

Terminaciones de pozos inyectores *slim*

Por **Fabio Vides, Manuel Rodríguez y Juan Sánchez** (YPF S.A.)

En este trabajo se detalla la evolución de las estrategias de terminación, la capitalización de lecciones aprendidas, el estado actual de los pozos *slim* completados y los desafíos que existen en el futuro para realizar inyección selectiva.

Este trabajo fue seleccionado en el marco del 4° Congreso Latinoamericano de Perforación y Terminación del IAPG, realizado en noviembre de 2021.

En el yacimiento Cerro Hamaca Oeste (Rincón de los Sauces) se realizó la perforación de un piloto, en el cual se hizo uso de tubería G2 de 3 ½" revestida en reemplazo de la cañería de 7" utilizada habitualmente. En la arquitectura del pozo tipo de la zona se realizaron los cambios que se detallan en la tabla 1.

	Pozo tipo anterior	Nuevo pozo slim
Profundidad final (MD)	1180	1271
Trayectoria	Dirigido	Dirigido
Trepano guía	12,25	12,25
Trepano Aislación	8,75	6,125
Casing guía	9 5/8"	9 5/8"
Casing aislación	7"	3 ½ Revestido
Cabeza de pozo	Sección A y C Bridada 3000#	Sección A y C Bridada 3000#

Tabla 1.

Como se observa en la tabla 1, los cambios solo se realizaron en la fase de aislación y se conservaron la guía y la cabeza de pozo de la arquitectura original.

Esta experiencia y las lecciones aprendidas que surgieron de ella fueron el puntapié inicial de la implementación de la arquitectura *slim* en el yacimiento Chachahuen y posteriormente en el yacimiento Chihuido de la Sierra Negra. Así también, se buscó capitalizar los resultados obtenidos en los ensayos realizados inicialmente para Cerro Hamaca Oeste.

Desarrollo

Criterios de diseño

Se planteó la nueva arquitectura considerando las siguientes premisas:

- Reducción del costo pozo.
- Utilización de materiales normalizados.
- Permitir una inyección eficiente y bajar costos de operación.
- Posibilidad de realizar estimulaciones.
- Reutilización de tubería inspeccionada y reducción de stock de almacenes.
- Adecuación del diseño a normativas vigentes.

Arquitectura de pozo

Se optó por un diseño con dos cañerías, como en los pozos verticales de la zona. Se redujo el diámetro del *casing* de la guía de $9 \frac{5}{8}$ " a 7" y del *casing* de la aislación de $5 \frac{1}{2}$ " a $3 \frac{1}{2}$ " revestido. Al no necesita colgador de *tubing*, se pasó de usar dos cabezas independientes (Sección A de $9 \frac{5}{8}$ " x $5 \frac{1}{2}$ " y Sección C de $5 \frac{1}{2}$ " x $2 \frac{7}{8}$ ") a una única sección tipo independiente de 7" x $3 \frac{1}{2}$ ".

Al realizar inyección *tubingless*, se prescinde de la instalación de inyección, compuesta por Packer y tubería ERFV (fibra de vidrio reforzada) de un pozo convencional con inyección simple.

Los revestimientos se componen de la siguiente manera:

Exterior: revestimiento anticorrosivo de resina reforzada con fibra de vidrio. Sus principales características son las siguientes:

- Alta resistencia a la temperatura.
- Elevada dureza y resistencia mecánica al manipuleo.
- Cupla totalmente revestida.
- Resistencia a bacterias sulfato reductoras, CO_2 .
- H_2S .

Interior: liner de polietileno de alta densidad de insertado deformando el mismo en su rango elástico. El tubo queda ajustado y adherido mecánicamente, no se utiliza ningún tipo de adhesivo. Sus principales características son las siguientes:

- Apto para fluidos con presencia de sólidos en suspensión.
- Apto para ambientes corrosivos severos.
- Baja pérdida de carga dada su baja rugosidad relativa.
- Resistencia a H_2S - CO_2 - O_2 .



Figura 1. Corte de *tubing* revestido interior/exterior.

Detalle de barreras (protección de acuíferos)

Se buscó garantizar el monitoreo de la entre-columna, ya sea mediante manómetros o bien mediante perfiles de tránsito, en el diseño original (Figura 2), en el cual el cielo cemento de la cañería Guía es en el cruce con la cañería de Aislación. Esto cambió con la Resolución 18/2018 del departamento de irrigación de la provincia de Mendoza, en la que se especifica que el cielo cemento debe llegar hasta la boca de pozo según el esquema 3 de los diseños homologados para pozos inyectores de esa resolución (Figura 3).

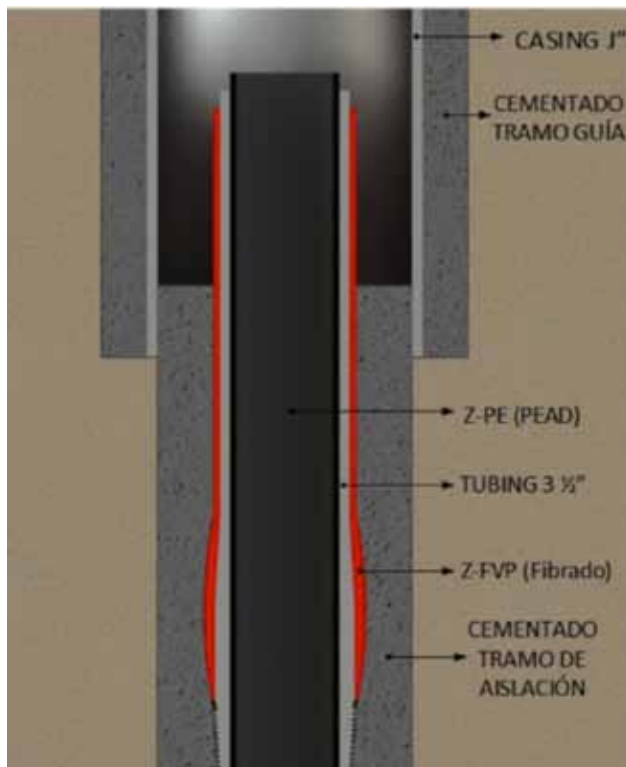


Figura 2. Diagrama de barreras (diseño original).

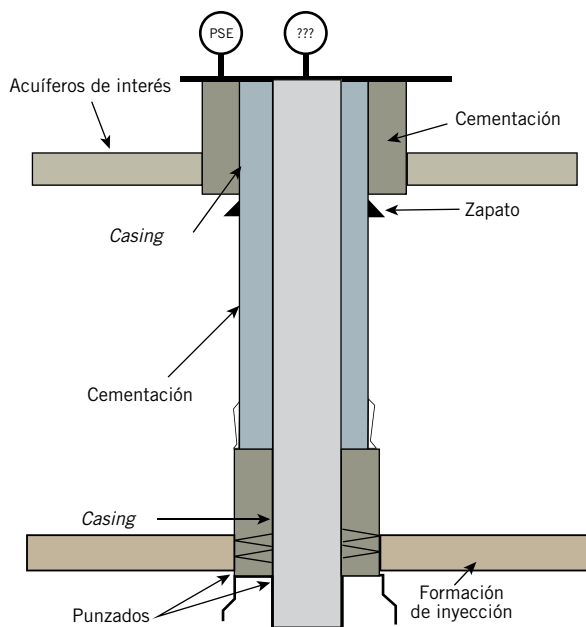


Figura 3. Esquema 3 de la Resolución 18/2018 (inyección tubingless).

Se logra en las uniones entre *tubing* alcanzar una continuidad en la protección anticorrosiva tanto exterior como interior.

El revestimiento exterior en el Pin del *tubing* llega hasta los primeros filetes de la rosca y del lado Box cubre la totalidad de la cupla, de esta forma se produce un solapamiento durante el enrosque del recubrimiento de la cupla con el pin.

En el caso del revestimiento interior, las terminaciones de los liner PEAD no se tocan, de esta manera se evitan deformaciones que restrinjan el diámetro interno. En el intersticio que se dejó entre las dos terminales, la cupla esta revestida con recubrimiento epoxi, así queda protegida toda la conexión (Figura 4).

Cabezales de pozo

Para la realización de los pozos de Chachahuen Sur se utilizaron cabezas independientes con conexión inferior roscada y superior con tapa de cierre a golpes.

Para los pozos de Chihuido de la sierra negra se migró a cabezales independientes con conexión superior bridada 7 1/16", lo que permite montar Stack BOP directamente sobre el mismo durante la perforación del pozo.

En ambos casos se utilizaron colgadores con mordazas y prensa estopa.

Ensayos previos

Ensayo de resistencia a estimulaciones ácidas

Se tomaron los siguientes datos de entrada según los requerimientos máximos posibles durante una estimulación HCL-HF en el yacimiento Chachahuen:

- Temperatura: 45 °C
- Presión: 140 bar
- Fases: PEAD en contacto con solución de ácido clor-

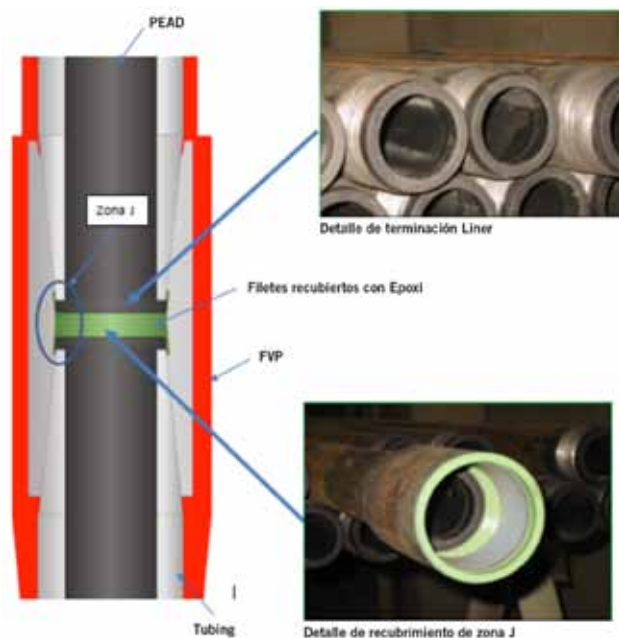


Figura 4. Descripción de conexión de *tubing*.

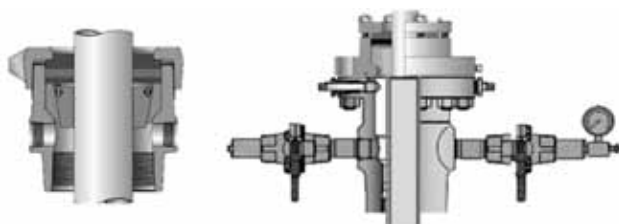


Figura 5. Cabeza de pozo independiente de pozos Chachahuen Sur (izquierda), cabeza independiente de pozos de Chihuido de la Sierra Negra (derecha).

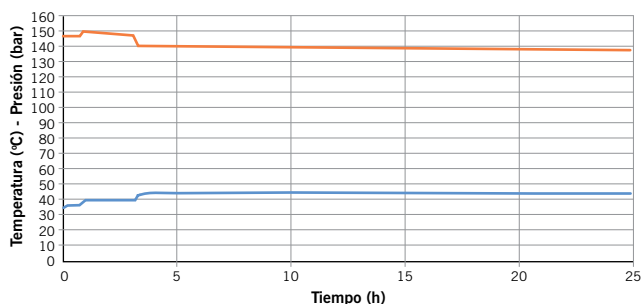


Figura 6. Encamisado interno antes y después de autoclave (45 °C, 140 bar, 24 h) 100% en contacto con HCL (15%) y HF (5%).

hídrico (15%) y ácido fluorhídrico (5%) en agua corriente

- Tiempo: 24 h

Resultados

Inspección visual	
Fisuras	No se observan
Ampollas	No se observan
Ablandamiento	No se observan
Falta de adherencia	No se observan
Degradación del material	No se observan
Cambio de color	No se observan



Figura 7. Detalle de la probeta y gancho se sujeción del cañón.

El resultado del ensayo revela una ventaja sustancial con respecto a la tubería de ERFV utilizada en las instalaciones convencionales, ya que esta se ve afectada con la exposición al ácido fluorhídrico.

Prueba de punzados

Se realizaron pruebas de perfomance de distintos tipos de revestimiento internos y externos. Estas pruebas estuvieron a cargo de personal de Y-TEC y se realizaron en la planta de ETA S.A. ubicada en la localidad de Sierras Bayas. Para realizar el ensayo, se cementaron las probetas en un tambor de 200 l, con un tiempo de fragüe de aproximadamente 26 días. Cada cañón se sujetó con un cable de acero a una estaca para retenerlo luego de la explosión. Se utilizó cañón de 2" con cargas RT36H extra, 6,5 g 5 TPP fase 180 (Figuras, 6, 7 y 8).

Resultados

De acuerdo con los resultados de los ensayos se llegó a la conclusión de que el revestimiento apto para ser punzado es el tipo epoxi, ya que no sufre degradación fuera del área de punzados, además es el más testeado en la industria. El resto de los revestimientos sufren deformaciones que derivan en reducciones de diámetro interior, por lo tanto no pueden ser usados en la zona de punzados. Los resultados informados fueron sobre el liner PEAD adherido por inyección de cemento, no los fijados por interferencia mecánica utilizados en el proyecto, aunque algunas conclusiones pueden tomarse como válidas para los dos sistemas (Tabla 2).

Tipo de relevamiento	Relevamiento fotográfico	Observaciones
Epoxi (pintura)		Se observa desprendimiento de revestimiento (30 mm). No se observa hinchamiento. Se recomienda usar este tipo de revestimiento en la zona de punzados.
PEAD (Liner)		Se observa hinchamiento y reducción de diámetro. Se descarta usar este tipo de revestimiento por riesgo de Set Up.
ERFV		Se observa desprendimiento de la fibra y pérdida de adherencia.

Tabla 2.



Figura 8. Momento de la detonación del cañón.

Pruebas de cuñas y pinzas de entubación

En un ensayo inicial se sometió un CSG de 4 ½" revestido exteriormente con ERVF a pruebas de torque y accionamiento de cuña neumática.

Como primera medida se seleccionó las mordazas adecuadas para producir un correcto agarre sin producir daños.

Se comenzó con torques de 1800 lb/ft (óptimo) y luego se fue incrementando gradualmente hasta alcanzar las 8000 lb/ft de torque aplicado sobre el revestimiento, el mismo sufrió marcas, pero no desprendimiento, las marcas no llegaron al sustrato (Figuras 9, 10 y 11).

Como conclusión del ensayo se determinó que el revestimiento exterior soporta valores de torque muy superiores al óptimo de la conexión.

Tanto en cuñas neumáticas como en llaves se aconseja usar mordazas para tubería de cromo, debido a que sus dientes dejan marcas de menor profundidad que las convencionales (Figura 12).



Figura 9. Ensayo de torque.



Figura 10. Prueba con cuña Spider con mordazas para cromo.



Figura 11. Muestra ensayada con 8000 lb/ft de torque.

Además, se realizó prueba de agarre utilizando cuña tipo Spider Contact con mordazas para cromo aplicando un esfuerzo de compresión de 20 tn con prensa para simular el peso de la cañería colgada. Se observó buen agarre de la cuña y resistencia del revestimiento (Figura 13).



Figura 12. Mordazas para tubería de cromo.



Figura 13. Prueba de agarre con prensa hidráulica.



Figura 14. Muestra probada con cuña convencional.

Al momento de realizar los pozos en Chachahuen Sur no se contaba con disponibilidad de Spider con mordazas para cromo. El ensayo se repitió con mordazas convencionales, donde se observaron marcas más profundas, pero no desprendimiento de la fibra ni pérdida de continuidad en el revestimiento (Figura 14).

Terminación pozos Chachahuen Sur

Para la terminación se planificó la siguiente secuencia operativa:

- Perfilar Cemento
- Bajar nivel por pistoneo
- Punzar
- Ensayo por pistoneo
- Realizar ensayo SRT
- Estimular

Se realizó perfil de cemento CBL-VDL- CCL y rayos Gamma con grúa, se utilizó perfil GR para determinar la zona por punzar en ambos pozos, ya que no se realizaron perfiles de pozo abierto. En el caso del Pozo Chachahuen 1 se contaba con un tramo de cañería libre que sirvió para calibrar la herramienta, el Chachahuen 2 se cemento hasta boca de pozo.

Tramo de cañería libre

Se observa buen cemento a partir de 344 m
Zona de interés (633-643 m)

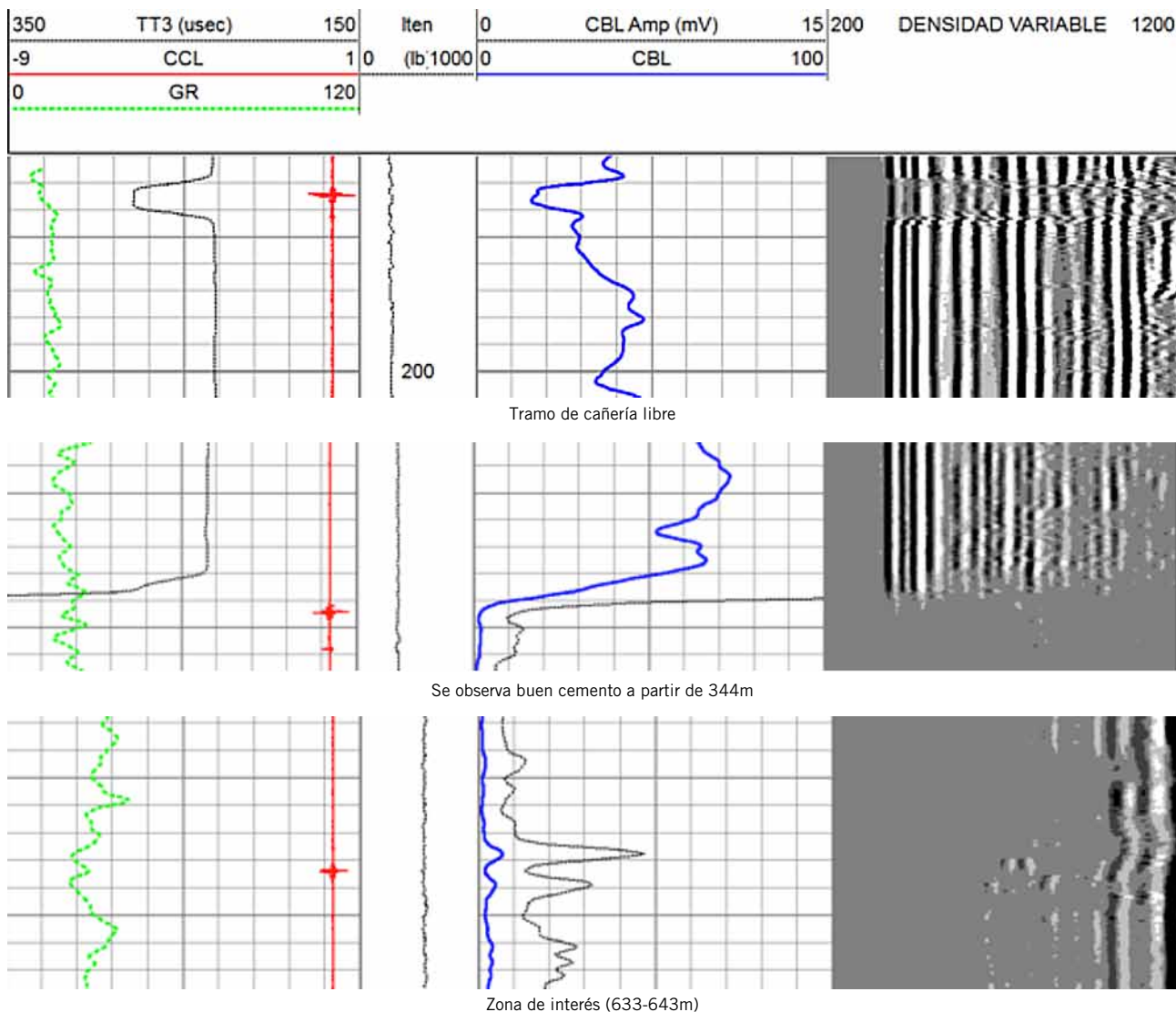
Para realizar los punzados en balance y ensayo, se utilizó un equipo Flush By.

Pistoneo: se utilizaron copas areneras (tipo BJ), ya que las copas tipo Guiberson (estándar) al desgastarse pueden dañar el revestimiento con los alambres de la canasta.

En un principio se utilizaron copas para *tubing* de 2 7/8", pero su eficiencia era muy baja, debido a la diferencia de diámetros internos. Por lo tanto se modificaron copas de 3 1/2" rebajando el diámetro a 63 mm, con ellas se pudo completar el bajado de nivel y el ensayo pospunzado. Se tuvo la precaución de no profundizar la copa por debajo del cambio de diámetro del revestimiento interior (Figura 15).

Punzado: durante la etapa de perforación se confeccionó el Tally contemplando la zona estimada por





punzar cubierta con tubulares con revestimiento epoxi, dicho intervalo se determinó en conjunto con geología mediante la correlación con pozos vecinos (Figura 16).

Se realizó con cañones de 2" punzando 10 m en el

ChuS.IA-622 y 12 m en el ChuS.IA-623. Las cargas utilizadas fueron RT36H extra! de 6,5 g, 6 TPP, fase 60° con un desbalance estático de +/- 100 psi (presión de formación: 450 PSI). No se registraron problemas operativos.

Pistoneo: se realizó un pistoneo de 5/6 horas para comprobar entrada y comunicación de los punzados con formación. En ambos pozos se pudo comprobar aporte y nivel. Se observó petróleo en muestra.

Ensayos SRT (Step Rate Test): se realizaron los ensayos sin equipo con un bombeador una vez montado los puentes de inyección. Tanto en el pozo Chachahuen 1 como en el Chachahuen 2 no se alcanzaron los valores de inyección requeridos, por lo que en ambos se realizaron ácidos matriciales. Luego de estimular se repitió el ensayo SRT y se obtuvieron los valores deseados.

Estimulación: se realizaron ácidos a caudal matricial compuesto por un pre-flujo de 1,5 m³ HCl al 10% + 150 l de solvente mutal, tratamiento de 3 m³ HCl-HF al 10%-1,5% + 300 l de solvente mutal y posflujo de 1,5 m³ de HCl al 5%, sobre-desplazando un 1,5 veces el volumen del tratamiento con agua tratada con inhibidor de arcilla.

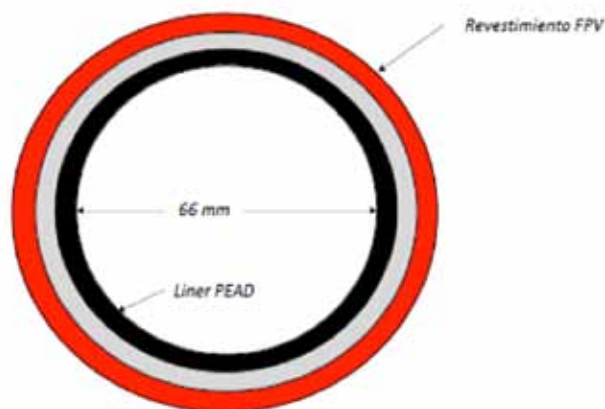


Figura 15. Diámetro interno tubing 3 ½ revestido.

Punzados (m)	Prueba de admisión pre-estimulación	Estimulación matricial	Prueba de admisión pos-estimulación	
Pozo Chihuido A	15	0,2 bpm-760 psi	12500 l de HCL al 15%	2,2 bpm - 420 psi
Pozo Chihuido B	7,5	No admite - 1680 psi	No	No
Pozo Chihuido C	12	No admite - 1750 psi	No	No
Pozo Chihuido D	5	0,3 bpm-800 psi	3000 l de HCL al 15%	0,9 bpm-1350 psi
Pozo Chihuido E	13,5	1,2 bpm-700 psi	No	N/A

Tabla 3.

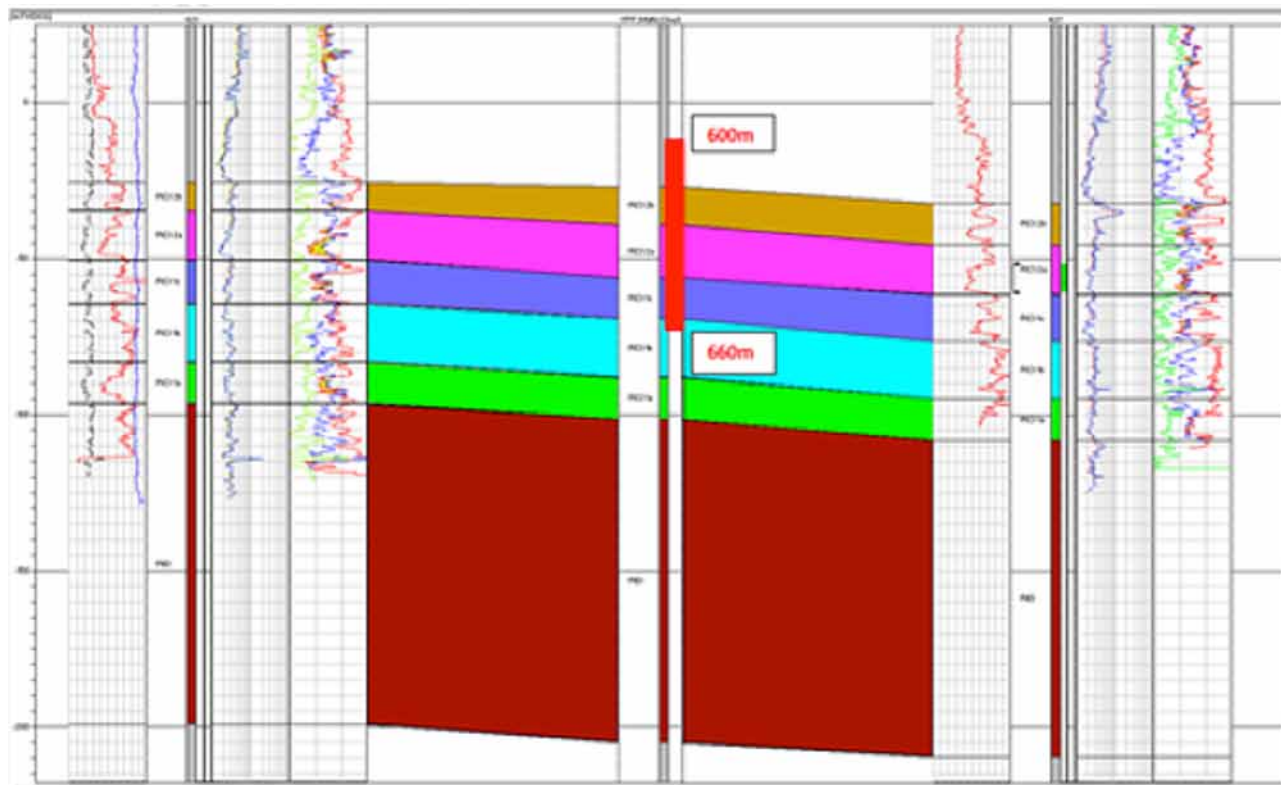


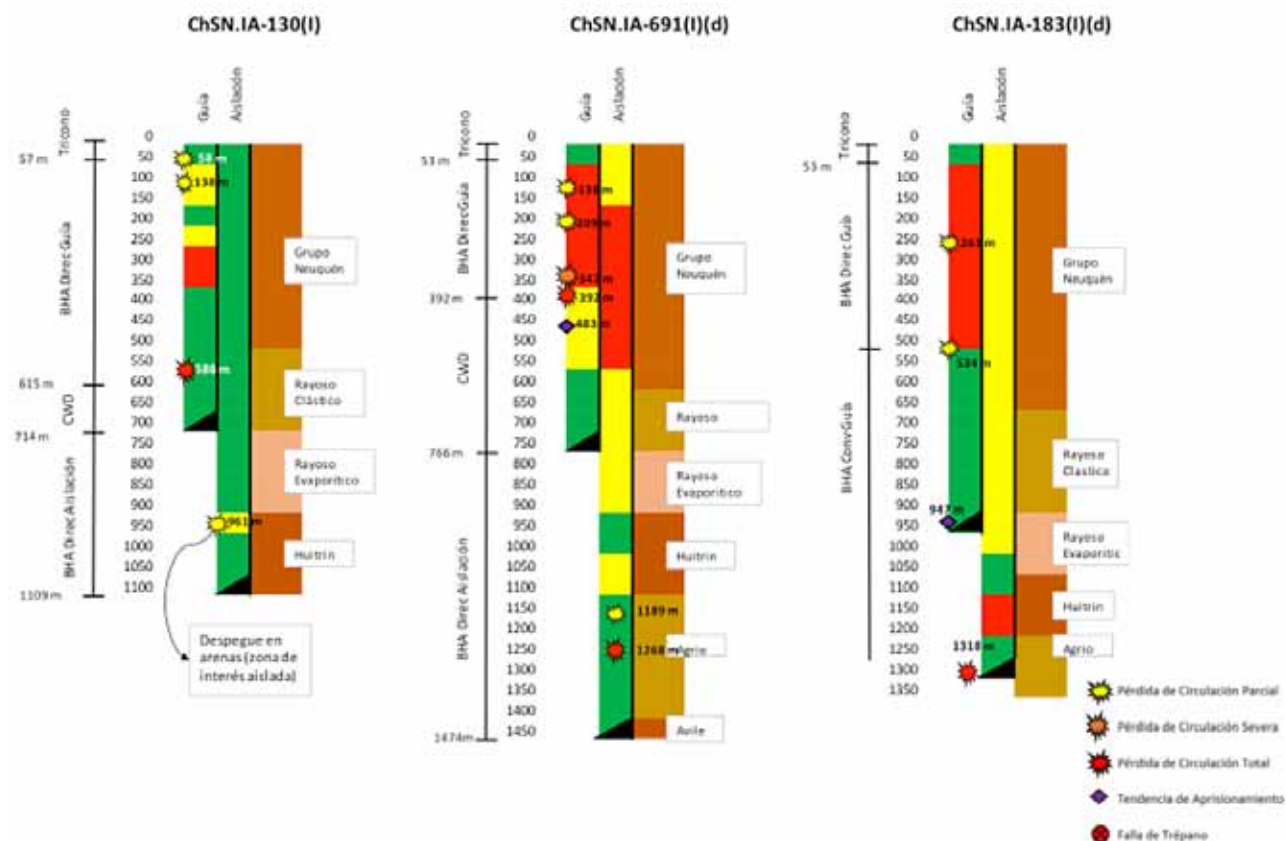
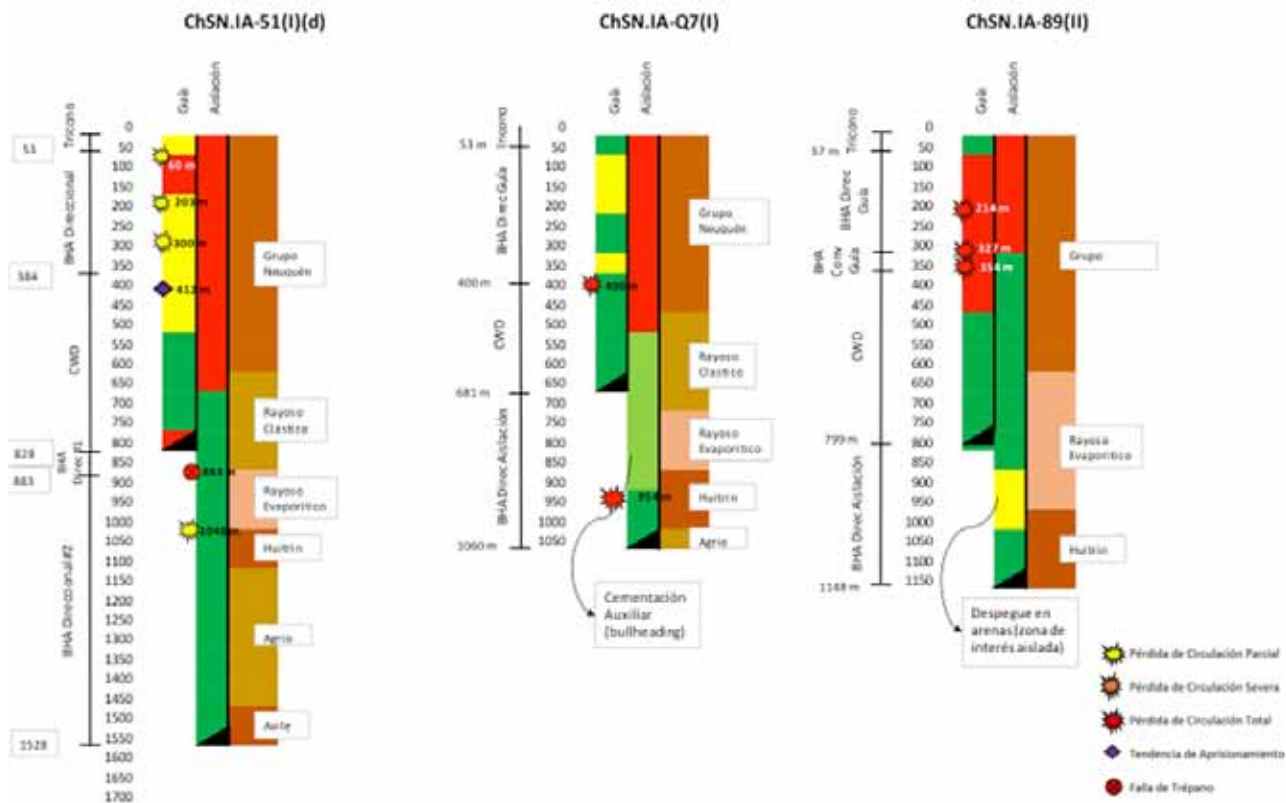
Figura 16. Correlación con pozos vecinos.

Terminación pozos Chihuido de la Sierra Negra

Se planificó para las terminaciones la siguiente secuencia operativa:

- Perfilar Cemento
- Punzar
- Prueba de admisión

Hipótesis	Comentario
Obturante en Fm. Troncoso.	No se tuvo pérdidas de circulación, por lo cual el obturante no ingreso en la formación. En los pozos anteriores donde se tuvo pérdidas de circulación con material obturante, luego de punzar se logró admisión para realizar el tratamiento ácido.
Caverna en zona de punzados	No se tiene registro de caliper, pero el volumen de cemento real superó al calculado. Se trabajo con exceso de 300% a pozo abierto (10 pulgadas promedio). Lechada principal 9,7-15 barriles, lechada relleno: 14-74 barriles. No se puede determinar en el perfil de cemento la transición entre lechadas.
Punzado fuera de zona	Se realizó correlación descartando esta hipótesis.
Penetración insuficiente de punzado	Cañón 2" 6,5 g (punzado y repunzado). El diámetro promedio de acuerdo al cálculo del volumen de exceso de cemento es de 10'. En casi todos los pozos <i>slim</i> se necesitó estimulación ácida para llegar al caudal requerido. TER 2006 Chihuido B (original): Se realiza prueba de admisión en 1077,5/ 1070 m con 700 psi 578 lpm (832,32 m³/día) a los 15 min. reduce a 300 psi-238 lpm (342,72 m³/día) estabilizado.
Punzado con suciedad (restos de pintura epoxi, cemento)	Se mantiene esta hipótesis, ya que se tiene en cuenta el volumen de exceso de cemento y la cantidad de punzado y repunzado (285 tiros).



- Estimular
 - Prueba de admisión posestimulación
- Todas las terminaciones fueron realizadas con la metodología Rigless, tanto las operaciones de Wireline como las pruebas de integridad y admisión y las estimulaciones.

Perfiles: se realizó perfil de cemento CBL-VDL- CCL y rayos Gamma. los perfiles de cemento determinaron en general malos resultados en la cementación primaria, lo que llevó a la necesidad de realizar cementación secundaria mediante bullheading en el pozo Chihuido B.

Punzado: al igual que en Chachahuen Sur, se realizó

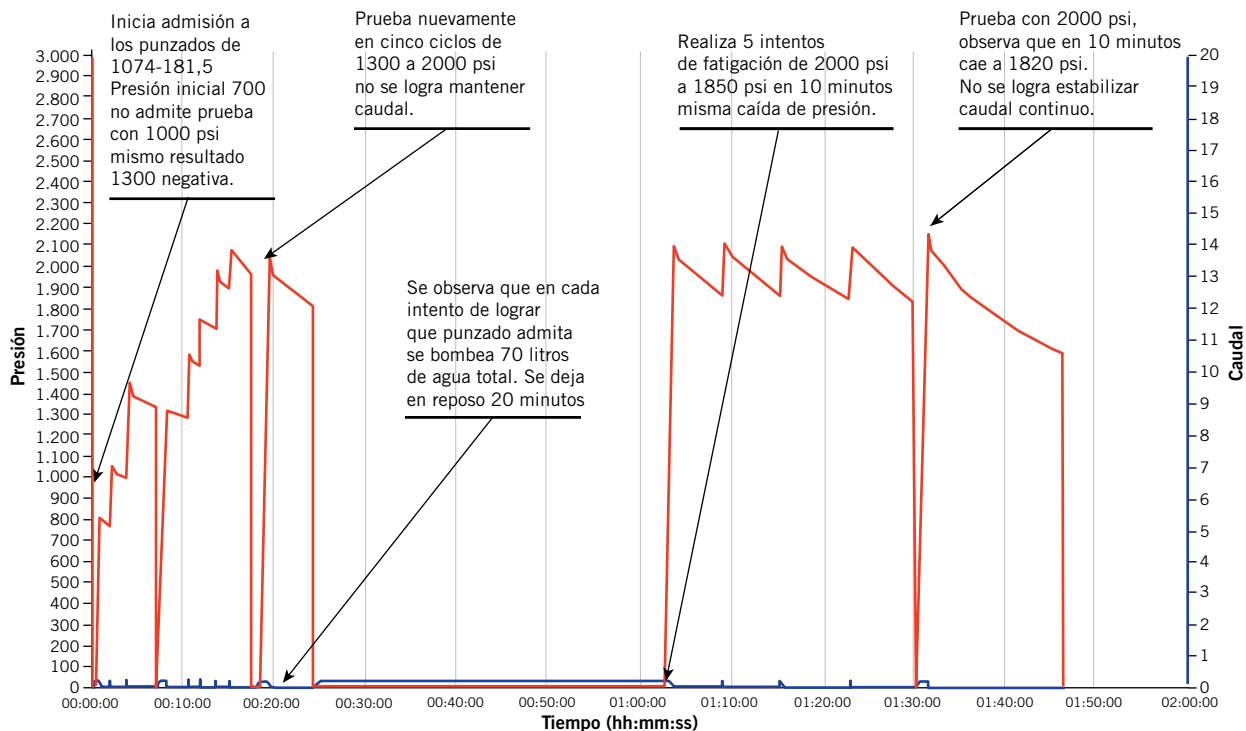


Figura 17. Carta de pruebas de admisión Chihuido B.

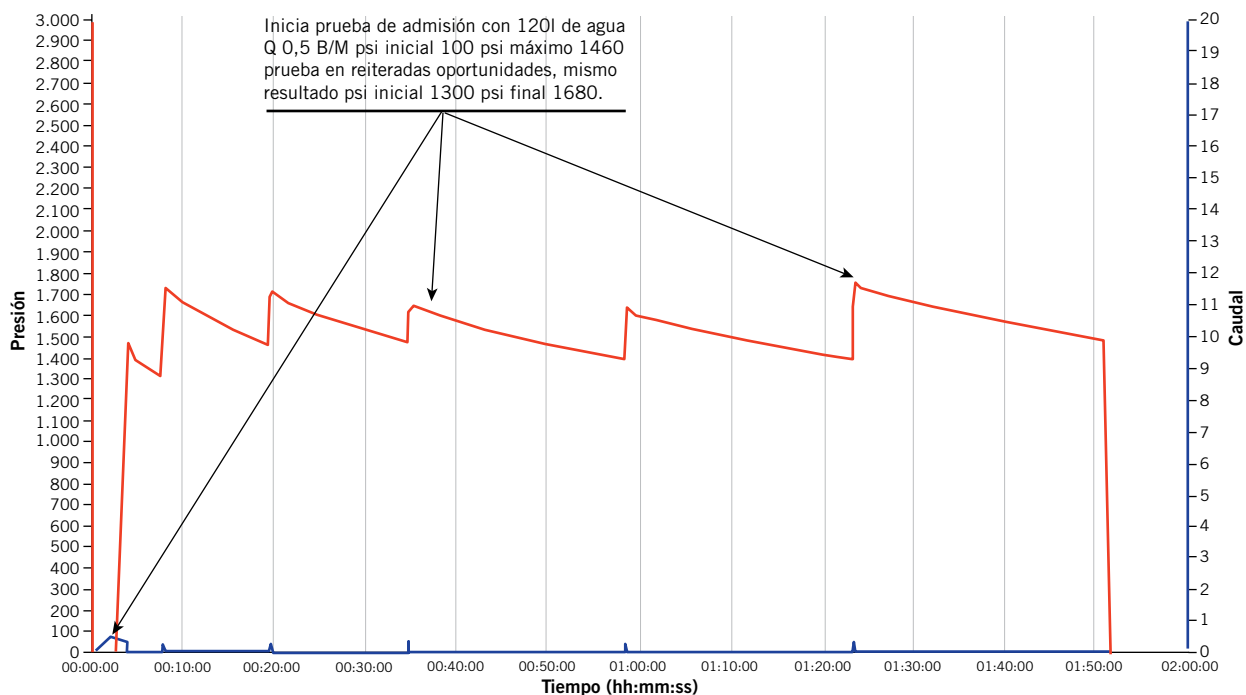


Figura 18. Carta de pruebas de admisión Chihuido B luego de repunzar.

con cañones de 2" y las cargas utilizadas fueron RT36H Extra! de 6,5 g, 6 TPP, fase 60° con nivel de fluido en boca de pozo. No se requirió punzar en bajo balance. No se registraron problemas operativos.

El resumen de resultados de operaciones se observa en la tabla 3.

Evaluación de cementaciones primarias *versus* antecedentes de perforación:

Problemas de admisión-Caso Pozo Chihuido B

Durante la terminación se realizaron las siguientes

actividades:

- Punza con cañón 2" 6 tpp intervalo 1074 /1081,5 m.
- Prueba de admisión con un caudal de 0,5 bpm, presión inicial: 100 psi, presión máxima: 1460 psi. Prueba en reiteradas oportunidades con mismo resultado presión inicial: 1300 psi, presión final: 1680 psi, no registrando admisión.
- Repunza con cañón 2" 6 tpp, intervalo 1074 /1081,5 mbbp.
- Repite prueba de admisión con igual resultado, sin admisión (Figura 17).

No se observaron cambios significativos luego de repunzar (Figura 18).

Para determinar las posibles acciones de mitigación se analizaron distintas causas de la falta de admisión del pozo. Si bien no se pudo determinar fehacientemente una única causa, se pudieron descartar algunas hipótesis consideradas.

Se analizaron las siguientes alternativas asumiendo como principal causa de la baja penetración de las cargas de 6,5 g. Se descartó la estimulación hidráulica, debido a que el diseño no está preparado para ese tipo de estimulaciones y no cumplía con los requerimientos de integridad.

La opción es aumentar el tamaño de las cargas pasando a cañón de 2 1/8" y cargas de 14 g 6 tpp con una mayor penetración, de manera de poder conectar formación virgen. Con este aumento de tamaño de cargas y cañones el riesgo de aprisionamiento de los cañones es mayor.

No se realizaron ensayos para evaluar los efectos del punzado propuesto sobre el revestimiento, por lo que aún está pendiente la operación.

Puentes de inyección

Las presiones de inyección en el yacimiento Chachahuen es de 1450 psi y en el yacimiento Chihuido de la Sierra Negra de 1000 psi.

Los puentes de inyección utilizados fueron diseñados bajo norma ASME B31.4, son probados con 173 kg cm² y tienen una presión máxima de trabajo de 2000 psi. Están compuestos por dos válvulas esféricas de 2 7/8" pasaje pleno, al igual que los demás componentes Serie 3000#, con excepción de la válvula esférica lateral de 1 1/2" y 2 7/8" que son de serie 2000#.



Figura 19. Imagen y esquema de árbol de inyección instalado.

Fueron instalados previo a la operación de punzado y se probaron en baja con 300 psi y en alta con 900 psi en conjunto con la prueba de integridad de la cañería (Figura 19).

Evaluación económica

Para realizar la evaluación económica nos basamos en el proyecto aplicado en Chachahuen Sur, ya que en el yacimiento Chihuido de la Sierra Negra se considera objetivo no cumplido, debido a los problemas de cemento y admisión descriptos.

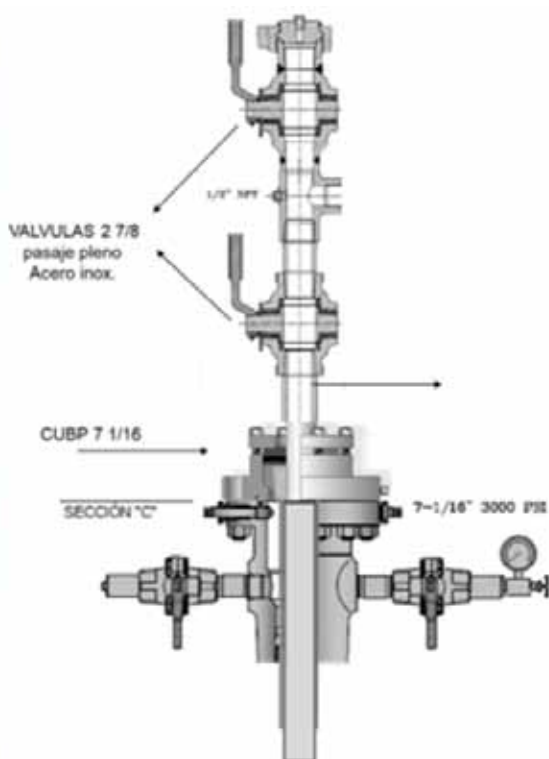
Se realiza la comparación de costos de las etapas de perforación, terminación e instalaciones de los pozos cercanos a los pozos *slim* Chachahuen 1 y 2.

Si comparamos el promedio de costos de los pozos vecinos inyectoros convencionales *versus* el promedio de costos de los dos pozos *slim hole*, arroja un ahorro promedio de 125,8 KUSD, es decir, un ahorro del 15%.

Como se observa en el detalle de las etapas los ahorros se presentan en prescindir de la instalación de inyección y en la etapa de terminación. Si bien en la perforación no se realizan los perfiles Open Hole, el costo de la etapa fue afectada por el alquiler adicional de herramientas *slim* (sondeo, llaves, BOP).

La disminución del costo pozo se compone fundamentalmente de los siguientes factores:

- reutilización de materiales,
- nueva arquitectura,
- no realizar perfil durante la perforación,
- metodología de terminación y
- prescindir de instalación de fondo (Tabla 4 y Figura 20).



Pozo	Perforación	Terminación	Instalación	Total (KUSD)
Chachahuen convencional 1	\$480,89	\$93,59	\$168,29	\$742,77
Chachahuen convencional 2	\$456,78	\$92,16	\$227,36	\$776,30
Chachahuen <i>slim hole</i> 1	\$437,81	\$60,81	\$136,31	\$634,93
Chachahuen <i>slim hole</i> 2	\$485,26	\$28,43	\$132,82	\$646,51

Tabla 4.

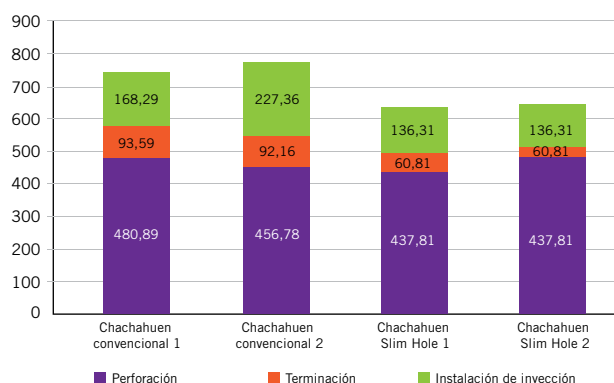


Figura 20.

Conclusiones

A pesar de que los pozos tenían muchas características en común, los resultados de las dos campañas fueron disímiles. Los problemas durante la cementación primaria y la falta de admisión en los pozos de Chihuido de la Sierra Negra pusieron de manifiesto las limitaciones de este tipo de diseño.

Si bien la disminución del costo pozo ronda entre el 10 y el 15%, la correcta selección de los pozos candidatos para aplicar este diseño es clave para el éxito de un proyecto. Se deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Necesidad de hacer perfiles de pozo abierto: debido a que las herramientas de perfilaje slim en general tienen menor disponibilidad y mayor costo, es importante que los candidatos tengan pozos vecinos para poder correlacionar, como en Chachahuen Sur, o bien sean pozos reemplazo, como en Chihuido de la Sierra Negra. En el caso de que por alguna contingencia no se puedan realizar los perfiles de pozo abierto, las limitaciones para la obtención de datos con perfiles de pozo entubado son mayores.
- Antecedentes de pérdidas de circulación/cementaciones primarias deficientes: es importante que los pozos seleccionados casi no requieran remediar cemento, o su probabilidad sea muy baja, por las limitaciones operativas para realizar cementaciones secundarias. El requerimiento de que los pozos estén cementados hasta boca de pozo limita a los candidatos con antecedentes de pérdida de circulación/altas admisiones.
- Necesidad de selectividad de inyección: si bien existen tecnologías para realizar inyección selectiva, ambas dependen de niples colocados durante la entubación del pozo, ya sean tipo sealbore o latch. La

imposibilidad de reemplazar los niples es un riesgo que se debe tener en cuenta.

- Necesidades de estimulación: para el diseño del pozo se deberán considerar las presiones máximas esperadas y el tipo de estimulación. Se realizaron estimulaciones matriciales, con presiones superiores a las 2000, no se registraron problemas en los revestimientos. A diferencia de las instalaciones con tubería de ERFV, los liner de PEAD no se ven afectados por el ácido fluorhídrico. Las bocas de pozo e instalaciones de superficie de los pozos analizados no permiten estimulaciones hidráulicas.
- Doble diámetro interno: se deberá tener en cuenta que, dado que en la zona de punzados no puede usarse revestimiento mediante liner de propileno, el diseño implica que la zona de interés tenga un diámetro interno mayor, esto limita algunas maniobras, como calibre y pistoneo.
- Disponibilidad de *tubing* 3 ½": una de las ventajas de usar *tubing* revestido con liner es la posibilidad de usar cañería inspeccionada, por lo tanto si se cuenta con stock inmovilizado de cañería de 3 ½" usada, los diseños *slim* son una buena opción.
- Imposibilidad de fijar hts de Flow control: tanto el plan de monitoreo como las instalaciones de superficie y boca de pozo tienen que contemplar dicha limitación.
- Calidad de agua: los costos de mantenimiento de los inyectores *slim* son menores que los diseños convencionales al no contar con elementos mecánicos. Sin embargo, es importante que el agua de inyección tenga bajo porcentaje de sólidos, debido a la capacidad menor de la cañería. Se deberá analizar como mitigación aumentar la longitud de la cámara.
- Disponibilidad de equipos: se deberá tener en cuenta que los pozos *slim* deben ser intervenidos para maniobras de calibre con unidades *coiled tubing* o con equipo de torre con varillas huecas.

Bibliografía

- Reglamento general para el control de contaminación hídrica Res. DGI N° 778/96.
- Resolución 81. Departamento general de irrigación.
- Análisis de agua de salida de planta de inyección.
- Protocolo PCh-M-05.06/16.
- Informe técnico Y-TEC 05.17 STE 536.18.
- Reporte de campo Y-TEC 08.16 STE 536.18. Entubación y cementación de pozo CHO.
- Informe de prueba tubos revestidos 24/08/2015 (Weatherford).
- Informe de performance de recubrimientos 10/05/2017 (Zoxi).
- Ficha técnica Z-FPV (Zoxi).
- Ficha técnica Z-80i (Zoxi).
- Programa de Terminación Chachahuen Sur y Chihuido de la Sierra Negra.
- Informe de entubación Chachahuen 1 (Zoxi).
- Informe incidente Chihuido B.
- Informes finales de terminación.