
Informe Técnico

Título: Análisis de Perfiles Wireline mediante una Aplicación Web Basada en Python (Asistente de Wireline PAE)

Autores: A. Thomas, F. D'Onofrio, A. Scarzello

Afiliación: GSJ – Departamento de Drilling y Completion

Resumen

La interpretación de perfiles de pozo, tradicionalmente un proceso manual y dependiente del tiempo, presenta desafíos significativos en términos de eficiencia, estandarización y consistencia. Para abordar estas problemáticas, se ha desarrollado una aplicación web integral utilizando Python y Streamlit, diseñada para centralizar y automatizar el análisis de datos de perfiles de pozo contenidos en archivos de formato estándar LAS.

La plataforma integra múltiples módulos de análisis que abarcan desde la validación de la integridad de los datos hasta análisis especializados como la calidad de la cementación, la detección de puntos de corte, la correlación de perfiles y el análisis de corrosión.

La implementación de esta herramienta ha resultado en una reducción significativa de los tiempos de análisis, ha estandarizado los criterios de evaluación eliminando la subjetividad y ha mejorado la colaboración y la toma de decisiones operativas.

Este trabajo detalla la arquitectura, las funcionalidades clave y el impacto operativo de la aplicación, demostrando su valor como una solución tecnológica robusta para la optimización de operaciones de Wireline.

1. Introducción

En la industria del petróleo y gas, el análisis de perfiles de pozo (Wireline) es fundamental para la toma de decisiones críticas durante las fases de perforación, completación y producción. Históricamente, este análisis se ha basado en la interpretación manual de archivos LAS, un proceso que puede ser lento, propenso a errores y sujeto a la variabilidad de criterios entre especialistas.

Para superar estos desafíos, se desarrolló el "Asistente de Wireline", una aplicación web cuyo objetivo principal es centralizar y automatizar el análisis de datos de archivos .LAS, optimizando los procesos relacionados con la interpretación de perfiles de Open Hole y Cased Hole.

Los objetivos específicos del proyecto son:

- **Reducir significativamente el tiempo** dedicado al análisis de datos LAS.

- **Estandarizar los criterios** para la identificación automática de anomalías y puntos de corte, particularmente en maniobras de corte de tuberías.
- **Evaluar automáticamente la calidad del cemento** según métricas establecidas por especialistas (e.g., CBL < 10mV como "Bueno").
- **Facilitar la colaboración** entre equipos operativos y técnicos mediante el acceso centralizado a la información.
- **Agilizar la toma de decisiones operativas** al basarlas en análisis estandarizados y reproducibles, eliminando apreciaciones subjetivas.

2. Metodología y Arquitectura de la Aplicación

La aplicación se desarrolló utilizando **Python** como lenguaje principal, aprovechando su robusto ecosistema de librerías para el análisis de datos. Se seleccionó **Streamlit** como framework de frontend debido a su capacidad para construir rápidamente interfaces de usuario interactivas y centradas en datos.

La arquitectura de la solución se compone de:

- **Backend:** Librerías como **Pandas** y **NumPy** para la manipulación y el cálculo numérico de los datos de las curvas. **Lasio** y **Welly** se utilizan para la lectura y el parseo eficiente de los archivos .LAS.
- **Frontend y Visualización:** **Streamlit** para la interfaz de usuario, y **Matplotlib**, **Seaborn** y **Plotly** para la generación de gráficos interactivos y estáticos, permitiendo una visualización detallada de los perfiles y resultados.
- **Despliegue en la Nube:** La aplicación se implementó en un entorno de **Amazon Web Services (AWS)**, garantizando alta disponibilidad, escalabilidad y seguridad. El acceso se gestiona mediante URLs seguras, con un sistema de autenticación interno para proteger la información. Esta arquitectura permite el acceso desde cualquier dispositivo, incluyendo equipos móviles en el campo.

La validación de la precisión de los algoritmos se llevó a cabo mediante pruebas comparativas con análisis previos realizados con la metodología anterior, ajustando los algoritmos hasta obtener resultados consistentes con la operación.

3. Módulos de Análisis y Funcionalidades Clave

3.1 Aplicaciones para *Cased Hole*

Estas herramientas se enfocan en operaciones realizadas luego del entubado del pozo, permitiendo evaluar la integridad del casing, la adherencia del cemento y planificar intervenciones como punzados o cortes de tubería:

- **Módulo de Integridad de Datos:** Revisión general de encabezados y datos crudos del archivo LAS. Aplica a cualquier entorno.
- **Módulo de Calidad de Cemento (cbl.py):** Evalúa la adherencia del cemento a través de la curva de amplitud CBL. Clasifica automáticamente la calidad del cemento (Excelente, Bueno, Regular, Malo) usando tanto umbrales simples como un flujograma experto, que incorpora análisis de longitud máxima de zonas con mala adherencia y porcentaje de señal baja.

- **Módulo Analizador de Cortes (corte.py):** Diseñado para identificar cuplas a través del CCL y sugerir puntos óptimos de corte, evaluando además si existen zonas potenciales de agarre o condiciones no ideales para el corte.
- **Módulo de Correlación de Perfiles (correla.py):** Permite alinear registros entre Open Hole y Cased Hole aplicando correlación cruzada. Esencial para operaciones de punzado, donde es necesario replicar intervalos identificados previamente en registros Open Hole.
- **Módulo de Análisis de Corrosión (corrosion.py):** Evalúa deformaciones y pérdida de espesor en casing usando herramientas multifinger (MIT/MTT). Genera visualizaciones 2D y 3D, clasificando anomalías como colapsos, roturas o deformaciones según criterios radiales.
- **Módulo de Análisis de Panel (panel.py):** Analiza datos de benchmark de operaciones wireline en tiempo real (velocidad, tensión, etc.), brindando contexto sobre las condiciones mecánicas durante la corrida.

3.2 Aplicación para *Open Hole*

Esta aplicación se enfoca en planificar pruebas de presión en formaciones aún no entubadas, utilizando perfiles NMR y curvas de permeabilidad como base para estimar la viabilidad de cada punto de testeo:

- **Módulo de Análisis de Puntos de Presión (analisis_presion.py):**
Este módulo automatiza la evaluación de efectividad de pruebas de presión en open hole. Permite ingresar manualmente puntos de testeo o cargarlos desde una planilla estructurada, vinculándolos a un archivo LAS correspondiente. Calcula presiones normales y rangos esperados según niveles de depleción, interpolando propiedades como porosidad efectiva NMR y permeabilidad (mD). Posteriormente, compara los valores obtenidos con una base histórica de registros para estimar la probabilidad de éxito del punto, que se presenta como porcentaje de aceptación en un entorno de condiciones similares. Los resultados se visualizan gráficamente y se exportan a planillas adaptadas a los requerimientos de compañías de servicio o gestión interna.

4. Resultados y Discusión

La implementación de esta aplicación ha demostrado ser una herramienta transformadora para la optimización de los procesos operativos de Wireline. Los beneficios observados incluyen:

1. **Reducción de Tiempos:** La automatización de tareas repetitivas ha disminuido drásticamente el tiempo necesario para analizar un archivo LAS, permitiendo a los especialistas centrarse en la interpretación y la toma de decisiones.
2. **Estandarización y Precisión:** Al aplicar criterios algorítmicos consistentes, se ha eliminado la subjetividad en la identificación de eventos críticos como anomalías y puntos de corte, lo que conduce a una mayor precisión y repetibilidad.
3. **Mejora en la Toma de Decisiones:** La disponibilidad de análisis estandarizados y rápidos permite tomar decisiones operativas más informadas y ágiles.

4. **Colaboración y Accesibilidad:** La arquitectura en la nube fomenta la colaboración en tiempo real entre los equipos de oficina y de campo, facilitando la diseminación del conocimiento técnico y las mejores prácticas.

5. Conclusiones y Trabajo Futuro

El "Asistente de Wireline" ha validado el potencial de las soluciones de software a medida para modernizar y optimizar flujos de trabajo tradicionales en la industria energética. La herramienta no solo mejora la eficiencia, sino que también introduce un mayor nivel de rigor técnico y estandarización en los procedimientos operativos.

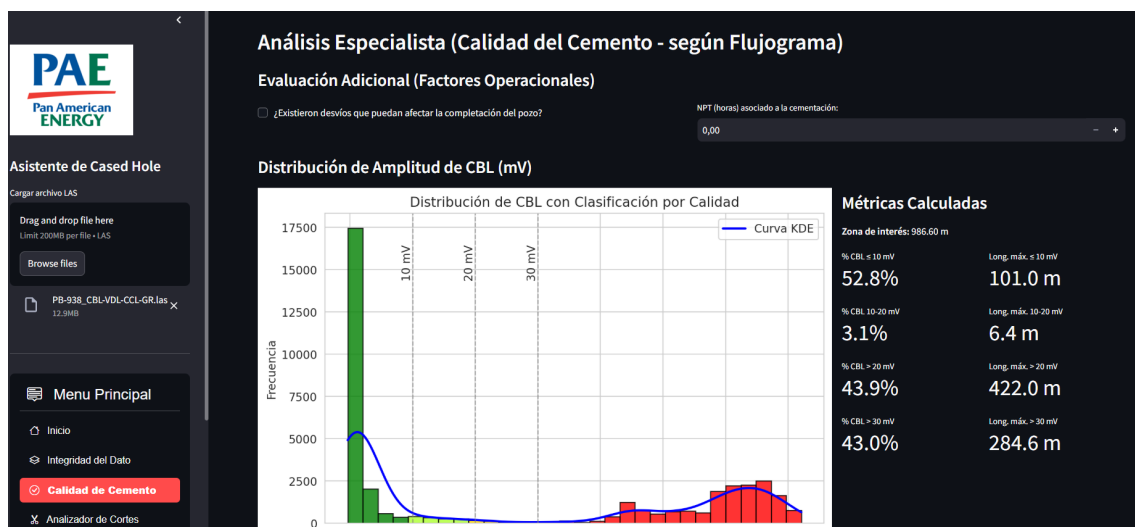
Los planes futuros son ambiciosos y se centran en expandir las capacidades de la plataforma mediante la incorporación de **Machine Learning**. Las líneas de desarrollo incluyen:

- **Correlación automática de capas geológicas.**
- **Modelos predictivos** para estimar propiedades de la roca, como la permeabilidad, a partir de los perfiles disponibles.
- **Integración del conocimiento** generado por la aplicación en otras herramientas para la automatización de programas operativos completos.

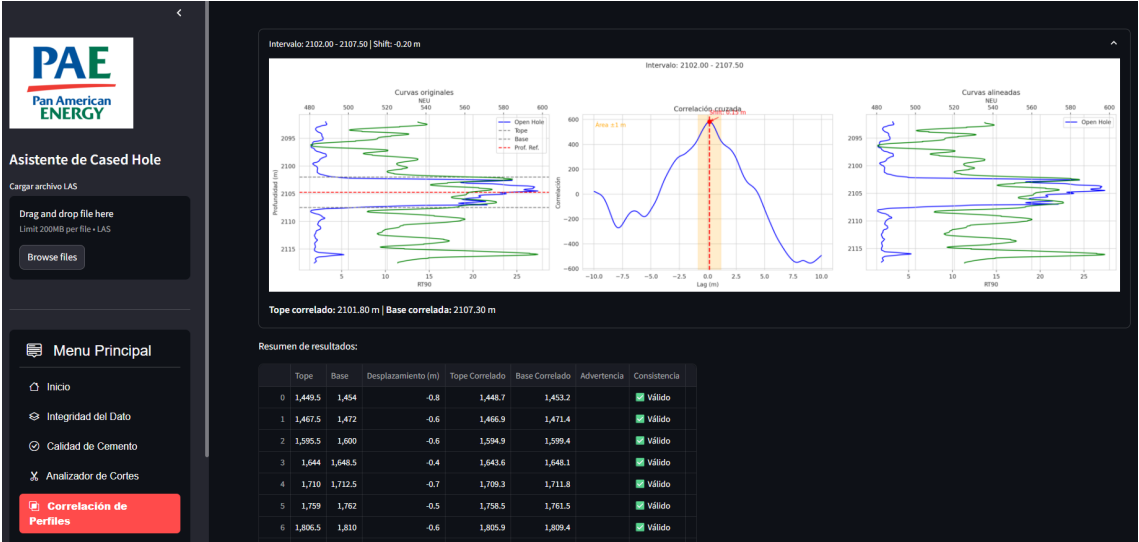
Se espera que este proyecto continúe impulsando la adopción de nuevas tecnologías, simplificando la toma de decisiones y generando un impacto positivo y medible en la eficiencia operativa de la compañía.

Imágenes:

Módulo de Calidad de Cemento



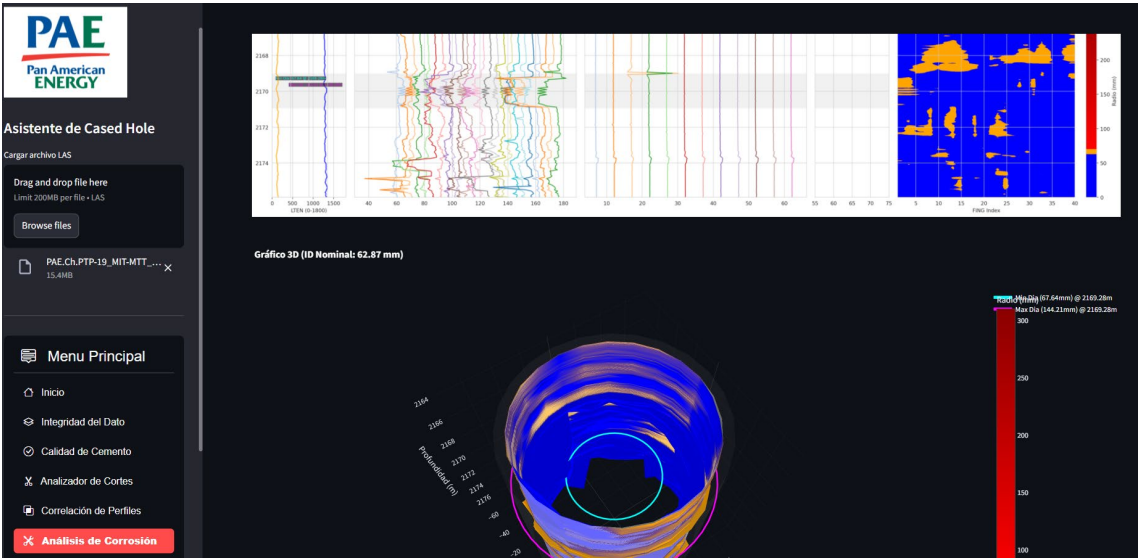
Módulo de Correlación de Perfiles



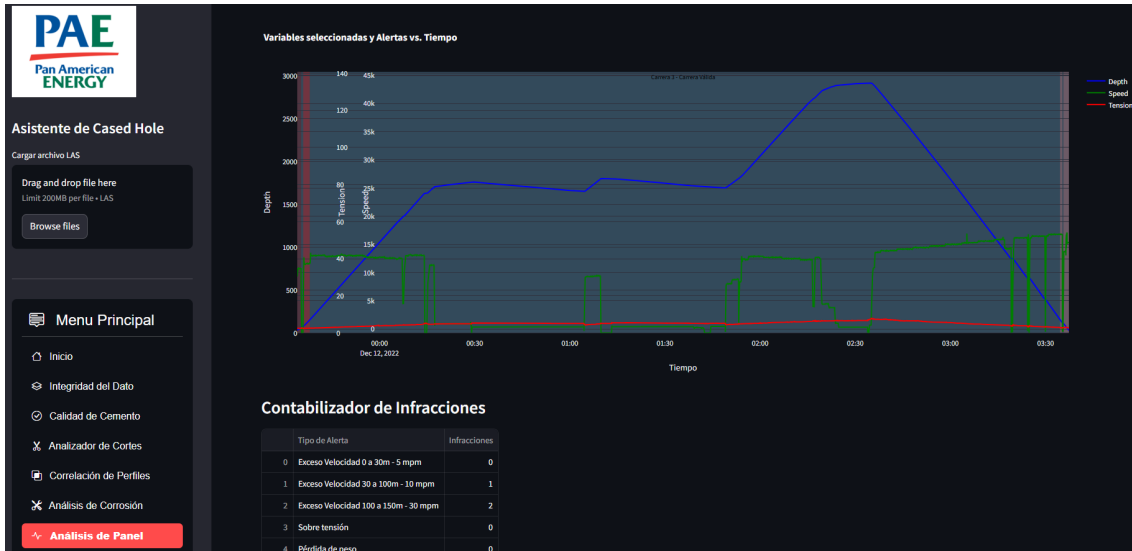
Módulo Analizador de Cortes



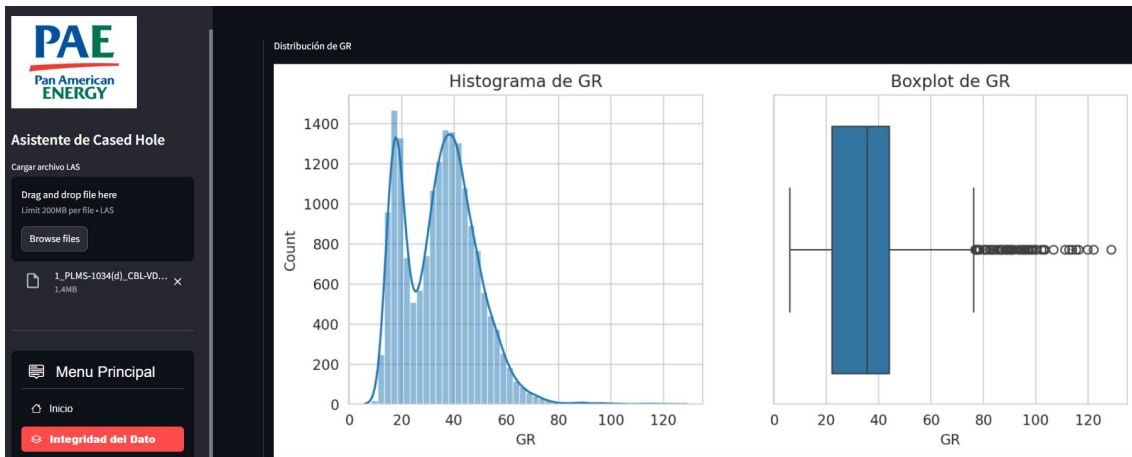
Módulo de Análisis de Corrosión



Módulo de Análisis de Panel



Módulo de Integridad de Datos:



Módulo de Análisis de Puntos de Presión

