



Desafío 1: Sistema para separar y limpiar fragmentos de roca transportados por el lodo de perforación de pozos, que:

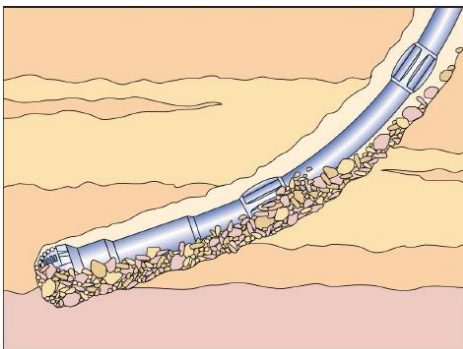
- i) sea integrable a dispositivos para determinar su morfología, dimensiones y flujo volumétrico en tiempo real; o**
- ii) determine de forma confiable la morfología, dimensiones y flujo volumétrico en tiempo real, mediante principios diferentes a los de dispositivos existentes.**

ANTECEDENTES:

Las compañías del sector oil and gas gastan cerca de 20 billones de dólares anualmente en sus procesos de perforación y una parte significativa, entre el 15% y 30% es designada para cubrir las pérdidas que incluyen materiales o equipos de perforación junto con la continuidad de los procesos de perforación o también llamado tiempo no productivo. El tiempo total que toman las operaciones de perforación de pozos está sujeto a la incertidumbre y a factores de riesgo debido al limitado conocimiento de las características geológicas de la formación de roca, dificultades técnicas y a los comportamientos inesperados del pozo como respuesta a las operaciones de perforación, extracción de roca y alteración de sus estados naturales.

La perforación de un pozo de petróleo se realiza a través de un equipo especial llamado taladro de perforación, las rocas son perforadas por la acción de la rotación y la fuerza aplicada a una broca en el extremo de una tubería como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Tubería y broca de perforación de pozos

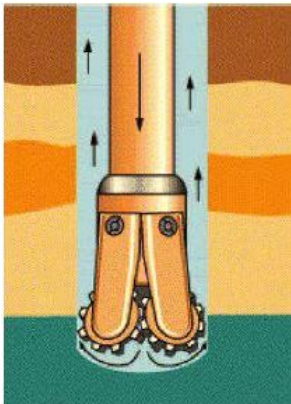


Fuente: D Coelho, M Roisenberg, P Filho, and C Jacinto. Risk assessment of drilling and completion operations in petroleum wells using a monte carlo and a neural network approach. Proceedings of the Winter Simulation Conference, pages 1892–1897, 2005.



Los fragmentos de roca o ripios son continuamente removidos por medio de un fluido de perforación que se bombea y viaja a través de la tubería y de la broca al interior del pozo posteriormente regresando a la superficie por el espacio existente entre las paredes del pozo y la tubería de perforación (espacio anular) en el sentido mostrado en la figura 2.

Figura 2. Flujo de fluido de perforación a través de la tubería broca y espacio anular



Fuente: D Coelho, M Roisenberg, P Filho, and C Jacinto. Risk assessment of drilling and completion operations in petroleum wells using a monte carlo and a neural network approach. Proceedings of the Winter Simulation Conference, pages 1892–1897, 2005.

Los fragmentos de roca removidos por la acción de la broca de perforación se denominan recortes y las piezas de roca que se desprenden o caen de la pared del pozo se llaman derrumbes o “cavings” en inglés. Ahora, los ripios de perforación compuestos por recortes y cavings son examinados en la locación del pozo por técnicos expertos con el fin de evaluar cuando un problema de estabilidad en el pozo pudiese estar ocurriendo durante el proceso de perforación, realizando la caracterización de los caving incluyendo el análisis del volumen, la forma, morfología y sus dimensiones. Así, situaciones en las que se presentan diferentes patrones a los normales conocidos pueden indicar la presencia de algunas anomalías como el colapso de las paredes del pozo.

EL PROBLEMA:

Actualmente este tipo de monitoreo en superficie se realiza, en la mayoría de las compañías operadoras del país, de forma manual por personal entrenado en la caracterización de caving quienes generan reportes diarios con la caracterización

2/7



de los ripios que salen con el lodo de perforación, estos son analizados visualmente y manualmente de forma subjetiva teniendo en cuenta los factores de forma o morfología, volumen y tamaño, con esta información se contribuye en la toma de decisiones respecto a los planes de perforación u operación a seguir. Se observa en la figura 3 una clasificación manual de las morfologías de caving y una estimación del volumen de la misma.

Figura 3. Muestra de clasificación de morfologías de caving y volumen



Mediante estos análisis es posible establecer si el pozo está por ejemplo, teniendo problemas de derrumbes o inestabilidad en las paredes del hueco. Por esto, obtener información mucho más acertada y de forma automática sobre las características de los caving de perforación es importante para las empresas que operan pozos.

El proceso manual actual de medición y recolección se realiza en la mezcla de fluido de perforación, caving y recortes a la salida de la mezcla por las rumbas del taladro de perforación. La mayoría de taladros de perforación cuentan con hasta tres rumbas por las que se evacua la totalidad de la mezcla, allí se realiza una primera y preliminar separación del fluido de perforación de los cortes y caving. A la salida de una de ellas se mide rudimentariamente y manual el volumen de mezcla por unidad de tiempo para determinar el flujo volumétrico de caving. Este proceso al solo ser medido a la salida de una de las rumbas y en periodos de tiempo cada una hora, aumenta significativamente la incertidumbre de la medición del flujo volumétrico total que pueda estar generándose en la totalidad de la perforación del pozo. Posteriormente una proporción de la muestra de mezcla recolectada se lava



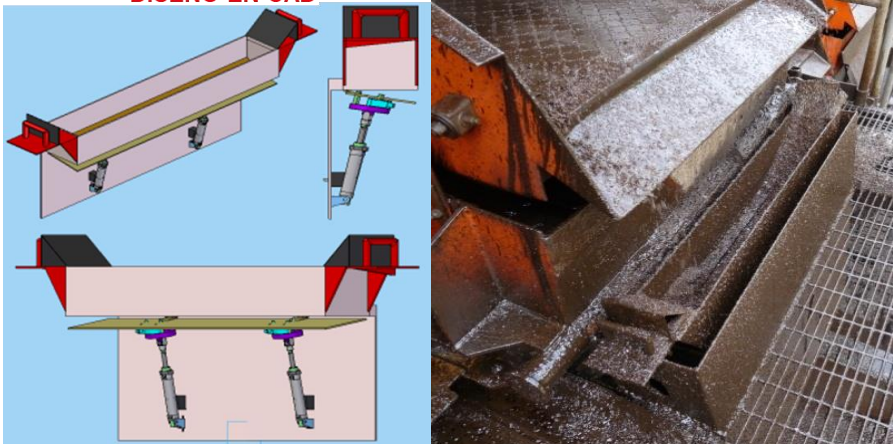
y se separan los caving y recortes del fluido de perforación de manera que se pueda efectuar la caracterización visual, morfológica y tamaños de los caving.

El problema actualmente radica en las operaciones manuales de caracterización de caving permitiendo un análisis subjetivo y con altas incertidumbres en las mediciones del flujo volumétrico de los caving generados en el pozo. El reto pretende desarrollar, implementar o adecuar nuevas o actuales tecnologías que automaticen la caracterización de caving, disminuyendo la incertidumbre en las mediciones y brindando mayor frecuencia de caracterización en tiempo real durante las operaciones de perforación de pozos de petróleo y gas.

Ecopetrol, con el fin de disminuir la incertidumbre en la medición y caracterización manual de caving, ha desarrollado dos equipos con conceptos tecnológicos diferentes. El primero un dispositivo automático para la medición del flujo volumétrico de caving, llamado MAC. El sistema consta de un dispositivo mecánico neumático y su respectivo software de control que mejora la confiabilidad de la medición en el flujo volumétrico de cavings, mediante la automatización de proceso, lo que genera datos constantes en tiempo real mientras se realiza la perforación de un pozo. El sistema suministra el dato de flujo volumétrico para su interpretación, en un computador por medio de gráficas en tiempo real y de manera remota. En la figura 4 se observa el esquema del equipo.

Figura 4. Equipo MAC 1.0

DISEÑO EN CAD

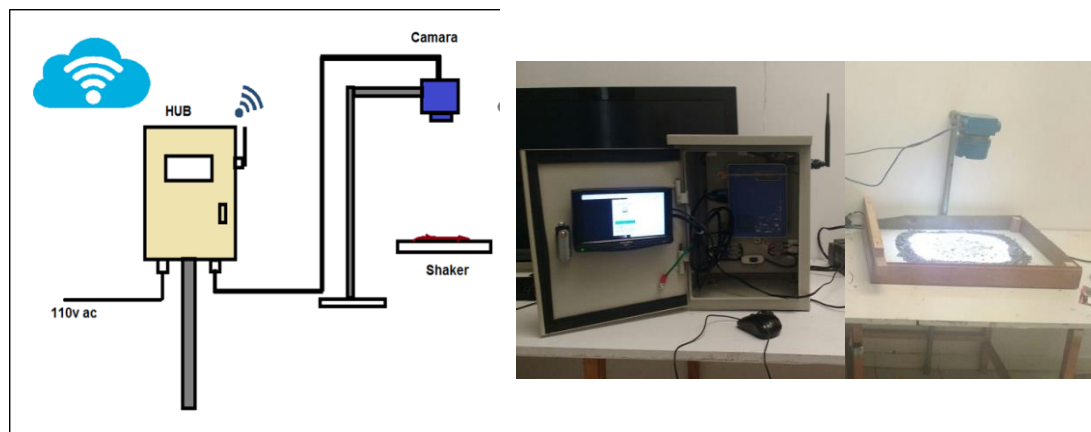


Equipo para la medición automatizada del flujo de cortes y derrumbes de perforación en pozos petroleros (patente otorgada en Colombia)



El segundo dispositivo llamado Eco Vizion, usa un arreglo de cámaras y transductores de peso que inspeccionan las bandas y tuberías transportadoras de ripio en los shakers de los taladros con el fin de medir y clasificar de forma autónoma los recortes y cavings. El sistema de inspección incorpora una cámara industrial de alta resolución y alta velocidad colocada en un enclouser que permite tomar fotografías y videos directamente en la banda transportadora. La información de la cámara es enviada a un HUB o concentrador de señales, el cual posee una computadora industrial. Mediante sistemas de inteligencia artificial, el hub ejecuta la inspección de los recortes, caving y los clasifica de acuerdo a sus características morfológicas; además el software mide los diámetros máximos y mínimos de los mismos a partir de las fotografías tomadas. En la figura 5 se puede observar el esquema del dispositivo.

Figura 5. Equipo Eco Vizion



Sistema integral para evaluación geomecánica del proceso de perforación usando video con procesamiento y visualización en tiempo real local y remoto para la medición de volúmenes e identificación morfológica de los recortes de perforación en las zarandas de taladros de perforación. (solicitud de patente en Colombia, fase de evaluación).

Bibliografía Sugerida:

1. Runqui Han, et al. Real-time borehole condition monitoring using novel 3D cuttings sensing technology, SPE 184718, 2017.
2. Naegel M., et al., Cuttings Flow meters monitor hole cleaning in extended reach wells, SPE 50677, 1998.



Convenio Marco de Colaboración 5220334
Acuerdo de Cooperación N°04 – AC04
UNIRED – Ecopetrol S.A.
“InnovaTe 2018: Generando Valor”
Caracterización Desafío 1



3. Saasen, A., et al. Automatic measurement of drilling fluid and drill cuttings properties, SPE 112687, 2008.
4. Marana A. N., et al. An intelligent system to detect drilling problems through drilles cuttings return analysis, SPE 128916, 2010.
5. Carvajal J.M., et al. Borehole geometry estimation through real time measurement of cavings flow while drilling, SPE 153621, 2012.
6. Graves A., et al., Down Hole Cutting Analysis, Patente WO 2013089683A1, 2013.
7. Ferrando P. & Hbaieb S., Cuttings transport evaluation reduces wellbore instability risks, E&P Magazine, 2015.
8. CoVar Applied Technologies Inc, ShakerVision Technology. Disponible en: <http://covar.com/shale-shaker-vision-system.php>
9. Schneider Chad, High-tech Drilling: Improving the Energy Industry. Disponible en: <https://news.utexas.edu/2015/09/25/the-drilling-automation-lab>
10. RAPID, Rig Automation and Performance Improvement in Drilling research consortium, Brochure. Disponible en: <http://drilling.utexas.edu/sites/drilling.utexas.edu/files/RAPIDFlyer.pdf>
11. Schlumberger, CLEAR Hole Cleaning and Wellbore Risk Reduction Service. Disponible en: https://www.slb.com/services/drilling/engineering_modeling/support/cuttings_flow_analysis.aspx?t=2
12. Schlumberger, GeoFlex Quantitative cuttings analysis and imaging service. Disponible en: https://www.slb.com/services/characterization/petrophysics/surface_logging/form_eval/advanced_cuttings_characterization/geoflex.aspx
13. Orban J., et al., Shale shaker imaging system, Patente US 20170161885A1, 2017.

OBJETIVOS Y META:

Desarrollar un sistema que separe el fluido de perforación y limpie los fragmentos de roca clasificados en caving y cortes de perforación que sea integrable a dispositivos existentes para determinar su morfología, dimensiones y flujo volumétrico en tiempo real o que determine de forma confiable estas mismas características mediante nuevos principios o conceptos diferentes a los de los dispositivos actuales, todo esto durante las operaciones de perforación con un taladro en campo, dentro de las locaciones de la operación cuando las muestras de roca se encuentren fuera del espacio anular del pozo compartiendo dicha



Convenio Marco de Colaboración 5220334
Acuerdo de Cooperación N°04 – AC04
UNIRED – Ecopetrol S.A.
“InnovaTe 2018: Generando Valor”
Caracterización Desafío 1



caracterización en tiempo real con los involucrados en la toma de decisiones operacionales y de ingeniería.

La caracterización de los caving permite calibrar y ajustar los modelos geomecánico en tiempo real durante las operaciones de perforación facilitando evidenciar riesgos geomecánico y tomar acciones de mitigación evitando la materialización de los mismos y disminuyendo los tiempos no planeados y sus costos asociados.

ALCANCE Y COBERTURA:

En la primera fase (preselección y sustentación) se evaluarán las diferentes propuestas de soluciones al desafío. En una segunda fase (ejecución de los recursos del premio) se pretende probar el sistema ganador, de un nivel estimado TRL3, en un banco de pruebas controlado a escala que simulará el flujo y/o descarga de la mezcla lodo de perforación, caving y rípios de perforación para evaluar el desempeño de la separación, limpieza y la caracterización de caving de forma que el ganador pueda desarrollar el producto y aumentar su TRL a 6.

El reto impactará directamente las operaciones de geomecánica de perforación en tiempo real brindando una herramienta complemento del análisis de estabilidad de pozo durante las operaciones de perforación de un pozo.