

Una solución integral optimiza la gestión y accesibilidad de estudios de muestras de roca para plays no convencionales, utilizando bases de datos relacionales y visualizaciones interactivas que abarcan más de 50.000 estudios en 15 cuencas latinoamericanas.

Insight estudios geológicos, una propuesta para el tratamiento integral de estudios de muestras de roca para el análisis de *plays* no convencionales

Por **Ailín Lopasso, Alan Buchanan, Claudia Galarza**
(Tecpetrol)

*Este trabajo fue seleccionado en las
3º Jornadas de Revolución Digital para Petróleo y Gas.*

Introducción

En los últimos años la industria petrolera ha atravesado un proceso de actualización y modernización del manejo de datos. Este proceso, que ya se encuentra más avanzado en otras industrias, fue impulsado con una rápida implementación de tecnologías, servicios y soluciones que ya fueron utilizados con éxito en otros modelos de negocio debido a la existencia de problemas comunes en el manejo de datos (Codd, 1970). Sin embargo, esta modernización se encuentra aún en proceso de implementación debido a la complejidad y variedad de información que es administrada por la industria (Veeger *et*



al., 2004; *Setijadji & Watanabe*, 2005). Y retardada, en parte, por el aumento exponencial del volumen de datos generados junto con la exploración y desarrollo de plays no convencionales.

En el caso de la información técnica, y en particular, en los resultados de estudios de muestras de roca utilizados para el análisis y caracterización geológica de formaciones de interés petrolero, no se han desarrollado todavía soluciones comerciales especializadas en la gestión de esta información y comprometidas en mejorar la experiencia del técnico, usuario de los resultados de estudios (si bien hay casos implementados de forma local – *Gard et al.*, 2019).

En este trabajo se presentan los avances de la solución implementada en Tecpetrol, desarrollada desde el 2020 por los propios técnicos, para la gestión integrada y tratamiento de resultados de estudios de muestra de roca.

El funcionamiento de la aplicación y el diseño de catálogos y tableros ya se encuentra publicado (*Lopasso et al.*, 2022). En este resumen extendido nos concentramos en los cambios implementados en la aplicación desde el 2022 en adelante, donde nos concentramos en fortalecer la seguridad, definiendo protocolos y permisos de acceso, y en mejorar la experiencia del usuario facilitando el acceso a la información desde un único tablero *web*.

Desarrollo técnico

Bases de Datos

Inicialmente el proyecto contaba con una serie de tablas organizadas y correctamente identificadas, tanto para la información de los pozos como para los diferentes tipos de estudios asociados a los mismos. Los datos se

distribuían en archivos diferentes y sin relación entre sí, dificultando el mantenimiento y revisión de la información. La descentralización disminuía el rendimiento de los programas de visualización de datos que los utilizaban como fuente y, a la hora de buscar la información, no se contaba con un buscador rápido y directo para toda la base de datos en simultáneo. Además, requería el ingreso a varios archivos si se necesitaba la toda información asociada a un mismo pozo.

La optimización del proyecto avanzó por medio de la migración de la información a un gestor de bases de datos relacionales, unificando todas las tablas en un único archivo. Esto permitió, en primera instancia, generar relaciones entre las columnas de las diferentes tablas, que luego fueran interpretadas por el software de visualización de datos. En segundo lugar, permitió disminuir el espacio ocupado en memoria, agilizando su uso, mantenimiento y análisis.

Una vez realizada la migración al gestor de bases de datos, se avanzó con el control de calidad. Se limpiaron las columnas que no se utilizaban, se controlaron los datos de las ya existentes y se revisaron los datos anómalos, ayudados con visuales de comparación. Se establecieron requerimientos tanto para tipo de datos como en su validación, ya sea a partir de reglas particulares o por medio de relaciones cruzadas. Estas relaciones impiden que en la columna de una tabla se añada un valor que no esté contemplado en la columna relacionada de la tabla base, lo que otorga un control más firme en lo que respecta a nombres de pozo, yacimientos y formaciones geológicas. De la misma forma, al modificar un valor en la tabla base, se actualiza el dato correspondiente en todas las tablas asociadas en las que se encuentre, evitando la revisión tabla por tabla en caso de errores o modificaciones oficiales.

Se completaron las coordenadas faltantes en algunos pozos o afloramientos, y se indicaron como información obligatoria para poder añadir un pozo nuevo. Se realizó una revisión exhaustiva de los datos de estudios que presentarían información diferencial a una misma profundidad y tipo de muestra, eliminando duplicados y definiendo criterios de eliminación en los casos en los que fuera posible. Cuando se comprobaba que efectivamente se realizó nuevamente el estudio y los valores deferían, el dato se mantuvo.

Por otro lado, se trabajó en la unificación de nombres formacionales y se añadió una columna 'interna' de ciclos para divisiones menores, o categorización de las formaciones según criterios de la empresa. En la tabla base de formaciones, se agregó una columna indicando

el tipo de reservorio al que se asocia cada formación, ya fuera convencional, no convencional o acuífero (dulce o salino).

Para una mejor experiencia de usuario, se avanzó en la creación de un sistema de búsqueda de la información. Se trabajó con formularios integrados dentro del gestor de bases de datos relacionales y se definieron parámetros de búsqueda a partir de desplegables asociados (Figura 1), en los cuales el parámetro de ingreso de uno permite filtrar la información disponible del siguiente. Al identificar el pozo, se genera una lista interactiva de los estudios disponibles, que abre una tabla con la información asociada al seleccionar cada estudio.

A su vez, se incluyó una tabla de usuarios dentro de la base relacional que permitiera el filtrado de los datos en función de permisos, para garantizar la seguridad de los datos recopilados en función de los grupos de trabajo de cada cuenca. La misma involucra nombre y apellido, sector, e-mail y una columna específica de filtrado para los permisos.

Visualizaciones

La migración de la información a bases de datos relacionales permitió la optimización en tiempos de visualización y filtrado en los tableros generados para tal fin. El tratamiento de los datos dentro del software de análisis y visualización se vio optimizado, permitiendo realizar transformaciones de forma más rápida y sencilla, y las relaciones entre columnas permitieron una mejor identificación de las relaciones de filtros cruzados a emplear.

Se procuró la simplificación de las visualizaciones mostradas, con inventarios claros y tarjetas de datos con la información relevante fácilmente identificables. Se revisaron y adaptaron las visuales interactivas para lograr una evaluación directa de los estudios de muestras de roca recopilados, en especial en aquellos gráficos especializados a los tipos de estudios particulares.

Se trabajó en la publicación de los tableros de visualización (generados en etapas previas) en la 'UTF', un servicio interno de visualización de la compañía que permite el acceso a los tableros desde la web para todos los usuarios que estén autorizados a verlos. Para ello, se generó un diseño integrado de todos los tableros en un único proyecto, con botones de navegación interna de fácil uso entre las diferentes solapas. La primera interacción con el proyecto es una breve explicación de los objetivos y alcances del mismo, junto con un índice en el cual se listan los inventarios y los tableros de los



Figura 1. Formulario de búsqueda de datos de estudios de muestras de roca.

En la plataforma los tableros se organizan por tipo de estudio y las visualizaciones disponibles fueron generadas en función de los estándares de uso del estudio para facilitar su análisis.

En los inventarios podés encontrar la cantidad de pozos y estudios disponibles en las bases de datos. En el caso de que quieras diferenciar la información por cuenca te recomendamos navegar los inventarios organizados por cuenca.

Los resultados se organizan por tipo de estudio, permitiendo filtrar por datos geográficos de acuerdo a los pozos y formación.



Tu participación es fundamental para el proyecto
Si tenés alguna duda o comentario no dudes en contactarnos. Si sabés de algún resultado que te gustaría sumar, contactá al DM

Figura 2. Página de Inicio de la versión de acceso web del proyecto IEG.

diferentes estudios disponibles (Figura 2). Cada tablero subsiguiente permite volver de forma rápida y sencilla al índice para continuar con la navegación disponible.

La tabla de usuarios añadida a la base de datos relacional permite aplicar los permisos sobre las visualizaciones, de forma que cada equipo de trabajo acceda a una rápida visualización de los datos con los cuales se manejan en el día a día, sin la abrumadora cantidad potencial de información que podría generar ruido en los análisis y reduciendo la cantidad de filtrados necesarios para las comparaciones buscadas.

Los filtros involucrados en los diferentes tableros incluyen cuenca, formación, área, pozo y tipo de muestra, y se añadieron visualizaciones particulares a cada estudio que faciliten la interpretación y el análisis de los datos por parte de los usuarios.

Los visuales del estudio de difracción de rayos X recibieron un tratamiento diferencial. En primera instancia se logró la visualización por medio de integración con scripts de Python, pero a la hora de cargar el tablero al servicio de visualización web, la librería empleada no estaba disponible, limitando el alcance del código generado e impidiendo a los usuarios hacer uso del mismo. Para su publicación web se discutieron muchas variantes, en principio intentando una triangulación de los datos que permitieran graficarlas en un sistema de ejes binarios, pero con las librerías básicas disponibles no era posible. Se analizó la posibilidad de realizar un ejecutable de escritorio, pero contrastaba con la intención de integrar toda la información y visualización de los datos en un único proyecto de fácil acceso, requiriendo permisos especiales y complicando la generación de filtros. Otra solución planteada fue fijar el ternario como un diagrama a pedido, en donde los usuarios indicaran los parámetros de filtrado, y desde la coordinación del proyecto se gene-

rara un PDF con los datos visualizados. Sin embargo, no sería ni ágil ni útil al objetivo buscado.

Finalmente, se definió utilizar otro lenguaje de programación (R) compatible con el servicio de visualización web para lograr la visualización del diagrama ternario, y publicarlo en los tableros web (Figura 3).

Resultados obtenidos

Actualmente el proyecto cuenta con resultados de Carbono Orgánico Total, Pirólisis, Reflectancia de la Vitrinita, Difracción de Rayos X y Fluorescencia de Rayos X, junto con información de los pozos y las formaciones. Totalizan más de 50.000 estudios, recopilados a partir de información de 730 pozos, los cuales están distribui-

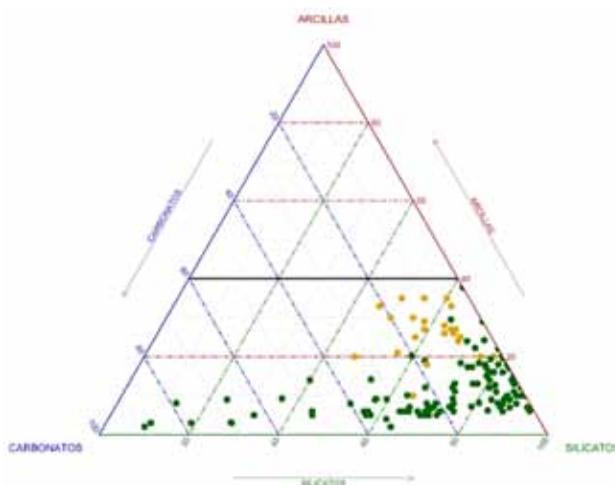


Figura 3. Visualización diagrama ternario generado a partir de programación en R.



Figura 4. Cuencas latinoamericanas cargadas al proyecto.

dos en las cuencas latinoamericanas de Malvinas, Austral, Golfo San Jorge, Neuquina, Noroeste, Tarija, Madre de Dios, Parnaíba, Valle Medio de Magdalena, Llanos Orientales, Barinas, Putumayo, Tampico Misantla, Burgos, Sabinas y Burro-Picachos (Figura 4).

La información se distribuye dentro de un mismo gestor de bases de datos en 11 tablas agrupadas en 3 subgrupos. Por la parte informativa, la tabla de Pozos reúne toda la información referida a los mismos, la tabla de Madurez compila las ventanas de madurez de cada pozo en función de la formación a visualizar y la tabla de Usuarios reúne los permisos de acceso. Las tablas de estudios se diferencian en 4 categorías, a ser TOC-Py, RO, DRX y FRX, con la información particular de cada uno, junto con profundidades, tipos de muestra y formaciones. Y en un última categoría se agrupan las tablas secundarias o de soporte, en donde se definen los nombres de áreas, formaciones, cuencas y niveles, con información particular de interés asociada a algunas de ellas.

Las visualizaciones se reparten en 6 tableros dentro de un mismo proyecto web, incluyendo índice, inventario por cuenca, inventario por formación, DRX, VRo y TOC-Py. Cada una de sus solapas particulares tiene la opción de filtrado por diferentes opciones, siendo las

más comunes cuenca, formación, área, pozo y tipo de muestra. En algunas de ellas se incluyen visuales particulares referidos a los estudios, y mapas de ubicación con referencia a las cuencas y ventanas de madurez cuando fuera posible. Se obtiene así una interacción dinámica con el usuario y la posibilidad de obtener comparaciones y análisis en tiempo real que involucren toda la información disponible.

Por medio del uso de marcadores, se realizaron diferenciaciones en la visualización de los datos agrupados por formación, por área o por niveles, particularmente para el diagrama ternario de mineralogía.

Conclusiones

La migración de tablas individuales a un gestor de bases de datos relacionales facilita la carga y administración al mismo tiempo que mejora notablemente la velocidad de lectura y procesamiento de las tablas al momento de generar visualizaciones. Por otro lado, la utilización de diversos lenguajes de programación amplía el alcance del proyecto y la incorporación de nuevos tipos de visualizaciones, como es el caso de los diagramas ternarios para estudios de DRX.

La publicación y unificación de los tableros en formato web facilita el acceso a la información y mejora la experiencia del usuario mientras que la incorporación de permisos robustece la seguridad del proyecto y garantiza la buena utilización de información confidencial.

La unificación de estudios geológicos en bases de datos relacionales facilita la gestión e interpretación de los resultados. La creación de un proyecto unificado para estudios de muestras de roca promueve a un orden común, disminuyendo el tiempo de búsqueda y permitiendo dedicarlo a la interpretación de la información, optimizando así el trabajo de los técnicos en sus proyectos asignados.

Referencias

- Codd E.F., 1970. A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks. *Communications of the ACM*, Volume 13, Issue 6, p. 377 – 387.
- Gard, M., Hasterok, D. & Halpin, J.A., 2019. Global whole-rock geochemical database compilation. *Earth System Science Data*, Volume 11, 1553–1566, <https://doi.org/10.5194/essd-11-1553-2019>, 2019.
- Lopasso, A., Buchanan, A., Galarza, C. & Bande, A., 2022. Reorganización y Generación de Bases de Estudios Geológicos para la Evaluación de Plays No Convencionales Latinoamericanos. XI Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos.
- Setijadji, L.D. & Watanabe, K., 2005. On the Progress Design of Integrated Geologic Analysis System: Object-Relational Database Model and Visualization for Earth Resources. *Resource Geology*, vol. 55, no. 3, 267–280, 2005
- Veeger, A.I., Murray, D.P., Hermes, O. D., Boothroyd, J.C. & Hamidzada, N.A., 2004. Harnessing the Power of Relational Databases for Managing Subsurface Geotechnical and Geologic Data. *Environmental & Engineering Geoscience*, Vol. X, No. 4, November 2004, pp. 339–346.

Buscá todo sobre el shale en nuestra web



LOS NO CONVENCIONALES OPORTUNIDAD QUIMICOS SISMICIDAD USO DEL AGUA



www.shaleenargentina.org.ar

El sitio del IAPG destinado especialmente a los hidrocarburos de reservorios no convencionales, como *shale gas* y *shale oil*.

Pensada como herramienta útil para toda la comunidad, especializada o no, que quiera conocer con mayor profundidad lo relativo a estos reservorios y al *fracking* o estimulación hidráulica, así como los aspectos que generan mayores cuestionamientos: el uso del agua, la protección de los acuíferos, el uso de químicos, etcétera.

Toda la información de los expertos y las últimas noticias.

¡Y además, la posibilidad de consultar interactivamente a un experto sobre cualquier aspecto relacionado con el shale en la Argentina!

