



Evaluación de *frac-hits* y su impacto en Loma Campana, cuenca Neuquina, Argentina

Por Mariana Mamaní, Amalia Rosemblat y María Fernanda Álvarez Castillo (YPF S.A.)

Este trabajo fue seleccionado en 1º lugar en el Concurso de Jóvenes Profesionales del 8º Congreso de Producción y Desarrollo de Reservas del IAPG, realizado en noviembre de 2023, en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Este estudio se realizó para identificar las variables del *frac-hit* que influyen en la productividad de los pozos progenitores e hijos en Vaca Muerta, y para analizar los flujos de trabajo y evaluaciones de la Interacción Impulsada por Fractura (FDI, por sus siglas en inglés) observada en el desarrollo del proyecto Loma Campana.

El bloque Loma Campana se encuentra ubicado en el engolfamiento de la cuenca Neuquina, a 90 km al NO de la ciudad de Neuquén, con un área de 395 km² y comparte la zona oeste con la localidad de Añelo (Figura 1). Actualmente es una concesión de explotación No Convencional con la sociedad de YPF S.A. (50 %) y Chevron (50 %).

En la actualidad, el principal horizonte productivo es la formación Vaca Muerta como reservorio No Convencional con más de 390 pozos verticales y 285 pozos horizontales. Loma Campana constituye el principal yacimiento No Convencional de la Argentina y se encuentra en desarrollo desde 2011.

Por la configuración estratigráfica de la formación Vaca Muerta, se pueden reconocer al menos cinco niveles de navegación de pozos horizontales según la zona dentro del bloque, “la cocina” (Intervalo T1-T2 según Vittore *et al.*, 2016) y el “orgánico inferior” (base de T3-T4, Vittore *et al.*, 2016) son los niveles mayormente perforados con muy buenos resultados a la fecha (Figura 2), en los cuales nos concentraremos en este trabajo. El desarrollo del campo se enfoca principalmente en dos niveles estratigráficos con una separación horizontal estándar de 300 m entre pozos de un mismo nivel y 150 m con los pozos del nivel superior (Figura 2).

Los campos en explotación con objetivo formación Vaca Muerta evolucionan desde una fase inicial de exploración/delineación con unos pocos pozos horizontales aislados hacia una fase de desarrollo con actividad masiva de pozos horizontales, los cuales requieren exclusivamente fracturamiento hidráulico para ser producidos. Cada pozo horizontal produce y drena un volumen de acuerdo con el diseño de estimulación y reservorio contactado. En el estadio de desarrollo se observa que, al

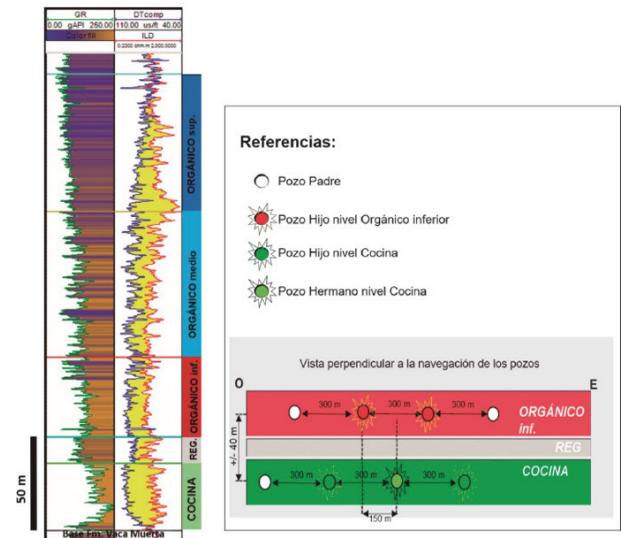


Figura 2. Perfil tipo de la formación Vaca Muerta para el área de Loma Campana y los principales niveles geológicos en desarrollo. A la derecha, se observa esquemáticamente el posicionamiento de los pozos horizontales por nivel y los distanciamientos estándares.

fracturar un pozo nuevo al lado de pozos existentes, este pozo nuevo se contacta con el vecino en producción. Estas interacciones generan pérdidas de productividad e ineficiencias en las fracturas de los nuevos pozos.

Las interacciones entre pozos son ampliamente conocidas y estudiadas en muchos yacimientos no convencionales de Estados Unidos (Rangriz y Chalaturnyk, 2019; Seth, 2020); sin embargo, este fenómeno está cobrando mayor importancia en los desarrollos de Vaca Muerta y, particularmente, en Loma Campana.

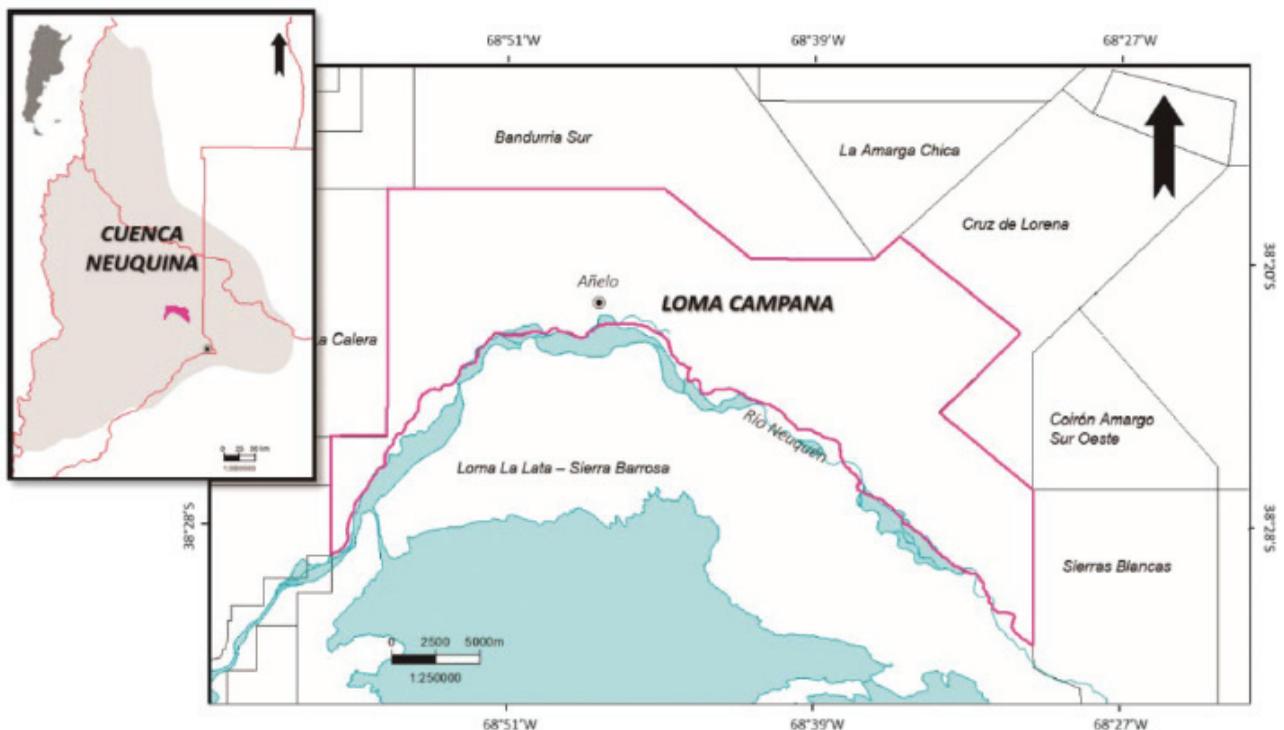


Figura 1. Ubicación del bloque Loma Campana.

Este trabajo muestra las particularidades de este fenómeno a través de análisis de presiones de pozos en el Play Loma Campana, al caracterizar sus variables diagnósticas y presentar una propuesta de metodología de análisis. Además, se pone en relevancia su relación con el fenómeno parent-child, intentando destacar la importancia de la identificación y seguimiento de los *frac-hits* para contribuir con la eficiencia de desarrollo de los campos.

Metodología

Definiciones

Inicialmente, para poder entender el fenómeno padre-hijo (más conocido en la bibliografía por sus términos en inglés *parent-child*) y las interacciones entre pozos horizontales en reservorios *shale* durante la etapa de fractura de pozos nuevos, se deben definir los siguientes términos: pozo padre, pozo hijo e interacciones (o *frac-hits* como comúnmente se conocen), y qué tipo de estas se analizaron y relacionaron para estudiar el fenómeno.

Pozo hijo: aquel pozo nuevo que interactúa con los pozos existentes incrementando la presión en ellos durante su etapa de fractura.

Pozo hermano: aquel que se ubica al lado del pozo hijo, en el PAD nuevo que se encuentra fracturando.

Pozo padre: pozo existente en producción con anterioridad a la terminación del pozo hijo. La identificación de este se realizó a nivel etapa de fractura del pozo hijo. En la tabla 1 se enumeran las consideraciones que un pozo padre debe cumplir.

Parámetros definidos para el pozo padre

- 1 El radio de búsqueda es hasta 1100 m.
- 2 El padre debe tener mínimo 90 días de producción.
- 3 Primer pozo ubicado en frente y que cumpla con un ángulo de 30° en el plano horizontal (Figura 3a).
- 4 A mismo nivel perforado se clasifica el pozo como lateral, a distinto nivel se clasifica como *stagger* o *stack* si se ubica en un ángulo de 20° (Figura 3b).
- 5 La distancia medida entre la etapa del pozo padre e hijo es la mínima distancia en 3D entre ellas, la tangente.

Tabla 1. Consideraciones para definir el pozo padre.

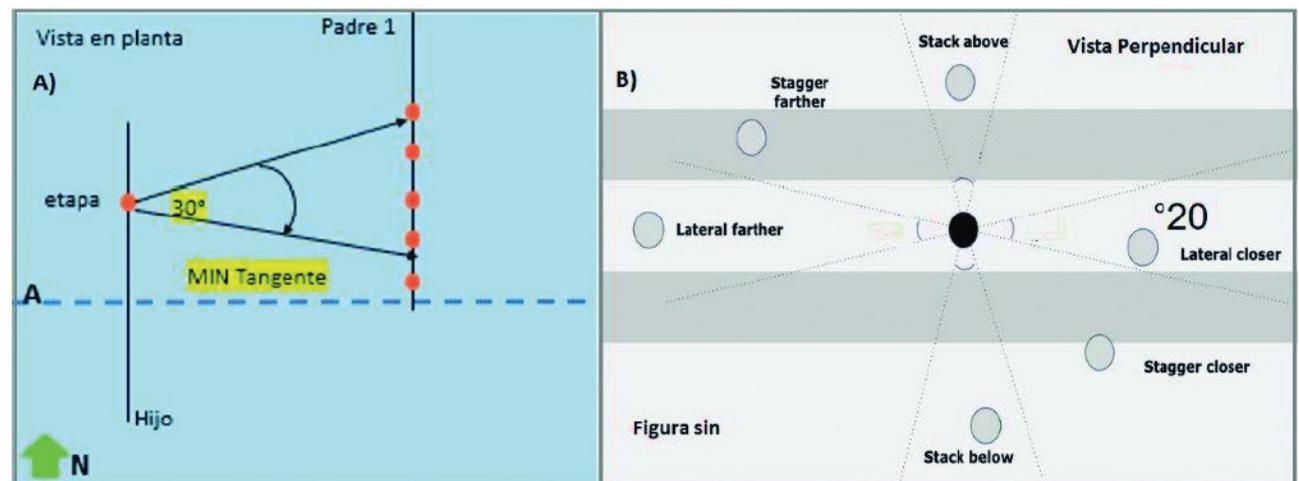


Figura 3. a) Vista en planta de la búsqueda del pozo padre. b) Vista perpendicular de la posición de padres de acuerdo con el nivel navegado y la clasificación en relación con el hijo.

A mismo nivel perforado se clasifica el pozo como *lateral*, a distinto nivel se clasifica como *stagger* o *stack* si se ubica en un ángulo de 20° (Figura 3b)

Interacciones: también conocidas como *frac-hits* en la bibliografía (Rangriz y Chalaturnyk, 2019), se definen como los incrementos de presión medidos en boca de los pozos identificados como padres que se encuentran cerrados mientras se fracturan los pozos hijos.

Con el fin de analizar las interferencias, se monitoreó y midió la presión de boca en los pozos padres durante la terminación de los pozos hijos, los cuales fueron cerrados con anterioridad por seguridad operativa. Otro dato importante que debe ser registrado con precisión es el tiempo de ejecución de cada etapa de fractura en el pozo hijo. Se debe consolidar toda la información e identificar qué etapa del pozo hijo provocó cada interferencia. Estos análisis interpretativos comprenden la fase más laboriosa de todo el estudio.

Caracterización del *frac-hit*

Como se mencionó, algunas etapas fracturadas del pozo hijo interactuaron durante su terminación con el pozo padre, a esto se lo define como *frac-hit*, el cual se asocia a un incremento de presión cuando está cerrado. Para poder analizar esta respuesta se busca caracterizar con detalle la curva de presión de boca del pozo padre.

La evaluación de los *frac-hits* se llevó a cabo a través del análisis de un grupo de variables seleccionadas, consideradas de primer orden para el estudio, las cuales se muestran en la figura 4.

A continuación, se describen las variables que surgen de la caracterización de la curva de presión: **Intensidad** (kg/cm²/min): recta entre el punto donde comienza la perturbación de la presión y el máximo de esta curva. Representa una velocidad.

Tiempo delay (min): diferencia entre el tiempo de inicio del evento (t0) y el tiempo en el que comienza la perturbación(t1).

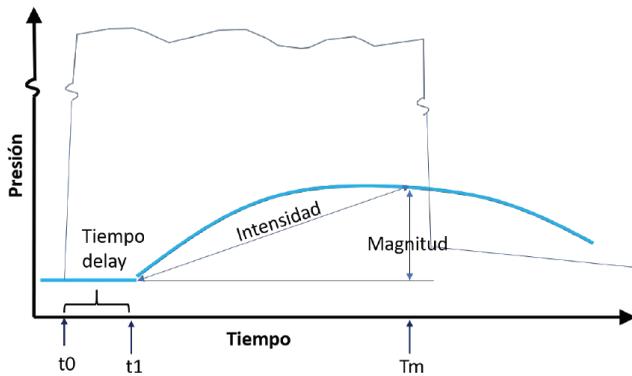


Figura 4. Las variables que describen el *frac-hit*, modificada de Rangriz y Chalaturnyk (2019).

Magnitud (kg/cm^2): delta de presión entre la presión al inicio del evento y la presión máxima alcanzada durante el *frac-hit*.

Otros datos asociados a cada evento de interacción:

Distancia entre pozo padre e hijo (m): distancia mínima medida en tres dimensiones entre las dos etapas más próximas entre padre e hijo.

Tipo de padre: esta variable determina las relaciones espaciales entre pozos. Indica si corresponde o no al mismo horizonte productivo del pozo hijo: *lateral*, *stagger* o *stack*. En relación con la proximidad o distanciamiento, puede ser *closer* o *farther*.

Hipótesis del fenómeno físico

La explicación física del fenómeno de interacción entre los pozos hijos y los pozos padres puede ejemplificarse con una curva de presión de pozo padre.

En la figura 5 se representa la presión del pozo padre *post-frac-hit*, en celeste se grafica la presión de tratamien-

to de los pozos hijos y en líneas verticales entrecortadas la fecha de inicio de cada etapa ejecutada del grupo de pozos nuevos (Pad) que se está fracturando.

Se identificaron tres etapas con diferente comportamiento de presión cuando el pozo padre ha sido cerrado por seguridad, previo a la fractura de los pozos hijos:

- Etapa 1: recupero de presión mientras ninguna etapa impacta en el padre, realizando un *build up*.
- Etapa 2: la presión del pozo padre comienza a incrementar más rápidamente que su recupero esperado o *build up* normal. En este periodo se entiende que se produce “el llenado del pozo padre” hasta alcanzar una presión máxima.
- Etapa 3: la presión del padre se estabiliza en un máximo de presión, alcanzando el estrés mínimo de la roca, por lo que cada incremento de presión se disipa rápidamente.

Cuando se analizaron las curvas completas de presión de boca posfractura de los pozos padres, se pudo observar dos tipos de respuestas diferentes en bloque Loma Campana:

1) Respuesta con aumento rápido de presión:

En este tipo de respuestas se puede apreciar un aumento rápido de la presión del padre, con altas intensidades de los *frac-hits* desde el momento en el que ocurre la primera interferencia y durante la etapa 2 hasta iniciar la etapa 3, cuando se estabiliza la curva en un máximo de presión.

En la mayoría de los casos esta respuesta se observó en pozos padre-hijo a mismo nivel, con distanciamientos menores al espaciado estándar del campo y en pozos padres con mayor tiempo de producción. De acuerdo con otros trabajos publicados estas altas intensidades referencian a la existencia de una conexión muy franca de tipo hidráulica con respuestas directas de *frac-hit* (Seth, 2020).

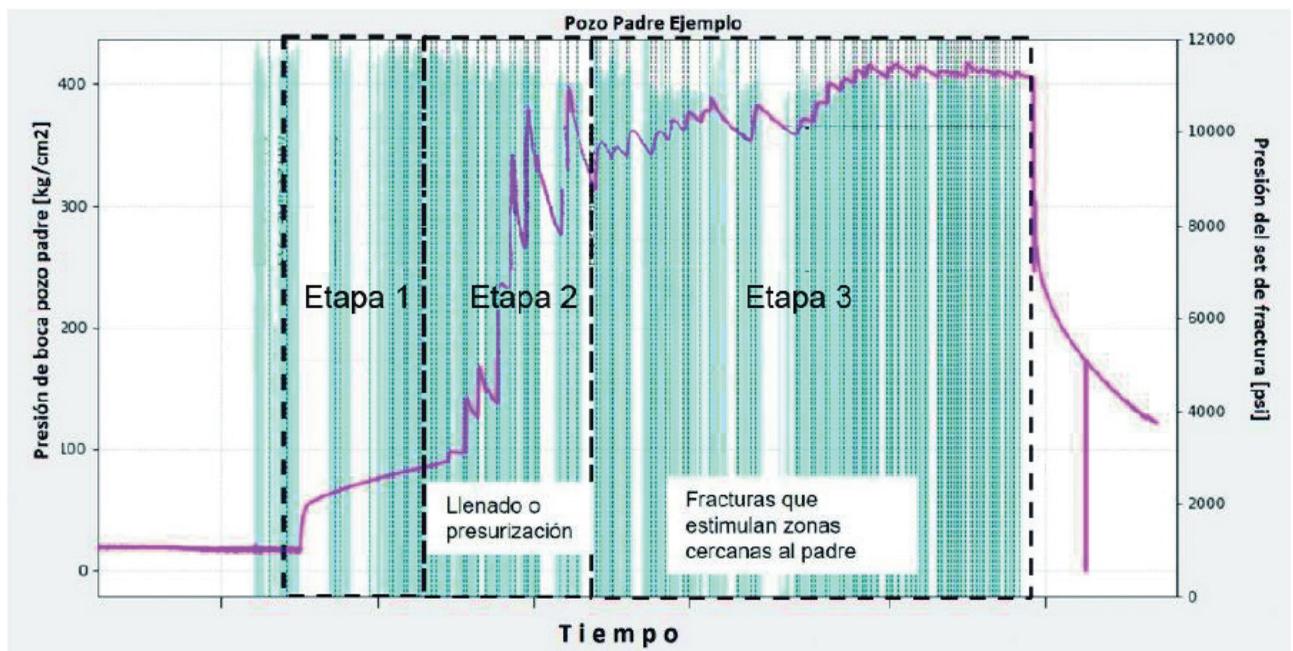


Figura 5. Curva de presión de boca y respuesta del pozo padre a las interacciones del pozo hijo.

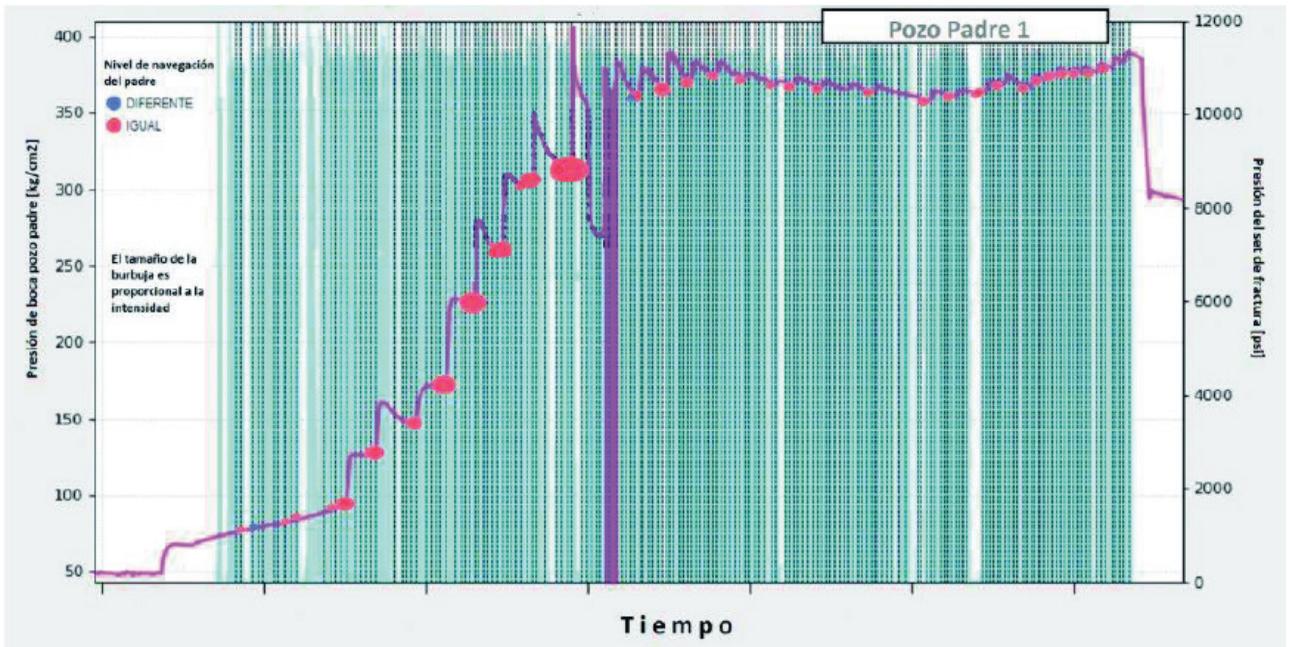


Figura 6. Incremento de presión acelerado del pozo padre.

En la figura 6 se muestra el caso de un pozo padre (1) afectado por un aumento rápido de presión. Esta respuesta se adjudica principalmente a la fractura de uno de los pozos hijos que se encuentra a un espaciamiento menor al estándar y posicionado en el mismo nivel productivo. Los pozos hijos correspondientes a diferentes niveles generaron menor impacto.

2) Respuesta con aumento gradual de presión:

En este tipo de respuestas, el incremento de presión es más lento en el tiempo con intensidades un poco más bajas de los *frac-hits* desde el inicio de la etapa 2 hasta el

inicio de la etapa 3. Este comportamiento se observó mayormente en pozos padre-hijos con mayores distancias, en configuraciones especiales donde prevalece una mayor cantidad de pozos padres cercanos o con pozos padres no estimulados efectivamente. En pozos padres con este comportamiento es más difícil alcanzar una presión máxima. En estos casos, podría interpretarse que existe una mayor dificultad en realizar una represurización exitosa de los pozos padres, debido a dicho comportamiento.

En la figura 7 se muestra un ejemplo de respuesta con aumento lento o gradual de presión, interacción entre pozos a diferente nivel y más de un espaciamiento.

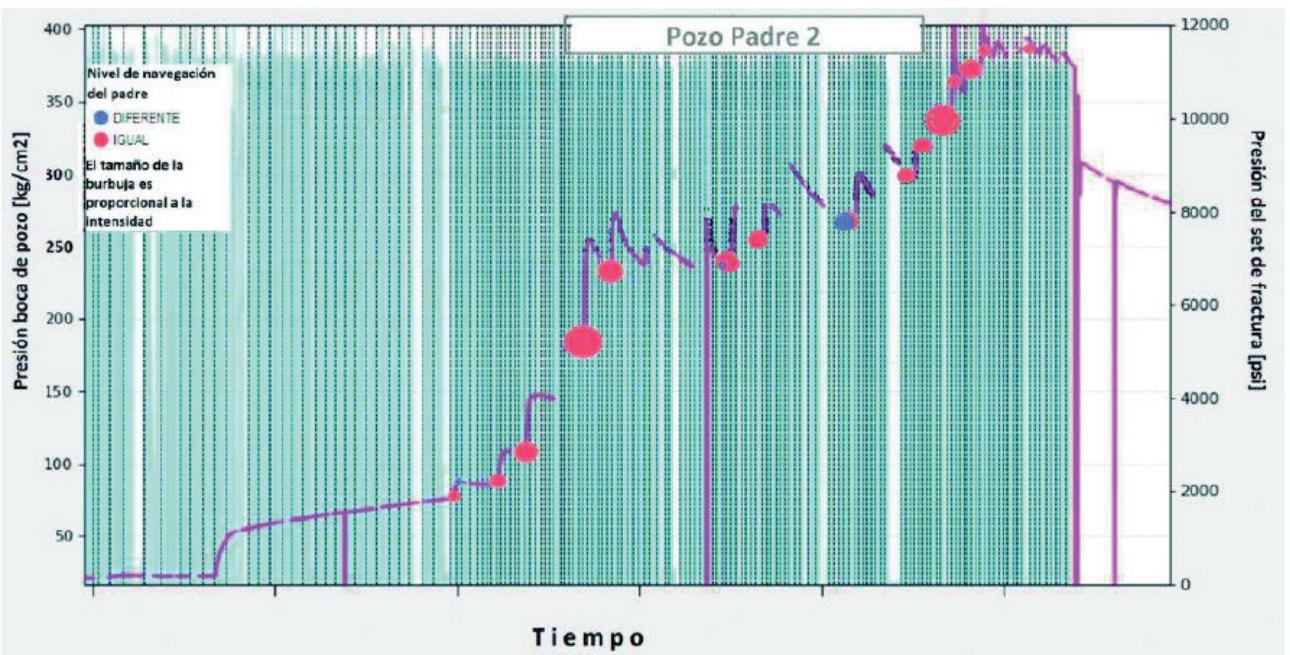


Figura 7. Incremento de presión gradual del pozo padre.

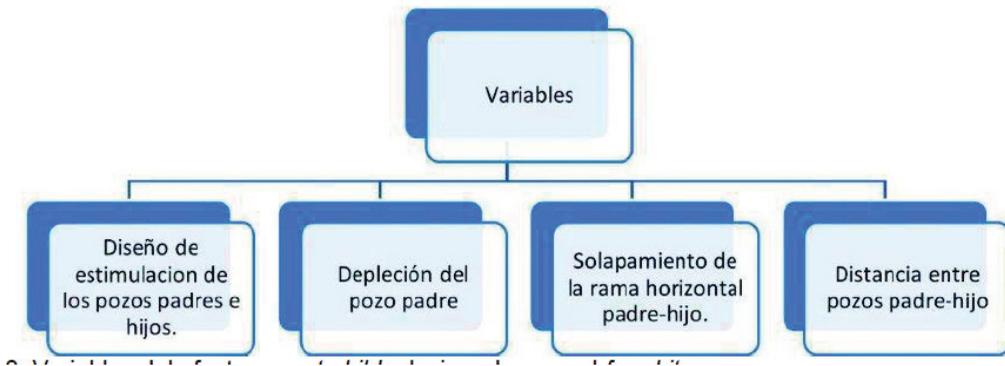


Figura 8. Variables del efecto parent-child relacionadas con el *frac-hit*.

En ambas curvas se observó que los pozos con mayor interacción con el padre son los que se encuentran a un distanciamiento y al mismo nivel.

Análisis y resultados

Las interacciones entre pozos brindan información para un mayor entendimiento de lo que hoy se conoce como efecto *parent-child*. Se sabe que en otros trabajos (Lindsay *et al.*, 2018; Esmaili *et al.*, 2021; Gupta *et al.*, 2020), buscan entender las variables que modifican la pérdida de productividad por la interacción de pozos padre e hijo. Las variables hoy conocidas e identificadas que intervienen en el efecto *parent-child* son distancia entre pozo padre e hijo, depleción del pozo padre, diseño del padre e hijo, configuración de donde está ubicado el pozo hijo respecto de los pozos padres y el solape de las ramas horizontales entre pozos. En este trabajo, las variables del efecto *parent-child* que se relacionaron con los *frac-hits*, se resumen en la figura 8.

Se propusieron varios casos para ejemplificar cómo las variables responden a las interacciones o *frac-hits* registrados en los pozos padres, que se explican a continuación:

Diseño de fractura de los pozos hijos

Se identificaron dos Pad de pozos con diferentes diseños de estimulación para comparar el comportamiento de los pozos padres en cada caso. En el Pad 1 se realizó un diseño denominado alta intensidad (HDC-*High Density Completion*) con más punzados por etapa, y en el Pad 2 se realizó un diseño de baja intensidad (STD-*Standard*) con menos punzados por etapa (Figura 9).

Para ambos diseños de estimulación se observó que las áreas contactadas por las fracturas alcanzan al menos dos distanciamientos (600 m) de pozos para ambos niveles productivos: orgánico y cocina (Figura 9). Otra observación es que, en diseños con menor número de punzados por etapa, pozos hermanos interactuaron con los padres a 900 m, confirmando el mayor crecimiento de la media ala de fractura. Al contrario, en el diseño con mayor cantidad de punzados, se observó que los pozos hermanos contactaron a un solo padre (Figura 10).

Para el caso del diseño de alta intensidad se cuenta además con la oportunidad de entender los fenómenos

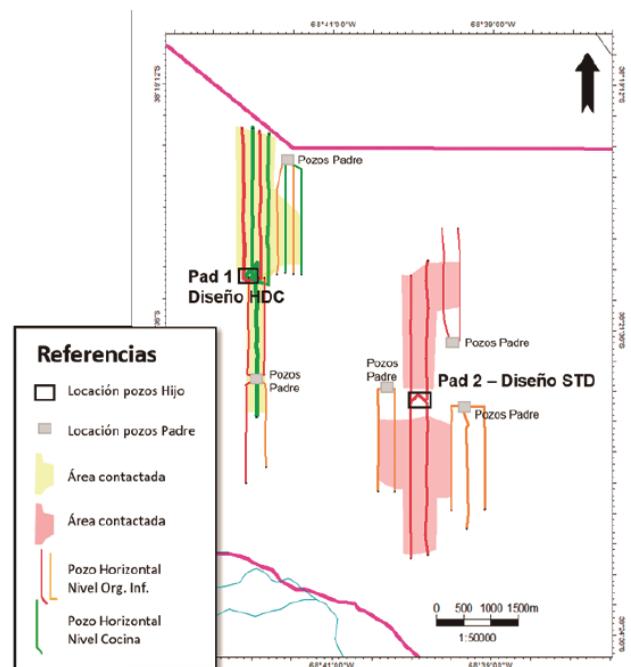


Figura 9. Áreas contactadas por hijos en Pad estimulados con diferentes diseños.

de interacción entre diferentes horizontes geológicos. En muchos casos, los pozos fracturados en la cocina contactaron a pozos en el orgánico, pero pozos del orgánico no contactaron a la cocina (Figura 11).

Definición de una nueva variable: intensidad máxima

De los dos tipos de respuestas identificadas anteriormente (en la hipótesis del fenómeno) en los pozos padres se observó que estaban condicionadas por el nivel de navegación de los pozos padres e hijos, ya que cuando estos se encuentran al mismo nivel existen interacciones hidráulicas con respuestas directas de *frac-hit* y grandes magnitudes de presión, mientras que cuando están en distintos niveles las interacciones son de menores magnitudes (Seth, 2020). Además, se concluyó que el distanciamiento entre pozos padre-hijo, la configuración, el tiempo de producción del padre, desempeñan un papel importante en el tipo de respuesta de presión de los pozos padres. Se buscó una variable que logre caracterizar estas interacciones entre los pozos hijos con los padres.

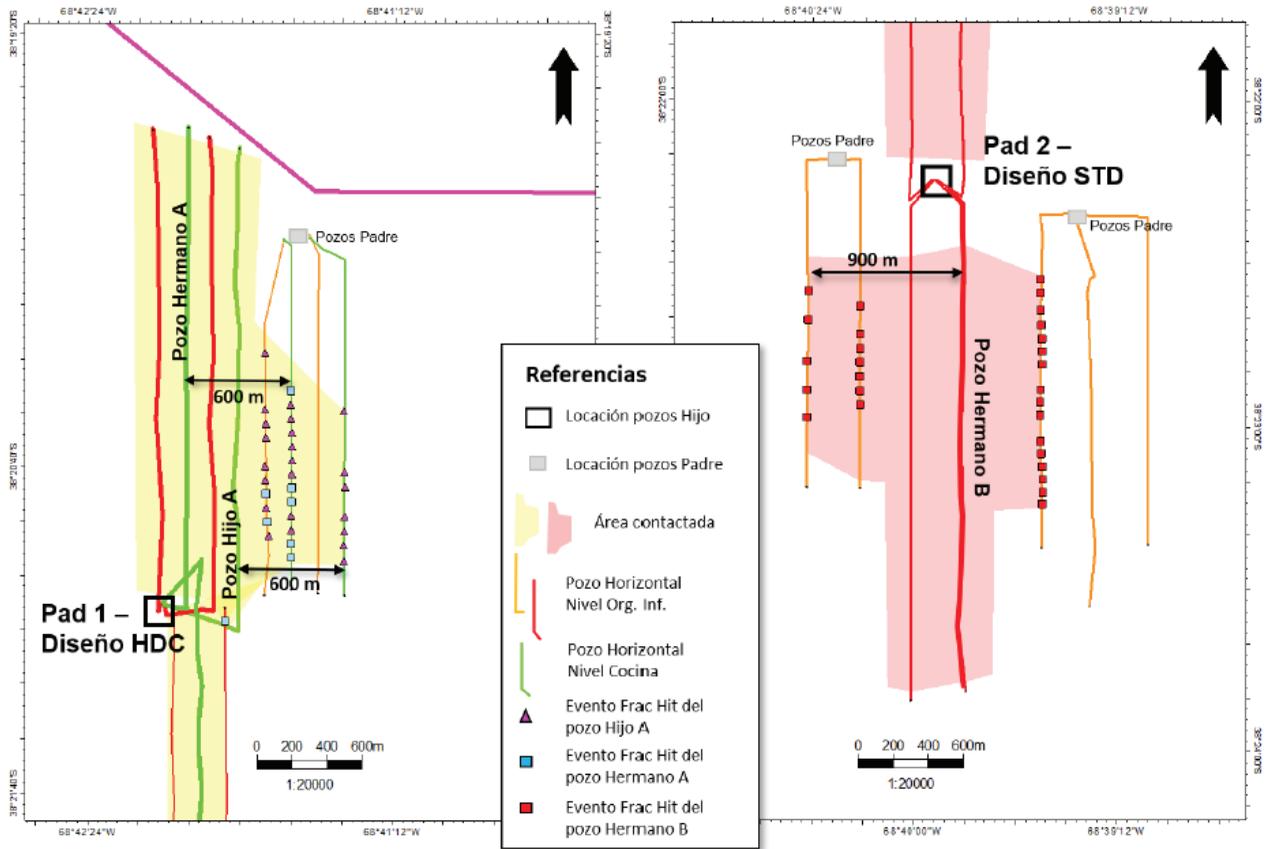


Figura 10. Diferencias entre áreas contactadas por distintos diseños de estimulación según el alcance de los eventos de frac-hits. En el mapa de la izquierda, se observa el Pad 1 con diseño HDC donde se observan interferencias hasta 600 m. En el mapa de la derecha, el Pad 2 con diseño STD las interferencias se detectaron hasta los 900 m.

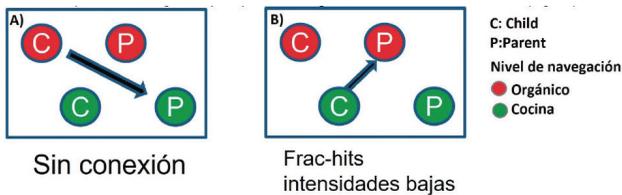


Figura 11. a) Sin *frac-hits* de pozos orgánicos con la cocina. b) Conexiones débiles de la cocina con el orgánico.

Se define la intensidad máxima del pozo hijo ($Int_{M\acute{a}x.}$) como la suma de intensidades de cada etapa para todos los padres contactados por cada pozo hijo:

$$Int_{M\acute{a}x} = \sum_i^n Intensidad\ i$$

Esta variable busca cuantificar las etapas que tuvieron mayores intensidades y, por lo tanto, mayor conexión con el pozo padre generando ineficiencias en la fractura ejecutada en el pozo hijo. Se interpreta que estas etapas en particular podrían presurizar el pozo padre con fluido y no generar un sistema de fracturas en el pozo hijo.

Depleción del pozo padre

En este caso se representó la depleción del padre con la variable tiempo de producción de un numero discreto

de pozos. Para ver el impacto de la variable tiempo de producción del padre, se establecieron criterios de filtrados de datos, como la distancia entre pozos padres e hijos de 250 a 350 m, un solapamiento de rama horizontal significativo y pozos padres que alcancen la presión de estabilización máxima. Se estiman las intensidades máximas generadas por un hijo en el padre a analizar. De no alcanzar la presión de estabilización la intensidad máxima depende de la cantidad de etapas compartidas.

En la figura 12a, se graficaron las curvas de incremento de presión por *frac-hits* generadas por sus pozos hijos; y en la figura 12b, se muestra una tendencia de como varía la intensidad máxima para este caso: a mayor tiempo de producción del padre, mayor es la intensidad máxima alcanzada por cada pozo hijo.

Solapamiento de ramas entre padre e hijos

Los pozos padres no siempre se encuentran 100% alineados al pozo hijo, eso quiere decir que las longitudes de pozo y posicionamiento de *landing point* varían en cada caso de Pad. Por lo tanto, existen casos donde el porcentaje de rama horizontal enfrentada a un pozo padre es menor, como se observó en el ejemplo de los pozos del sur del Pad 2 en las figuras 10 y 13a.

Esta observación no es menor para la interpretación de las curvas de presión de los pozos padres, donde la presurización de este depende de cuántas etapas enfrentadas existan entre pozos padre e hijo. Si las etapas son

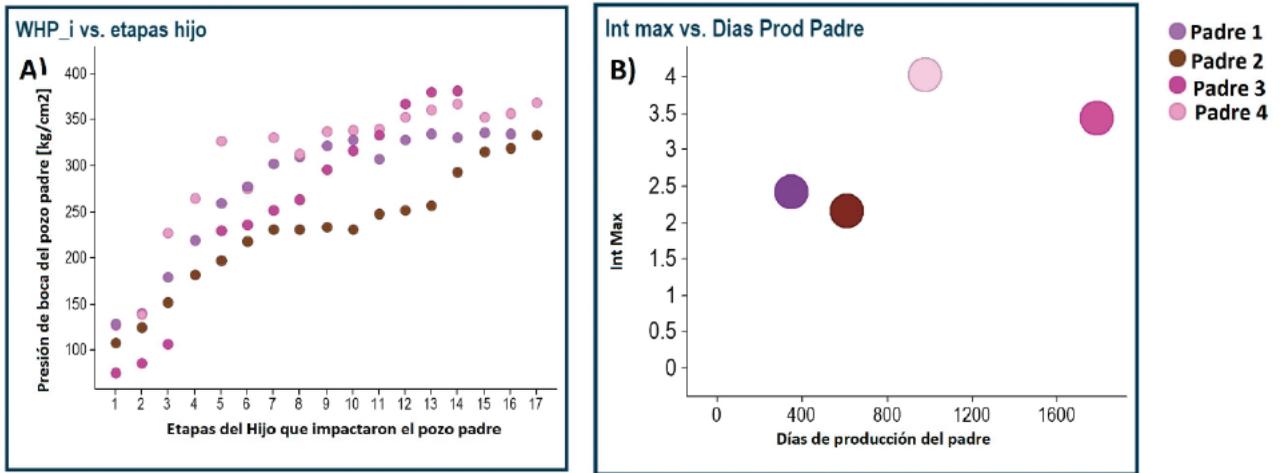


Figura 12. a) Curva de presión de boca de los pozos padres. b) Intensidad Máxima versus Tiempo de producción del pozo padre.

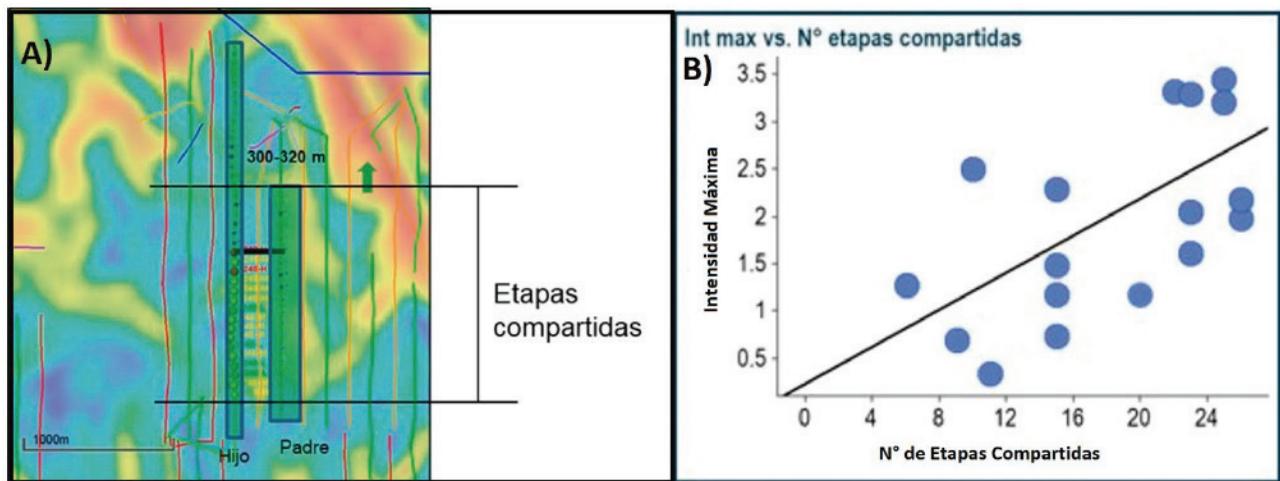


Figura 13. a) Ejemplo de solapamiento de pozo padre e hijo. b) Etapas compartidas padre e hijo versus Intensidad Máxima del hijo.

pocas es probable que no alcance la presión de estabilización de la etapa 3, antes descrita en la hipótesis del fenómeno.

En este caso, el solapamiento entre pozos es representado por la cantidad de etapas compartidas entre pozo padre e hijo. En la figura 13b se muestra cómo la intensidad máxima aumenta con el mayor número de etapas compartidas entre pozos y muestra una clara proporcionalidad entre ellas. Para obtener esta comparación se normalizaron otras variables, como distancia a un rango acotado de 240 a 350 m, pozos padre e hijo a mismo nivel, esto se consigue usando la variable de clasificación del pozo padre, seleccionando *lateral-closer*.

Distancia mínima entre pozo padre e hijo

Esta es una de las variables de mayor influencia en el efecto *parent-child* y, por lo tanto, en la estrategia de desarrollo de los campos a través de la evaluación del *well spacing* de pozos. Se analizaron las relaciones con las variables del *frac-hits*: intensidad, magnitud y tiempo de *delay*, las que se exponen a continuación.

En la figura 14, se muestra la correlación entre dichas variables, en el eje de las ordenadas se encuentran las va-

riables de *frac-hits* versus la distancia mínima entre pozos en el eje de las abscisas y el color de los datos discrimina la ocurrencia de la interferencia en relación al horizonte o nivel productivo (igual o distinto).

Como se observa en la figura 14, la interacción entre diferentes niveles es baja a los distanciamientos ejecutados, verificando el entendimiento actual sobre la baja ocurrencia de conexión a diferentes niveles. Por otro lado, se observa que las variables de intensidad y magnitud comienzan a disminuir a partir de una distancia identificada (línea vertical punteada), por ahora no asociada a un diseño de estimulación en particular. Las mismas disminuyen a partir de aproximadamente 370 m. De esta observación surge la conclusión de alejar los pozos nuevos a una distancia mayor al espaciamiento estándar del campo, como una medida mitigatoria del efecto *parent-child*.

Relación de la variable intensidad máxima con la productividad

Para cuantificar la pérdida de EUR se utilizó el P50 de la productividad esperada de cada población de los pozos hijos, de acuerdo con el diseño, nivel de navegación

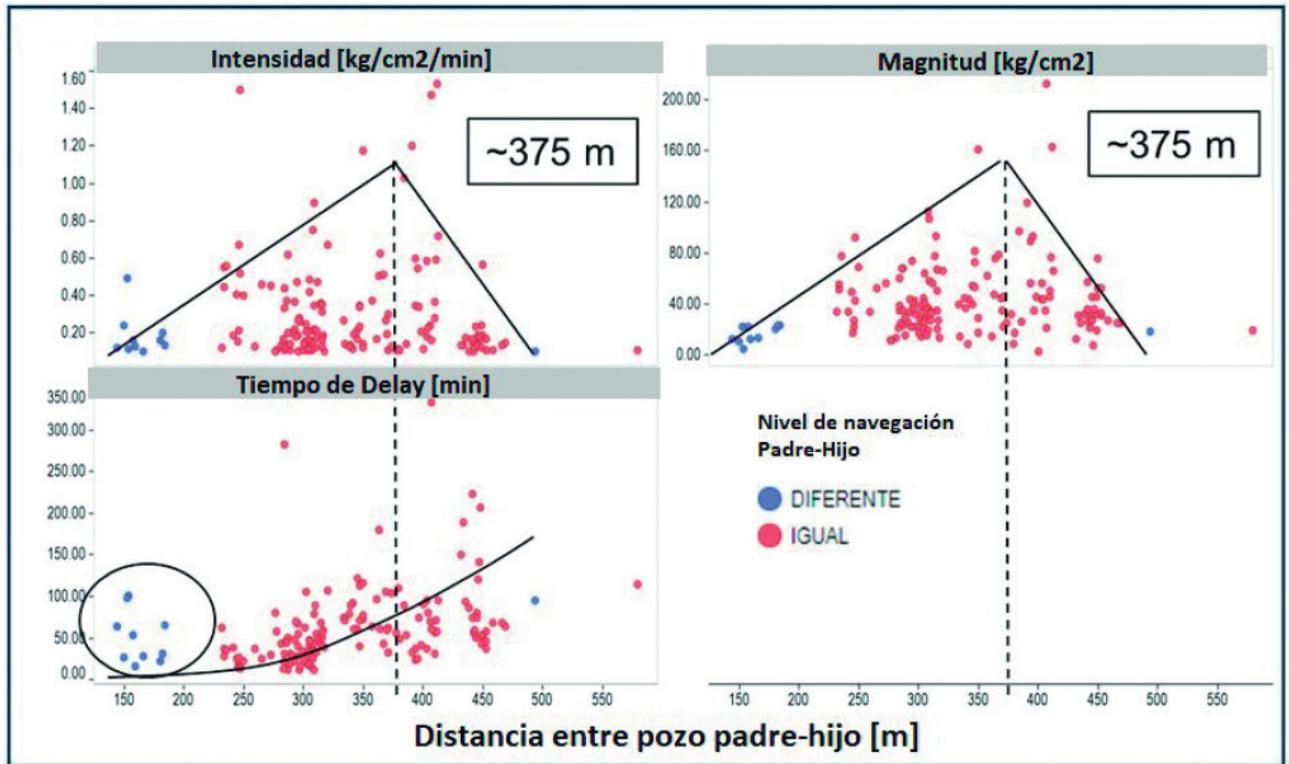


Figura 14. Variables de *frac-hits* versus distancia mínima entre pozos padre e hijo.

y zona de fluido. Se pudo constatar que estas pérdidas superan el 20% de la performance esperada para cada pozo hijo.

Los pozos contemplados en este análisis cumplen las siguientes condiciones: el pozo padre se encuentra a una distancia entre 240 a 400 m y las magnitudes de *frac-hits* son mayores a 1 kg/cm², para no incorporar interpretaciones erróneas. Respecto de los pozos hijos, solo se incluyeron los que tuvieron datos completos de *frac-hits*.

En la figura 15, se relacionó la intensidad máxima, con las pérdidas de productividad del pozo hijo, observándose que a mayores intensidades máximas existe mayor probabilidad de tener pérdidas en el pozo hijo.

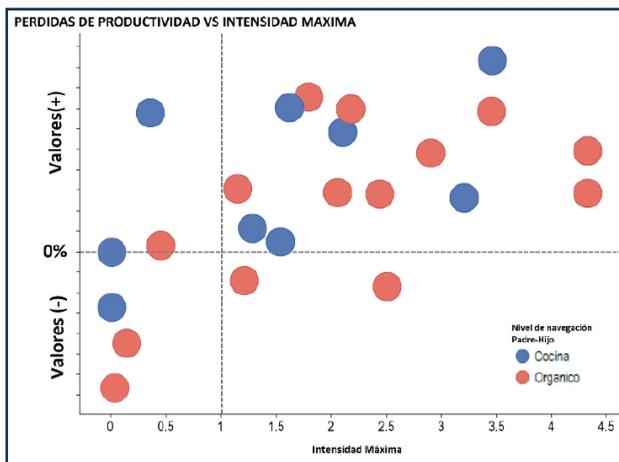


Figura 15. Relación de pérdidas de productividad versus intensidad máxima de cada hijo.

Los pozos agrupados en la franja de valores negativos no tuvieron pérdidas y superaron la productividad esperada. Los pozos ubicados en la franja de valores positivos tuvieron pérdidas de productividad en el pozo hijo. Se ha observado un comportamiento similar en ambos niveles productivos de la cocina y orgánico.

La intensidad de los *frac-hits* tiene una clara correlación con la productividad del pozo hijo, por lo que disminuirla colaboraría con la mitigación del efecto *parent-child*. Se trata de una aproximación de la eficiencia de cada etapa del hijo.

Conclusiones

A diferentes diseños de estimulación, los *frac-hits* ocurren de igual manera, generando áreas de contacto similares. El incremento de punzados reduce la distancia recorrida por el *frac-hit*. Por ejemplo, el diseño STD contactó 900 m versus el diseño HDC que contactó 600 m. En referencia al alto de fractura se observó que en el diseño HDC en el nivel cocina crece y contacta el nivel orgánico, con bajas intensidades mientras que la fractura en el nivel orgánico no crece hacia la cocina.

- Los *frac-hits* también brindan una primera aproximación del área contactada por la fractura de los hijos, verificando que no hay un crecimiento uniforme de estas, parte por la ineficiencia de las fracturas que van a llenar el pozo padre sin generar reservorio nuevo.
- Se definió una nueva variable, intensidad máxima, que representa la suma de las intensidades de las

etapas que interactuaron con los pozos padres y se correlacionó con las variables del efecto *parent-child*, demostrando correlación con las variables de depleción del pozo padre, solapamiento de rama horizontal padre-hijo y distancia entre pozos.

- Se identificó una distancia mínima de ~370 m a partir de la cual los *frac-hits* comienzan a disminuir su intensidad. En función de esta observación, se entiende que ampliar el distanciamiento es una de las medidas de mitigación del efecto *parent-child*, aunque en detrimento de la cantidad total de pozos del campo. Este análisis es aplicable para Loma Campana no necesariamente extrapolable para todos los yacimientos no convencionales de la formación Vaca Muerta.
- La intensidad máxima está relacionada con las pérdidas de productividad del pozo hijo. Es posible identificar en tiempo real las etapas que están siendo ineficientes y eventualmente la posibilidad de aplicar ajustes en el diseño de estimulación. A mayor cantidad de etapas con intensidades altas más pérdida de productividad se observó en el pozo hijo.
- En una próxima fase de análisis se buscará entender la performance de los pozos padres *post-frac-hits*.
- Conociendo que la intensidad está relacionada con la eficiencia de cada fractura del pozo hijo se buscará ganar mayor entendimiento del impacto con cada variable del efecto *parent-child*, a través de un análisis del tipo *data analytic*, con el objeto de mitigar la ineficiencia de las etapas que disminuyen la productividad del pozo hijo.

Agradecimientos

Agradecemos al equipo de estudio de Loma Campana, a Martín Castello por su colaboración, a Luciana de Marzio y a Ana Laura Marlats por las sugerencias, los aportes y la cuidadosa revisión que han realizado a nuestro trabajo.

Referencias

- Bommer, P.; Iriarte, J.; Bayne, M.; Cline, C.; Ramírez, A. y Van Domelen, M. (2020). Leveraging Cloud-Based Analytics in Active Well Defense Projects and Automated Pressure Response Analyses. SPE Hydraulic Fracturing Technology Conference, pp. 2-19, The Woodlands, Texas, USA.
- Daneshi, A. (2020). Frac-Driven Interactions (FDI): Guides for Real-time Analysis & Execution of Fracturing Treatments, 1st edition. Ali Daneshy, 2020, 65 pp.
- Esmaili, S.; Deng, J.; Wolfram, E.; Muralidharan, V.; Harmawan, I. y Cassanelli, J. (2021). Understanding the Interaction between Parent and Child Using Analytical and Numerical Approaches in Permian Basin. Unconventional Resources Technology Conference, pp. 2-14, Houston, Texas, USA.
- Gala, D., Manchanda, R. y Sharma, M. (2018). Modeling of Fluid Injection in Depleted Parent Wells to Minimize Damage due to Frac-Hits. Unconventional Resources Technology Conference, pp. 2-14, Houston,

Texas, USA.

- Gupta, I.; Rai, C.; Devegowda, D. y Sondergeld, C. (2020). A Data-Driven Approach to Detect and Quantify the Impact of Frac-Hits on Parent and Child Wells in Unconventional Formations, pp. 2-19, Austin, Texas, USA.
- King, G.; Rainbolt, M. y Swanson, C. (2017). Frac Hit Induced Production Losses: Evaluating Root Causes, Damage Location, Possible Prevention Methods and Success of Remedial Treatments. SPE Annual Technical Conference, pp. 2-44, San Antonio, Texas, USA.
- Lindsay, G.; Miller, G.; Xu, T.; Shan, D. y Baihly, J. (2018). Production Performance of Infill Horizontal Wells versus Pre-Existing Wells in the Major US Unconventional Basins. SPE Hydraulic Fracturing Technology Conference, pp. 2-28, The Woodlands, Texas, USA.
- Mitchum, R. M. y Uliana, M. A. (1982). Estratigrafía sísmica de las Formaciones Loma Montosa, Quintuco y Vaca Muerta, Jurásico superior y Cretácico inferior de la Cuenca Neuquina, República Argentina: Primer Congreso Nacional de Hidrocarburos, Petróleo y Gas, Conferencias, p. 439-484, Buenos Aires, Argentina.
- Rainbolt, M. y Esco, J. (2018). *Frac Hit Induced Production Losses: Evaluating Root Causes, Damage Location, Possible Prevention Methods and Success of Remedial Treatments, Part II*. SPE Hydraulic Fracturing Technology Conference, pp. 2-23, The Woodlands, Texas, USA.
- Rangriz Shokri, A. y Chalaturnyk, R. (2019). Deployment of Pressure Hit Catalogues to Optimize Multi-Stage Hydraulic Stimulation Treatments and Future Re-Fracturing Designs of Horizontal Wells in Horn River Shale Basin, pp. 2-21, Calgary, Alberta, Canadá.
- Seth, P.; Elliott, B. y Sharma, M. (2020). Rapid Analysis of Offset Well Pressure Response during Fracturing: Distinguishing between Poroelastic, Hydraulic and Frac-Hit Responses in Field Data Using Pattern Recognition. Unconventional Resources Technology Conference, pp. 2-13, Austin, Texas, USA.
- Vittore, F.; Quiroga, J.; Foster, M. y Sagasti, G. (2016). Loma Campana. En González, G.; Vallejo, M.; Kietzman, D.; Marchal, D.; Desjardins, P.; Tomassini, F.; Gómez Rivarola, L. y Domínguez, R. (eds.). *Transecta Regional de la Formación Vaca Muerta*. Instituto Argentino del Petróleo y del Gas, pp. 83-93.

Mariana Mamani es Ingeniera química por la UNSa. Trabajó 15 años en YPF como ingeniera de reservorios. 2008-2014 como ingeniera de reservorios convencional, CGSJ. 2014-2020 ingeniera de reservorios y Proyecto No-Operadas, NOC, Tight y Convencional. 2020-actual ingeniera de reservorios, NOC.

María Fernanda Álvarez Castillo es estudianda de Ingeniería en petróleo, FIUBA. Estuvo un año en YPF de pasante en el sector de Estudio de LC. Y un año en YPF como técnica en reservorios.

Amalia Rosemblat es licenciada en Ciencias Geológicas por la UBA. Estuvo 15 años en YPF. 2008-2011 geóloga Desarrollo Operativo Loma La Lata. 2011-2014 geóloga de Estudios Desarrollo No Convencional. 2014-2019 geóloga de Exploración. 2019- actual geóloga de Estudios Desarrollo NOC.