

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DATOS INFORMATIVOS

TIPO DE CONVOCATORIA

| | | | |
|--|---|--|--|
| Proyecto Interno <input checked="" type="checkbox"/> | Proyecto Semilla <input type="checkbox"/> | Proyecto Junior <input type="checkbox"/> | Proyecto Multi e Interdisciplinario <input type="checkbox"/> |
| Fecha de presentación (dd/mm/aa): 13/03/18 | | | |

Título del proyecto: Generación de correlaciones de presión, volumen y temperatura para el petróleo de la arena U inferior del Oriente Ecuatoriano.

TIPOS DE INVESTIGACIÓN

| | |
|--|--|
| Investigación básica <input type="checkbox"/> | Investigación aplicada <input checked="" type="checkbox"/> |
| DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUCIÓN: | |
| 1. Departamento de Petróleos (DP) <i>DP&T</i> | |
| LÍNEA(S) DE INVESTIGACIÓN (verificable en el SAEW): | |
| 1. Yacimientos de Hidrocarburos y Recuperación Mejorada ✓ | |

RESUMEN DE INFORMACIÓN DEL DIRECTOR Y COLABORADORES

| Director | | | | |
|---------------------|---------------|-----|-------------------------------|-------------------------------------|
| Apellidos y nombres | No. de Cédula | HSS | Departamento | Título de mayor nivel y mención. |
| Valencia Raúl | 0601877939 | 8 | Departamento de Petróleos(DP) | Maestría en Ingeniería Industrial ✓ |

| Codirector <i>(Se aplica para todos los proyectos, el codirector será a su vez colaborador)</i> | | | | |
|---|---------------|-----|-------------------------------|----------------------------------|
| Apellidos y nombres | No. de Cédula | HSS | Departamento | Título de mayor nivel y mención. |
| Gómez Soto | 1716370943 | 8 | Departamento de Petróleos(DP) | Maestría en |
| Franklin Vinicio | | | | Termodinámica de Fluidos ✓ |

| Colaborador(es) | | | | |
|---------------------|---------------|-----|--------------|----------------------------------|
| Apellidos y nombres | No. de Cédula | HSS | Departamento | Título de mayor nivel y mención. |
| | | | | |

| Colaboradores Externos | | | | |
|------------------------|-----------------------|-----|-------------|----------------------------------|
| Apellidos y nombres | No. de identificación | HSS | Institución | Título de mayor nivel y mención. |
| Izurieta Ballesteros | 1717431272 | 6 | Halliburton | Especialista en Industria |
| Álvaro Javier | | | | Petroquímica ✓ |

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario X

Investigación Básica

Investigación Aplicada ✓

DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUTOS:

1. Departamento de Petróleos (DP)

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. Yacimientos de Hidrocarburos y Recuperación Mejorada

DISCIPLINA CIENTÍFICA (Marque X, solamente una opción)

| | |
|------------------------------|---|
| Ciencias Naturales y Exactas | |
| Ingeniería y Tecnologías | X |
| Ciencias Médicas | |
| Ciencias Agrícolas | |
| Ciencias Sociales | |
| Humanidades | |

OBJETIVO SOCIOECONÓMICO (Marque X, solamente una opción)

| | |
|---|---|
| Exploración y explotación del medio terrestre | |
| Ambiente | |
| Exploración y explotación del espacio | |
| Transporte, telecomunicaciones y otras infraestructuras | |
| Energía | X |
| Producción y tecnología industrial | |
| Salud | |
| Agricultura | |
| Educación | |
| Cultura, ocio, religión y medios de comunicación | |
| Sistemas políticos y sociales, estructuras y procesos | |
| Defensa | |
| Avance general del conocimiento: I+D financiada con los Fondos Generales de Universidades (FGU) | |
| Avance general del conocimiento: I+D financiados con otras fuentes | |



| |
|--|
| 1 Proyecto de Investigación |
| Título: Generación de correlaciones de presión, volumen y temperatura para el petróleo de la arena U inferior del Oriente Ecuatoriano. |
| Resumen del proyecto (máximo 200 palabras) El uso de correlaciones para la estimación de propiedades físicas de crudo se ha incrementado tanto para la Ingeniería de Reservorios como por la Academia, por ello, es importante contar con expresiones matemáticas con la mayor precisión posible. El proyecto tiene como objetivo proponer expresiones matemáticas de Presión, Volumen, Temperatura (PVT) adecuadamente calibradas a datos de laboratorio de crudo Ecuatoriano de la arena U inferior mediante el empleo de métodos estadísticos y/o mínimos cuadrados, que permitirán modificar los coeficientes de las correlaciones disponibles en la literatura. Se generará una aplicación en Excel o Wolfram Mathematica que permita la estimación de las propiedades PVT en base a las correlaciones modificadas a fin que los resultados obtenidos sean más acordes a la Cuenca Oriente y permitan ser utilizados en la toma de decisiones técnicas y económicas de algún proyecto. El proyecto considera un análisis más profundo a nivel del yacimiento o para rangos de presión diferentes a la presión de burbuja, y al realizarlo marca una gran expectativa: para la academia pues amplía las fronteras de estudio a las que se ha visto limitada y para la industria local debido a que permitirá obtener los parámetros requeridos en las operaciones de campo. |
| Palabras clave (4-6): PVT, Propiedades físicas, Petróleo Negro, gravedad API, correlaciones, recursos estadísticos. |

| |
|---|
| 2 Objetivos, limitaciones, hipótesis y resultados esperados de esta propuesta de investigación |
|---|

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo General

- Generar un conjunto de correlaciones PVT modificadas al comportamiento de los crudos ecuatorianos, accesibles en forma de código para su uso en diferentes aplicaciones de la industria petrolera.

2.1.2 Objetivos Específicos

- a. Generar una base de datos PVT comprensiva.
- b. Seleccionar las correlaciones PVT de la literatura en base a libro Petroleum Reservoir Fluid Property Correlations.
- c. Expresar las correlaciones PVT seleccionadas en forma de código.



- d. Modificar las correlaciones seleccionadas mediante recursos estadísticos y/o numéricos.
- e. Realizar análisis de datos con el fin de mejorar las correlaciones modificadas.
- f. Generar una tabla de coeficientes de las correlaciones modificadas.
- f. Generar una aplicación de consulta y uso de las correlaciones modificadas.

2.2 Limitaciones (Aspectos que quedan fuera del alcance del Proyecto de Investigación)

- a. Realizar nuevos estudios PVT en los campos petroleros que se encuentran actualmente en desarrollo.
- b. Toma de muestras de crudo en los campos petroleros donde no se cuente con datos.

2.3 Hipótesis (Responden al problema de investigación)

- a. Las correlaciones PVT disponibles en la literatura no representan adecuadamente el comportamiento físico de los crudos ecuatorianos.
- b. Al generar correlaciones PVT o modificar las existentes se logrará estimar con un error menor las propiedades de los crudos ecuatorianos.

2.3 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)

- a. Tener acceso a los reportes de laboratorio de análisis PVT realizados desde 1974 a la fecha.
- b. Tabular la información recopilada en una base de datos Access que permita su rápida consulta e integración con Excel.
- c. Presentar las correlaciones literarias seleccionadas que servirán de base para el desarrollo de las/s correlación/es modificadas.
- d. Generar funciones de Excel y Wolfram Mathematica (código).
- e. Combinar la base de datos y la librería de correlaciones PVT modificadas en una aplicación que permita la consulta de datos y muestre la correlación generada a partir del estudio propuesto.

| | |
|----------|--|
| 3 | Relevancia de la propuesta de investigación y su relación con la(s) líneas de investigación |
|----------|--|

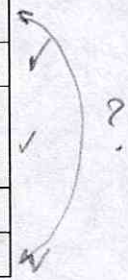
Las propiedades PVT son de vital importancia en diferentes estudios que se realizan en la industria petrolera, ya sean proyectos de superficie o de subsuelo.

El presente trabajo se puede proyectar a cálculos de flujo multifásico dentro de la línea de yacimientos de hidrocarburos y Recuperación Mejorada.

Tanto las propiedades PVT como las correlaciones de flujo multifásico son usadas por empresas nacionales y extranjeras en el diseño de equipos de levantamiento artificial.

| | |
|----------|----------------------------|
| 4 | Productos esperados |
|----------|----------------------------|

| Tipo de Producto: | Marcar con una "X" |
|---|--------------------|
| a. Publicaciones científicas (obligatorio); | X |
| b. Disertación a la comunidad politécnica; | X |
| c. Trabajo de titulación de acuerdo a lo que establece el Reglamento de Régimen Académico y la Normativa Interna de la EPN; | X |
| d. Aplicación tecnológica construida o implementada; | |
| e. Patente presentada; | X |



Presentación de 1 artículo en formato de la Revista Politécnica



| | | |
|---|---|---|
| f. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación. | X | ✓ |
|---|---|---|

5 Descripción, metodología y diseño del proyecto

5.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)

- *El presente proyecto de investigación tiene como objetivo generar expresiones matemáticas para la estimación de las propiedades físicas del petróleo acorde a los corredores petroleros presentes en la Región Amazónica¹. Se lo dividirá en dos fases, la primera será la validación de información, la cual hace referencia a la recopilación e inventario de análisis PVT de la arena U inferior de los diferentes campos petroleros de la Amazonía ecuatoriana²; dado que es la que más producción tiene en el país.*
- *La digitalización y organización de datos de laboratorio (PVT) serán dos sub etapas necesarias para un adecuado manejo y tratamiento de los mismos, esto permitirá la estructuración de la base de datos PVT, se considerarán varios aspectos como pruebas de laboratorio, profundidad, región geográfica, etc².*
- *Para el desarrollo de este proyecto se utilizará la información obtenida con las siguientes pruebas de laboratorio: liberación flash, liberación diferencial, prueba del separador, variación de la viscosidad y composición del fluido³, las cuales son específicas para crudos negros y pesados permitiendo caracterizar el fluido del reservorio^{2, 4}.*
- *Los reportes con análisis completos serán seleccionados para aplicar el ajuste de datos de laboratorio a condiciones del separador cuyo objetivo principal radica en aproximar el comportamiento del fluido en el proceso de producción de crudo⁵, representado por tres eventos: liberación flash en el reservorio, liberación diferencial en la cara de la formación y condiciones de separador en superficie⁶.*
- *Adicionalmente, se realizará una búsqueda y recopilación de material bibliográfico de las correlaciones PVT disponibles para el petróleo: presión de burbuja, relación de solubilidad, viscosidad, compresibilidad y factor volumétrico y en base al libro Petroleum Reservoir Fluid Property Correlations².*
- *Las correlaciones seleccionadas serán programadas como funciones mediante la Aplicación Visual Basic de Excel o con el software Wolfram Mathematica, de esta manera se logrará disminuir los errores experimentales relacionados a medidas indirectas (valor calculado por fórmula).*
- *Antes de proseguir con la siguiente fase se realizará la evaluación a las correlaciones seleccionadas determinando su comportamiento con datos de crudo ecuatoriano de la arena U inferior²; las características físicas y químicas que poseen los crudos difieren de región a región además que la mayoría de correlaciones seleccionadas fueron desarrolladas con un conjunto de datos que dependen del lugar geográfico por lo que se deberán modificarlas antes de su aplicación a una región específica⁷.*
- *La segunda fase consistirá en el desarrollo de expresiones de correlación mediante el empleo de métodos estadísticos y/o numéricos que permiten calibrar los coeficientes originales de las correlaciones seleccionadas con los datos de laboratorio en mención^{2, 8}.*
- *Los recursos que servirán de base para comparar estadísticamente las correlaciones son: Error relativo promedio, Error relativo promedio absoluto⁹, coeficiente de correlación y coeficiente de determinación¹⁰; los mismos que determinarán la exactitud y precisión de las correlaciones².*
- *Se realizará un análisis de datos por corredor geológico, reservorio productor y grado °API con el fin de mejorar las correlaciones modificadas con menor error por categoría agrupada.*
- *En el Ecuador no se ha compilado una extensa base de datos PVT⁸ por ello será necesario generar una aplicación de consulta y uso de las correlaciones modificadas, en MS Access y con la aplicación Visual Basic de Excel, respectivamente.*
- *Finalmente, se realizarán pruebas y lanzamiento al mercado que permitan comparar los resultados de los análisis de laboratorio y correlaciones propuestas.*

Referencias Bibliográficas:

1. Baby, P., Rivadeneira, M., & Barragán, R. (2004). Cuenca Oriente: Geología y Petróleo: Características Geológicas Generales de los principales Campos Petroleros de Petroproducción. (), 229-236. Quito: ISBN.



2. Iza Anabel. (2017). *Análisis y Generación de Correlaciones PVT del petróleo y su Aplicabilidad en el Ecuador. (Tesis de Titulación Ingeniería). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.*
3. Al-Marhoun, M. A. (2001). *Adjustment of Differential Liberation Data to Separator Conditions. Society of Petroleum Engineers, 6(3), 142–146. doi: https://doi.org/10.2118/68234-MS.*
4. Fariás, L., & Merola, V. (2014). *Propiedades de los fluidos del Yacimiento: Análisis y Correlaciones PVT. 212-248; 253-254. Barcelona: Reverté S.A.*
5. Ahmed, T. (2007). *Equations of State and PVT Analysis: PVT Properties of Crude Oils. (), 181-285. Houston: Gulf Publishing Company.*
6. Danesh, A. (1998). *PVT and Phase Behaviour of Petroleum Reservoir Fluids: PVT Tests and Correlations. (), 33-67. Edinburgh: Elsevier.*
7. Al-Marhoun, M. A. (2003). *Evaluation of empirically derived PVT properties for Middle East crude oils. J Pet Sci & Eng, 42(2004), 209–221. doi:https://doi.org/10.1016/j.petrol.2003.12.012.*
8. Izurieta, A. J., Iza, A. C. (2017). *The PVT Properties of the Ecuadorian Crude Oils. Society of Petroleum Engineers, 1–29. doi: https://doi.org/10.2118/185483-MS.*
9. McCain, W., Spivey, J., & Lenn, C. (2011). *Petroleum Reservoir Fluid Property Correlations, 35-133. Tulsa: PennWell.*
10. Walpole, R. E., Myers, R. H., & Myers, S. L. (2012). *Probability and Statistics for Engineers and Scientist. Prentice Hall.*

| | |
|----------|---|
| 6 | Infraestructura, equipos y fondos adicionales. |
|----------|---|

6.1 Infraestructura y equipos

- Indicar la infraestructura y equipos **disponibles** para la ejecución del proyecto, con la ubicación actual de los mismos

| Infraestructura | Equipos | |
|---|-------------------|---|
| Laboratorio | Nombre del Equipo | Ubicación del Equipo |
| Laboratorio de Computación Facultad de Ingeniería en Geología y Petróleos | Computadoras | Laboratorio Computación, Departamento de Petróleos |

6.2 Breve justificación del equipo requerido

- Para el desarrollo del proyecto se requieren cuatro (4) computadoras con las siguientes características:
Licencia de Excel 2016 (v16.0)
Licencia de Visual Basic
Licencia de Access 2016 (v16.0)
Licencia de Wolfram Mathematica
- Las mismas serán ubicadas en el Departamento de Petróleos.

6.3 Fondos Adicionales

- No aplica.

DECLARACIÓN FINAL

TIPO DE PROYECTO

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Interdisciplinario

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación básica Investigación aplicada

TÍTULO DEL PROYECTO

Generación de correlaciones de presión, volumen y temperatura para el petróleo de la arena U inferior del Oriente Ecuatoriano.

DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO

El equipo de investigadores, representado por el Director del Proyecto declara lo siguiente:

- Que el presente proyecto es una obra original de este equipo de investigadores y por tanto, asumimos la completa responsabilidad legal en caso de que un tercero alegue la titularidad de los derechos intelectuales del proyecto, exonerando a la EPN de cualquier acción legal que se derive por esta causa.
- Que el presente proyecto no ha sido presentado en ninguna convocatoria de otra institución pública o privada solicitando el financiamiento total del presupuesto. El incumplimiento será causal para que el proyecto no sea tomado en consideración.
- Que, todos los bienes adquiridos en el proyecto permanecerán bajo la custodia y responsabilidad del director de proyecto.
- Que, aceptamos que si el proyecto genera algún producto o procedimiento susceptible de obtener de derechos de propiedad intelectual, de los cuales se deriven beneficios, estos serán compartidos entre los investigadores y las instituciones participantes en el proyecto.

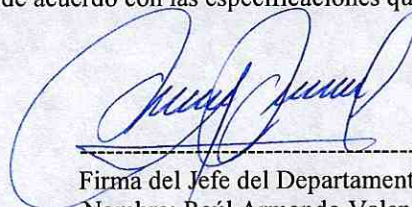


Firma del Director del Proyecto
Nombre: Raúl Armando Valencia Tapia.
C.I.: 0601877939

DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO

Esta propuesta ha sido aprobada y avalada por el Consejo del Departamento del día viernes 23 de febrero de 2018, mediante resolución No. 1.

Las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del proponente y sus colaboradores de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta propuesta.



Firma del Jefe del Departamento
Nombre: Raúl Armando Valencia Tapia.
C.I.: 0601877939

