Verde, de toda el agua co-producta en la zona Norte del Dpto. de Producción Regional Mendoza, se encaró con el doble objetivo de preservar el medio ambiente y optimizar la extracción de hidrocarburos del Yacimiento Barrancas, ampliando el Sistema de Recuperación Secundaria ya existente.

El sistema de tratamiento cerrado implementado, permite no disponer más el agua de purgas en piletas abiertas de evaporación-infiltración en superficie, eliminando el riesgo potencial que presentaban las mismas por derrames a cauces abiertos o infiltración a napas de agua subterráneas no contaminadas.

2) SISTEMA DE RECUPERACION SECUNDARIA

2.a) Formación Las Cabras:

En el presente apartado se tratará en particular sobre esta formación productiva.

Se han individualizado cuatro reservorios que de tope a base son los siguientes: Intercalación Porfirítica, loba de Cristales Superior, loba de Cristales inferior y Grupo de niveles Arenosos.

Estructuralmente se trata de un anticlinal de una extensión de 850 has., situado en la parte Norte del Yacimiento Barrancas, con su eje longitudinal en sentido NNO-SSE y con su flanco Este cortado por un juego de fallas inversas de carácter regional cuya dirección es paralela al eje de la estructura.

La explotación de esta formación comienza en Enero de 1940, con el pozo L-3, continuando el desarrollo del yacimiento en

alos posteriores, teniendo en la actualidad 73 pozos perforados.

2.b) Recuperación Secundaria:

En Febrero de 1977, se inicia la Recuperación Secundaria, mediante la inyección de agua de purga, proveniente de la Planta de Tratamiento de Brecha Verde, en el pozo B-1, en el nivel productivo de la porfirita. En Setiembre del mismo año se afectan, a la Recuperación Secundaria todos los niveles productivos.

Desde su inicio y hasta el año 1990, la Recuperación Secundaria continuó sin mayores inconvenientes y además con excelentes resultados lo que llevó a realizar un estudio integral de los reservorios tomando en consideración el comportamiento de la relación producción/inyección.

Para tal efecto se llevó a cabo el estudio de Simulación Numérica de la Formación Las Cabras cuya finalidad fue analizar detalladamente el comportamiento de los niveles productivos, para proponer así un incremento de la inyección de agua reduciendo de esta manera el tiempo de explotación, aumentando la eficiencia de barrido y posibilitando el incremento de la recuperación de petróleo.

El estudio anteriormente referido, concluye que debería ampliarse la capacidad de tratamiento de la Planta de Brecha Verde, para poder incrementar el caudal de inyección.

En el año en curso se hizo un estudio sobre la Revaluación de las Reservas, tomando en consideración el comportamiento de la producción y teniendo en cuenta el estudio de Simulación Numérica realizado en Octubre de 1991, arribándose a las siguientes conclusiones:

- El porcentaje de agua se mantiene prácticamente constante para una mayor producción de fluido total.
- El éxito de reparaciones en pozos productores y la modificación en el sistema de extracción, permitieron aumentar la producción.
- Los dos reservorios que concentran el mayor volumen de petróleo son las dos tobas (superior e inferior), con un porcentaje de agua significativamente inferior a los valores promedio resultantes de la historia de producción y la simulación.
- La formación Las Cabras está prácticamente atravesada por pozos con un distanciamiento de 250 a 300 m aproximadamente. Por lo tanto para incrementar la producción e inyección se necesitaba emplear técnicas que permitan aumentar la superficie de drenaje y admisión respectivamente.

En el transcurso del presente año se ha llevado a cabo un

programa de tareas muy agresivo para implementar las recomendaciones de los estudios anteriores. Los trabajos a nivel formación se encuentran terminados, restando completar aún algunas obras de instalaciones de superficie.

Se ha ampliado el número de los pozos inyectores de 11 a 14, implementándose el sistema de inyección selectiva en 11 de ellos, y los restantes continúan con inyección simple por razones operativas.

El caudal de inyección diario el año anterior era de 2100 m³/día, teniéndose previsto llegar en la actualidad a 6500 m³/día.

Para llegar a los caudales anteriores se han tenido que estimular los reservorios mediante acidificaciones o fracturas hidráulicas.

Se encuentra en plena etapa de ejecución los trabajos de tendido de nuevas líneas de conducción del agua de planta a los diferentes satélites. Además se tiene prevista la construcción de dos satélites más.

Con la inyección prevista, se reducirán notablemente los caudales de agua de purga que se inyectan en pozos sumideros.

3) SISTEMA DE EVAPORACION ASISTIDA

3.a) Introducción

Se entiende por Evaporación asistida al proceso mediante el cual, con la incorporación de energía, permite incrementar la tasa de evaporación de una fase líquida en contacto con condiciones ambientales de presión, temperatura y humedad.

Esta técnica, entre otras posibilidades, permite resolver preventivamente impactos en el medioambiente generados por líquidos que tienen incorporados sustancias contaminantes disueltas, a partir de la separación del soluto peligroso por reducción del solvente asociado.

De acuerdo al tipo de energía que se disponga será el tipo de evaporación asistida a utilizar. Así si es de carácter térmico la evaporación asistida podrá implementarse a través de Combustión Sumergida. Si simultáneamente con la incorporación de energía térmica, se incorpora energía mecánica (por ejemplo agitación), el proceso se desarrollará en un evaporador de celdas de mezclado.

Otra posibilidad de comunicar energía a la solución a separar puede ser a través de la presurización de la misma y su posterior nebulización a través de orificios, denominándose a esta técnica evaporación asistida por nebulización.

3.b) Evaporación asistida por nebulización

Mediante este método se presuriza el líquido a presiones que varían entre 5 y 30 Kg/cm², enviándose luego a través de toberas en donde se produce una gran conversión de energía de potencial a cinética, y de esta a superficial. Esta última se traduce en la generación de pequeñas gotas que guardan la misma relación soluto solvente que existía en la masa de líquido original. De esta manera se logra incrementar notablemente la superficie de intercambio térmico fluido-medioambiente.

Datos experimentales permiten ilustrar esto último: a partir de la nebulización a una presión de 28 Kg/cm² de 1 m³ de líquido es posible generar una distribución de tamaños de gotas con un diámetro medio de 50 micrones, que supone una interfase expuesta al intercambio térmico con el medio de más de 12 hectáreas.

También se ven afectados los coeficientes de intercambio con variaciones en la velocidad del viento.

Es esta área expuesta la que contribuye al rápido cambio de estado del solvente, dejando el soluto depositado en zonas especialmente acondicionadas para su eventual recuperación y disposición final o utilización.

3.c) Tratamiento del agua coproducida

La presencia de efluentes de base acuosa con altos contenidos de sales en las represas de la playa de tanques B-104, llevó a intentar implementar un sistema que acelerara la eliminación de los mismos a efectos de minimizar el impacto ambiental. Así mismo se debió construir un sistema que actuara para disponer el agua de purga en casos de emergencia por paradas en la Planta de tratamiento de Brecha Verde.

De esta manera se decidió realizar una experiencia piloto de evaporación asistida con una tobera especialmente diseñada para tal función.

Una vez realizada esta experiencia piloto y ajustados los parámetros de operación, se diseñó el sistema de evaporación asistida a implementar teniendo en cuenta para ello los volúmenes de agua a tratar aspectos climáticos, aspectos geomorfológicos de la zona de instalación, geometría de nebulización, etc.

Con relación a las toberas seleccionadas y a modo de dato ilustrativo se puede mencionar que las mismas son de escaso o nulo mantenimiento y su diseño helicoidal evita obturaciones por sólidos suspendidos de hasta la mitad del diámetro de la garganta de la tobera.

Globalmente se aprecian reducciones volumétricas del efluente del orden de 40 veces, con la consiguiente disminución de la necesidad de superficie de agua para evaporación natural.

El sistema implementado se encuentra ya instalado en el Yacimiento Barrancas, teniendo el mismo una capacidad de tratamiento de 1000 m³/día. El mismo cuenta con 8 toberas helicoidales, dispuestas en una configuración de doble línea con una playa de reducción dividida que permite el tratamiento continuo de los excedentes de aguas coproducidas originadas en el proceso extractivo de hidrocarburos.

Como aspecto final es importante destacar que estos procesos requieren para su funcionamiento una baja supervisión y pueden constituir una herramienta útil en el control de contaminantes líquidos, dada la reducción de la movilidad, que se traduce en un menor riesgo de propagación a sistemas susceptibles de ser dañados.

Si se consideran todos los aspectos regulatorios medioambientales específicos del área en cuestión y se ejerce un continuo monitoreo de las zonas adyacentes a la planta de nebulización, este procedimiento aparece como económicamente viable y seguro.

Nota: Se agradece la colaboración brindada por:

Ing. Benito Vilanova-Dpto. Producc. Reg. Mendoza YPF S.A.
Dr. Pedro Santistevan-Dpto. Producc. Reg. Mendoza YPF S.A.
Ing. Alejandro Maure-Grupo GEMA-Univ. Nac. de Cuyo