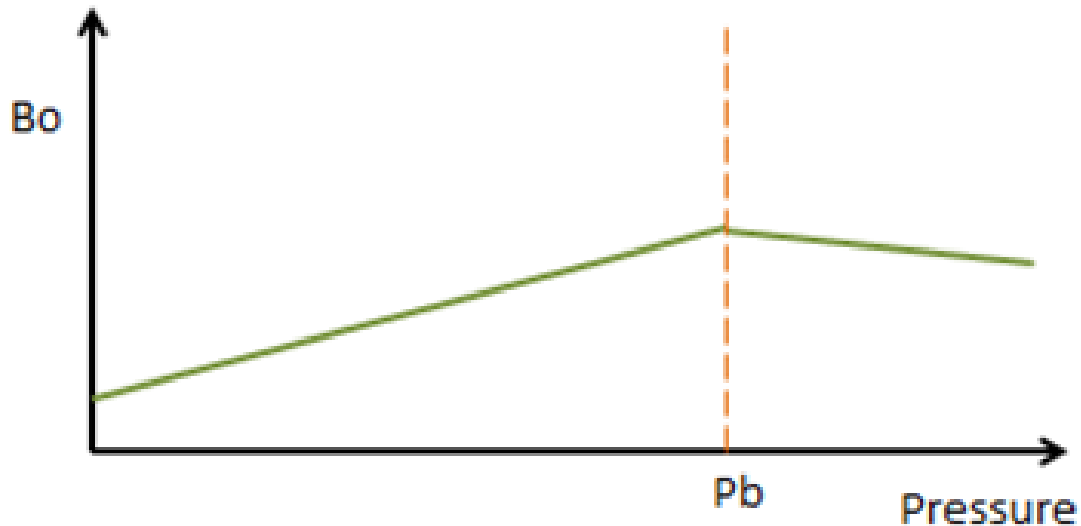


PALABRA VERDADERA

*Aportes y Realidades de la Industria Venezolana de los Hidrocarburos
Dr. Martín Essinfeld Yahr - Prof. Miguel Castillejo*



CORRELACIONES ROBUSTAS PERMITEN SU EVOLUCIÓN FUTURA

Dr. Martín Essinfeld Yahr

Introducción

En 1947, en pleno auge del desarrollo mundial de la industria de los hidrocarburos al iniciar la reconstrucción durante la postguerra, M.B. Standing publica (Referencia [1]) el trabajo que representa el mejor ejemplo de una Correlación robusta en el área de propiedades de los hidrocarburos. Hasta ese momento había trabajos mucho menos completos de Sage and Lacey (1936, 1941).

Lo que hizo que el trabajo de Standing fuese “robusto” y permitiera (aun hoy 2020) por más de 70 años **mantener su vigencia y validez**, con muchísimas mejoras o ajustes en ese largo período de tiempo, fue que **desde el inicio el autor identificó correctamente los parámetros dominantes de las propiedades que se pretendía correlacionar**.



Así, como el interés se concentraba en la solubilidad del gas versus presión, a condiciones de temperatura del yacimiento, y del efecto volumétrico de tal gas en solución sobre el volumen del líquido en sitio (representado por B_o , factor volumétrico de formación del petróleo), que luego se convertiría en la superficie en un líquido muerto (sin gas a 60°F) con una cierta gravedad API, Standing identificó lo fundamental que se debía correlacionar.

Así, luego de un esfuerzo sistemático de análisis estadístico de los 105 ensayos que revisó (Base de Datos limitada a ese número) indicó que tanto la Presión de Burbujeo Inicial (P_b), el factor volumétrico del petróleo (B_o) y el factor volumétrico del gas (B_g) se podían correlacionar, y eran función fundamentalmente, de cuatro (4) factores principales:

1. Volumen de gas en solución (R_s),
2. Temperatura (T),
3. Composición del gas reflejada por su gravedad específica (G_{Egas}); y
4. Composición del líquido “muerto” representada por su gravedad específica (G_{liq}) medida en grados API.

Su conclusión del análisis paramétrico era correcta en 1947 y sigue siendo esencialmente correcta hoy en 2020 - Allí radica lo robusto del trabajo realizado 70 años atrás

Lógicamente, había espacio para “ajustar, mejorar, adaptar y progresar” en el trabajo de Standing, porque en distintas regiones las composiciones de los crudos y de los gases son distintas (dependiendo de su origen e historia térmica); porque las solubilidades del gas dependen de esas composiciones distintas del crudo y del gas; porque las respuestas de solubilidad están afectadas por los rangos de temperatura y de las referidas composiciones y mucho más. Es decir, es sencillo entender que un proceso tan complejo como lo es el de la solubilidad en sistemas multicomponentes de hidrocarburos **tenga más que apenas cuatro parámetros que lo identifiquen totalmente.**

Palabra Verdadera

Una publicación de **EGEP Consultores** para dar reconocimiento de los Aportes y Realidades de la Industria Venezolana de los Hidrocarburos y a sus protagonistas

Encuentra todos los volúmenes de Palabra Verdadera [aquí](#)

Finalmente, se debe destacar que todo el proceso de solubilidad-liberación gas-petróleo depende de las condiciones de separación: instantánea-diferencial, de la o las temperaturas de separación, y de la o las presiones de separación. En la Base de Datos de Standing, se utilizaron las solubilidades resultantes de separaciones instantáneas (flash).

El problema venezolano

Era de esperarse que en la Industria Venezolana de los Hidrocarburos, los estándares mundiales (California, Texas, Pennsylvania) fueran las primeras herramientas que se utilizaron, ya que los primeros Operadores eran empresas de ese origen. La Creole Petroleum Venezolana utilizaba la tecnología de Standard of New Jersey; MeneGrande la de la Gulf Refining Company; Mobil Venezolana la de Socony Vacuum; y así sucesivamente.

Pero la Correlación de Standing era robusta, sólida y se prestaba al **“refinamiento, y ajuste local a las condiciones de cada Campo y a su mejoramiento”**, todo sin afectar los principios básicos que la hicieron robusta desde el principio.

Así, los Ingenieros Venezolanos de Creole (Juan Roger, Arnaldo Salazar y muchos otros) iban recabando en los campos del Lago los distintos ensayos de laboratorio sobre muestras de fondo y recombinadas de superficie para que Carl Putman (norteamericano identificado con nuestra tierra por décadas) publicara para uso interno en los estudios de yacimientos de Creole la misma correlación de Standing “ajustando los coeficientes” a los yacimientos de Creole.

Con el pasar del tiempo, empresas como Shell de Venezuela, Mobil, Sinclair y otras hicieron lo propio: **ajustar con los datos de sus propios yacimientos**, la Correlación Básica de Standing.

Ello no cambiaba en nada los conceptos robustos de Standing, pero ciertamente disminuía las desviaciones o errores estadísticos entre los “valores pronosticados de Rs, Bo y Bg” al compararlos con los valores medidos en los ensayos PVT realizados a posteriori, a medida que se desarrollaban los yacimientos descubiertos.

En 1968 (Referencia [2]) J. Manucci y E. Rosales, dos Ingenieros de Petróleo de gran talento hicieron una de esas “mejoras locales” repitiendo la experiencia de Standing para CVP y su aplicación a crudos de la Cuenca Oriental de Venezuela.

En cada trabajo en progreso, se mantenía la dificultad: estandarizar la multiplicidad de las condiciones de separación. Es decir aunque **el proceso real de producción es híbrido (diferencial en el yacimiento – instantáneo o flash en superficie)** esta parte del problema no quedaba resuelta. **Esto se llamará en lo adelante condiciones híbridas de separación.**

Desde 1953, varios investigadores (Dodson, Craft - Hawkins y otros) habían indicado el problema, y ofrecían soluciones **sin un basamento composicional.**

Finalmente en 1980 (Referencia [3]) Vázquez y Beggs tratan de mejorar la Correlación de Standing en dos sentidos: agrupan los crudos en **paquetes de gravedad API** aplicando **constantes distintas** para cada grupo (distinto a las constantes únicas de Standing) utilizando una Base de Datos de más de 5000 ensayos PVT y **además** tratando de estandarizar las condiciones de separación de superficie a “instantánea a 100 lpc”, **sin resolver con apoyo composicional el cambio resultante en la gravedad del gas por ese ajuste en las condiciones de separación.**

El último aporte de venezolanos

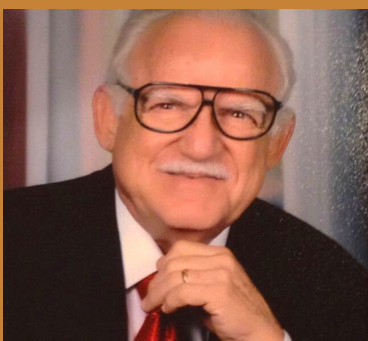
La próxima etapa de avance importante ocurre cuando tres Ingenieros Petroleros Venezolanos (Essenfeld, Pieve y Jones-Parra) publican en 1985 el “Procedimiento para Extensión de Data PVT Experimental” (Referencia 4) **después de varios años de colaboración entre EGEP y la Universidad Central de Venezuela.** Este trabajo se reporta en el volumen 24 de la serie PALABRA VERDADERA.

Así, y después de más de 70 años de vigencia y uso, con el uso de los ajustes con base composicional a la gravedad del gas liberado-disuelto y del crudo del que proviene o en el que se disuelve, las Correlaciones de Standing se pueden usar hasta ahora (2020) para condiciones “híbridas” de separación que reproducen de manera certera la solubilidad inicial de “campo” que refleja el complejo proceso diferencial-yacimiento que ocurre primero a nivel subsuelo, seguido del instantáneo/flash-superficie que ocurre en la superficie.

Otro logro de la Ingeniería de Petróleo Venezolana, con impacto de clase mundial

egep

<http://egepconsultores.com>



Dr. Martín Essenfeld Yahr, CEO de EGEP Consultores

Graduado Summa Cum Laude en 1966 de la Universidad Estatal de Pennsylvania, EE. UU.
Con un B.S. en Ingeniería de Petróleo y Gas Natural y un Doctorado en Ingeniería de Petróleo y Gas Natural en 1970.

Luego de trabajar en Mobil, en 1972 funda Egep Consultores y hasta la fecha ha sido un referente internacional en el área de la producción de petróleo y gas, realizando miles de proyectos para operadoras como Shell, Exxon, PDVSA y compañías en todas partes del mundo.

Conclusión y Corolario

Lo relatado confirma varias realidades:

- Si se hace un tratamiento mecanístico adecuado (como lo hizo Standing originalmente) no debe extrañar que el resultado sea robusto, duradero en el tiempo, perfeccionable y mejorable y que se mantenga útil por más de 70 años, y por mucho tiempo más.
- Hay herramientas mucho más “exactas” como por ejemplo Ecuaciones de Estado. Pero, una respuesta rápida, certera y de bajo costo como aplicar Standing con el Proceso de Extensión de Essenfeld, Pieve, Jones-Parra **no es nada despreciable**, y ciertamente es práctico y útil. Una Ecuación de Estado requiere un análisis composicional muy distinto a la medición y registro de cuatro simples parámetros de producción.
- Cuando el tratamiento original es robusto, las mejoras, ajustes, y cambios posteriores, dichos cambios NO lo reemplazan, sino que lo enriquecen y lo hacen más útil y aplicable aún.

Repetimos: Otro logro de la Ingeniería de Petróleo Venezolana, con impacto de clase mundial.

Desde la Escuela de Petróleo UCV

Este Volumen 25 trae a nuestra memoria un dicho común que se ha repetido muchas veces: **“Lo perfecto es lo enemigo de lo práctico”**. Surge una pregunta en los jóvenes profesionales, y algunos no tan jóvenes: Si tenemos Ecuaciones de Estado para qué necesitamos la Correlación de Standing o cualquiera de sus modificaciones. La respuesta es lapidaria: Para usar una Ecuación de Estado, que tiene un excelente coeficiente de correlación con cualquier PVT Experimental, **se requiere disponer de un Ensayo de Laboratorio Composicional**, y si el mismo existe, realmente la Ecuación de Estado y su uso tampoco es necesaria sino como un mecanismo para utilizar digitalmente el ensayo en modelos composicionales. ¿Cuántos de esos se utilizan para obtener los primeros estimados de hidrocarburos es sitio, reservas, productividad, planes de explotación etc.?

En volúmenes anteriores hemos resaltado el enfoque práctico-operacional que desde la Dirección y el cuerpo de profesores hemos dado a la formación de nuestros Ingenieros de Petróleo en la UCV. Desde el contenido de nuestro material didáctico, pasando por nuestros laboratorios, líneas de investigación, trabajos de tesis, y trabajos de ascenso, hemos insistido en que todos los conceptos académicos que transmitamos, vayan seguidos de su aplicación práctica, de la discusión de sus fortalezas y

debilidades, de las “posibles” causas de error que invaliden los resultados, y en general del valor objetivo y real de cada concepto.

El trabajo objeto de esta publicación es un buen ejemplo de que se ha seguido este lineamiento. Los Ingenieros de Petróleo que trabajaron en el desarrollo, todos sin excepción, formaron parte de nuestro grupo de docentes en la Escuela. Adicionalmente, el trabajo formó parte de una de nuestras líneas de investigación, y finalmente se utilizó como Trabajo de Ascenso.

Podemos decir con orgullo, que el resultado resultó sumamente favorable y útil para nuestra industria venezolana, y su comunicación a nivel internacional ha ocurrido de manera sistemática. En todos los trabajos de EGEP dentro y fuera del país se ha reconocido el mérito de lo logrado.

Prof. Miguel Castillejo
Director
Escuela de Ingeniería de
Petróleo UCV
Agosto-2021



miguel.castillejo@ucv.ve

Referencias

- [1] M. B. Standing, «A Pressure-Volume-Temperature Correlation for Mixtures of California Oils and Gases,» de Drilling and Production Practices , American Petroleum Association (API), 1947, p. 275.
- [2] J. Manucci y E. Rosales, «Correlaciones de Presión de Burbujeo y Factor Volumétrico del Petróleo para Crudos del Oriente de Venezuela,» Corporación Venezolana del Petróleo, Caracas, 1968.
- [3] M. Vázquez y D. Beggs, «Correlations for Fluid Physical Property Prediction,» Journal of Petroleum Technology, p. 968, 1980.
- [4] M. Essenfeld, C. Pieve y J. Jones-Parra, «Procedimiento para Extensión de Data PVT Experimental,» EGEP, Caracas, 1985.