

REGISTRO DE PROYECTO EN SISTEMA

CÓDIGO	MONTO SOLICITADO PARA EL PROYECTO	TIPO DE PROYECTO
2016000497	14.837.749,00 Bs.	Proyecto de Innovación

TÍTULO

DESARROLLO DE UN SIMULADOR DE FLUJO MULTIFASICO EN REGIMEN PERMANENTE PARA CRUDOS PESADOS DE LA FAJA PETROLÍFERA DEL ORINOCO (PRIMERA FASE)

RESUMEN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en el desarrollo de un programa de simulación de gradientes de presión, temperatura, y distribución espacial de fases, en flujo multifásico, en instalaciones de la Faja Petrolífera del Orinoco. El sistema contempla la simulación de procesos de flujo de fluidos y transferencia de calor, tanto para líquidos, gas, como para mezclas multifásicas. La selección y/o el diseño de los equipos utilizados en la producción de crudos pesados de la FPO, requiere de herramientas de cálculos precisas, rápidas y confiables. Un mal diseño o una mala selección de estos equipos tienen una incidencia negativa sobre las tasas de producción de los pozos, y sobre los costos asociados. Por ser los crudos pesados y extrapesados, crudos no convencionales, una de las mayores dificultades encontrada a la hora de realizar cálculos técnicos de ingeniería, son la disponibilidad y confiabilidad de las herramientas utilizadas para tal fin. Como base algorítmica para el desarrollo de esta aplicación se usará el método de cálculo desarrollado por los ingenieros Avila, Martínez y Segura (Avila et al, 1998), quienes formularon un modelo matemático de ecuaciones algebraicas para procesos de transferencia de calor y caída de presión, a partir de leyes físicas, ecuaciones fenomenológicas y correlaciones empíricas conocidas. El modelo en cuestión contempla el flujo multifásico permanente en tubería de crudo con gas en solución, gas libre y agua de formación. Las propiedades reológicas y termofísicas de los crudos son calculadas utilizando ecuaciones y correlaciones para crudos pesados de la FPO, propuestas por investigadores de las Universidades nacionales, de la Industria Petrolera Nacional y del INTEVEP. Como innovación a los métodos de cálculos utilizados por simuladores mundialmente conocidos, tal como, PIPEPHASE®, además de incluir todas las correlaciones para flujo multifásico que dicho simulador utiliza, se incluirán las correlaciones universales para el factor de fricción en flujo bifásico en tuberías y para holdup líquido, desarrolladas por el investigador (UCV), Francisco García (García, 2004, 2007). La Ingeniería de Software para el desarrollo del simulador, será la propuesta por la Red Nacional de Integración y Desarrollo de Software Libre, denominada MeRinde

PROBLEMA A RESOLVER

Actualmente se siguen utilizando en los proyectos de la Faja Petrolífera del Orinoco, sistemas informáticos con métodos de cálculos desarrollados en otros países, para crudos convencionales, diferentes a los de la FPO. Paquetes comerciales de computación modernos utilizados para el diseño de tuberías que operan con flujo multifásico, incluyen en su menú estándar correlaciones generadas en la década de los 40. Esta situación requiere desarrollar nuevas herramientas computacionales, adecuadas a los crudos pesados de la FPO, las cuales puedan ser actualizadas año a año, a partir de las experiencias de producción e investigación que va acumulando la industria petrolera.

ÁREA Y SUBÁREA ESTRATÉGICA

ÁREA: Telecomunicaciones, informática e instrumentación
SUBÁREA: Software, programas y aplicaciones

VIABILIDAD TÉCNICA

Para este proyecto se empleará la metodología de Ingeniería de Software, MeRinde, auspiciada por el CNTI. Se cuenta con un equipo integrado por 3 profesionales del área de informática, y 4 investigadores con competencias en las áreas de fluidos y transferencia de calor, entre los que están profesores universitarios activos. Para la ejecución del proyecto se incorporarán pasantes universitarios. Esto facilitará la articulación con las universidades del país. Por otra parte, está contemplado establecer vínculos con las empresas petroleras que operan en la Faja Petrolífera del Orinoco.

VIABILIDAD SOCIO PRODUCTIVA

En atención a los principios rectores de los desarrollos en software libre y de transferencia libre de conocimientos, con el diseño, desarrollo, prueba y puesta en funcionamiento del simulador de flujo multifásico (crudo-gas-agua), se liberará el código fuente, y se pondrá a la disposición de las instituciones, universidades, y de la industria petrolera nacional, los métodos de cálculos, los algoritmos, los manuales de operación, y en general toda la información asociada al proyecto, para su evaluación, desarrollo, mantenibilidad y escalabilidad

VIABILIDAD SOCIO POLÍTICA

En su fase inicial serán incorporados estudiantes universitarios organizados en comunidades de software libre. También, se tiene contemplado involucrar en las diferentes etapas del proceso de desarrollo del simulador, a las organizaciones de trabajadores de la industria petrolera con competencias en el área. Finalmente, culminadas las etapas de diseño, desarrollo, prueba y puesta en funcionamiento, se liberará el código fuente a los efectos de que las comunidades nacionales de software libre puedan utilizar el código y contribuir con su desarrollo, mantenibilidad y escalabilidad.

CONTRIBUCIÓN A LA SUSTITUCIÓN DE IMPORTACIONES

Con el desarrollo y puesta en funcionamiento de este simulador se obtendrán importantes ahorros en divisas, al transformarse en una alternativa nacional a los simuladores adquiridos en el exterior.

VINCULACIÓN CON INSTITUCIONES

Departamento de Energética, Escuela de Ingeniería Mecánica, UCV / Dirección de Tecnologías de Informática y Comunicaciones, UPTOS Clodosbaldo Russian

VINCULACIÓN CON SECTOR DEMANDANTE

Unidad Docente y de Investigación de Transferencia de Calor, Departamento de Energética, Escuela de Ingeniería Mecánica, UCV

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La industria petrolera venezolana dentro de su plan de desarrollo a 10 años tiene propuesto incrementar su producción a 6 millones de BPD, de los cuales 4 millones serán crudos de la FPO. La explotación de estos crudos pesados conlleva el uso intensivo de tecnologías asociadas al flujo multifásico que abarca todos los aspectos de medición, bombeo y transporte. Las investigaciones relacionadas con el flujo de gas y de líquidos de alta viscosidad son escasas, particularmente en flujo horizontal. En la actualidad, el reto que tiene la industria petrolera es optimizar el diseño de los diferentes componentes del sistema de producción para reducir de manera significativa los costos asociados a la construcción y operación de los mismos. Los simuladores que utiliza la industria petrolera nacional con esta finalidad son sistemas informáticos cerrados que impiden el acceso a los códigos fuentes, y que son adquiridos en el exterior previa cancelación de costosas licencias en divisas extranjeras. Esto se traduce en una marcada dependencia tecnológica del exterior. Con el desarrollo de este simulador en software libre, se obtendrán para el país importantes ahorros en divisas, e independencia tecnológica. Por todas estas razones, queda plenamente justificado el desarrollo del proyecto.

ANTECEDENTES DEL PROYECTO

En 1936 se inició la explotación de la FPO, la mayor acumulación de hidrocarburos del planeta. A partir de 1978 se inicia una etapa exploratoria para evaluar sistemas de producción. Esta etapa culmina en 1983. En Julio de 1981, en el marco del Proyecto de Desarrollo del Sur de Monagas y Anzoátegui (DSMA), quien propone este proyecto ingresa a la Gerencia de Ingeniería General de la Empresa LAGOVEN, en el Estado Monagas, para trabajar en el diseño de Calentadores de Crudo de Fuego Indirecto utilizados en estaciones de flujo de la FPO. A finales de la década de los 90, motivado por el auge petrolero emprendido por la estatal PDVSA para desarrollar la Faja, se retoma, junto a los ingenieros Segura y Martínez (1998), el proceso de investigación en el área, con una revisión documental exhaustiva sobre los métodos de cálculos y correlaciones empíricas más utilizadas, a nivel mundial y en Venezuela para calcular caídas de presión y transferencia de calor en flujo multifásico, crudos-gas-agua. Como resultado de este proceso se define un modelo de cálculo para flujo multifásico en bancos de tubos de calentadores de crudos de la FPO. (Avila et al, 1998).

OBJETIVO GENERAL

Diseñar, producir, probar, validar y poner en funcionamiento, un simulador de flujo multifásico, para estimar perfiles de temperatura, presión y distribución espacial de fases, en instalaciones petrolera de la Faja Petrolífera del Orinoco destinadas a la producción de crudos pesados, que operan en régimen de flujo multifásico (crudo-gas-agua) permanente

RESULTADOS ESPERADOS

Con la ejecución de este proyecto se obtendrán como resultado una Aplicación informática para el Modelaje y Simulación de Flujo Multifásico (crudos pesados-gas-agua), desarrollado a partir de los resultados de diferentes investigaciones realizadas en el país, por universidades, institutos de investigaciones tales como INTEVEP, y por la propia industria petrolera nacional PDVSA, así como, por investigadores internacionales del área del petróleo. El simulador en cuestión, no solo incorporará las correlaciones y métodos de cálculos que utilizan las herramientas informáticas, cuyas licencias son adquiridas en el exterior, mediante la erogación de divisas, sino que además, incorporará todos los métodos de cálculo derivados de la experiencia alcanzada nacionalmente y publicada a nivel internacional. Otro de los resultados que se derivaran de este proyecto, es la posibilidad de incorporar periódicamente los nuevos conocimientos que se generen, ya que tanto el código fuente, como los métodos de cálculo y los algoritmos, también serán puestos a la disposición de las comunidades de conocimiento libre y software libre. Esto potencializa el uso de esta herramienta, a todas las personas, universidades, institutos de investigaciones, empresas petroleras públicas y privadas, entre otros. Esto permitirá comparar los resultados de las simulaciones con los obtenidos por simuladores comerciales.

METODOLOGÍA

Para realizar este proyecto se empleara la metodología propuesta por la Red Nacional de Integración y Desarrollo de Software Libre MeRinde (Marrero y Santos, 2007), la cual es auspiciada por el Centro Nacional de Tecnologías de la Información (CNTI). Esta metodología está dividida en cuatro (4) fases que facilitan el diseño, desarrollo e implantación de las aplicaciones. Otra ventaja de MeRinde, es que propone un estándar para el proceso de desarrollo de software que puede ser empleado y adaptado a los requerimientos de cualquier comunidad u organización que desarrollen sistemas, además de producir y mantener una librería de plantillas reutilizables para la ingeniería de software. El proceso de ingeniería de software propuesto por MeRinde, está orientado a facilitar el desarrollo colaborativo de software entre equipos de trabajo de diversa magnitud e índole, con el fin de que se desarrolle productos de software con alta calidad, aprovechando al máximo los recursos disponibles de una forma eficaz y eficiente. Para poder garantizar los adecuados niveles de calidad, que el proceso aplicado sea repetible y que pueda medirse, la metodología está fundamentada en "las mejores prácticas" consideradas, las cuales se listan a continuación: 1) Adaptar el proceso de desarrollo. 2) Alto nivel de abstracción. 3) Centrarse en la arquitectura. 4) Código estándar. 5) Colaboración entre equipo. 6) Demostrar resultados iterativamente e incrementalmente. 7) Dirigido por Casos de Uso. 8) Diseño simple. 9) Enfoque continuo en la calidad. 10) Enfoque en los riesgos. 11) Fomento del aprendizaje de experiencias. 12) Interacción continua con cliente. 13) Modelar el software. 14) Permanecer ágil y esperar los cambios. Estructura del Proceso de MeRinde La metodología propone una estructura, la cual tiene dos dimensiones como lo muestra la Figura: Eje horizontal: Representa el tiempo y es considerado el eje de los aspectos dinámicos del proceso. Indica las características del ciclo de vida del proceso expresado en términos de fases, iteraciones e hitos. Eje vertical: Representa los aspectos estáticos del proceso. Describe el proceso en términos de componentes de proceso, disciplinas, actividades, artefactos y roles. MeRinde establece una estructura que cubre todo el ciclo de vida de desarrollo de software, por ello incluye fases, roles, actividades, artefactos, disciplinas, flujos de trabajo, mitigación de riesgos, control de calidad, gestión del proyecto y control de configuración. Fases de la Metodología El ciclo de vida de este proyecto de software se descompone en el tiempo en cuatro fases secuenciales que son: Inicio, Elaboración, Construcción y Transición. Al final de cada fase el equipo gestor del proyecto realiza una evaluación para determinar si los objetivos se cumplieron y así pasar a la fase siguiente. Inicio Su propósito general es establecer los objetivos para el ciclo de vida del producto. Durante esta fase se define el modelo del negocio y el alcance del proyecto. Se identifican todos los actores y casos de uso. Se desarrolla, un plan de negocio para determinar qué recursos deben ser asignados al proyecto. Los objetivos específicos de esta fase son: • Establecer el ámbito del proyecto y sus límites. • Encontrar los casos de uso críticos del sistema, los escenarios básicos que definen la funcionalidad. • Mostrar al menos una arquitectura candidata para los escenarios principales. • Estimar el costo en recursos y tiempo de todo el proyecto. • Estimar los riesgos, las fuentes de incertidumbre. El hito en esta fase finaliza con el establecimiento del ámbito del producto, e identificación de los principales riesgos y la viabilidad del proyecto. Se utilizarán al menos dos iteraciones en esta fase.. Elaboración Su objetivo general es plantear la arquitectura para el ciclo de vida del producto. Se construye un modelo de la arquitectura, que se desarrolla en iteraciones sucesivas hasta obtener el producto final, este prototipo debe contener los casos de uso críticos que fueron identificados en la fase de inicio. En esta fase se realiza la captura de la mayor parte de los requerimientos funcionales, manejando los riesgos que interfieran con los objetivos del sistema, acumulando la información necesaria para el plan de construcción y obteniendo suficiente información para hacer realizable el caso del negocio. Los objetivos específicos de esta fase son: • Definir, validar y establecer la arquitectura. • Completar la visión. • Crear un plan fiable para la fase de construcción. Este plan puede evolucionar en sucesivas iteraciones. Debe incluir los costos si procede. • Demostrar que la arquitectura propuesta soportará la visión con un costo razonable y en un tiempo razonable. El hito en la fase de elaboración finaliza con la obtención de una línea base

de la arquitectura del sistema, la captura de la mayoría de los requerimientos y la reducción de los riesgos importantes así como permitir la escalabilidad del equipo del proyecto durante la fase de construcción. Se utilizarán al menos dos iteraciones en la fase de elaboración. Construcción El objetivo general de esta fase es alcanzar la capacidad operacional del producto de forma incremental a través de las sucesivas iteraciones. En esta fase todas las características, componentes, y requerimientos deben ser integrados, implementados, y probados en su totalidad, obteniendo una versión aceptable del producto comúnmente llamada versión beta. Se hace énfasis en controlar las operaciones realizadas, administrando los recursos eficientemente, de tal forma que se optimicen los costos, los calendarios y la calidad. Los objetivos específicos de esta fase son: • Minimizar los costos de desarrollo mediante la optimización de recursos y evitando el tener que rehacer un trabajo o incluso desecharlo. • Conseguir una calidad adecuada tan rápido como sea práctico. • Conseguir versiones funcionales (alfa, beta, y otras versiones de prueba) tan rápido como sea práctico. El hito en esta fase culmina con el desarrollo del sistema con calidad de producción y la preparación para la entrega al equipo de transición. Toda la funcionalidad debe haber sido implementada y las pruebas para el estado beta de la aplicación completadas. Si el proyecto no cumple con estos criterios de cierre, entonces la transición deberá posponerse una iteración. Para esta fase se realizarán al menos tres iteraciones.. Transición Tiene como objetivo general entregar el producto funcional en manos de los usuarios finales una vez realizadas las pruebas de aceptación por un grupo especial de usuarios, para lo que se requerirá desarrollar nuevas versiones actualizadas del producto, entrenar a los usuarios en el manejo del sistema, completar la documentación, y en general tareas relacionadas con la configuración, instalación y usabilidad del producto. Los objetivos específicos de esta fase son: • Garantizar que el usuario aprenda a operar y mantener el sistema. • Conseguir un producto final que cumpla los requerimientos esperados. El hito en la fase de transición corresponde a haber decidido si los objetivos se cumplieron y el comienzo de otro ciclo de desarrollo. El cliente debe haber revisado y aceptado los artefactos que le han sido entregado. Las iteraciones de esta fase irán dirigidas normalmente a conseguir una nueva versión. La complejidad de esta fase depende totalmente de la naturaleza del proyecto, de su alcance y de la organización en la que deba implantarse. En esta fase se utilizarán al menos dos iteraciones para el proyecto. En cada fase se persiguen objetivos, se finalizarán con un hito y se realizarán las iteraciones recomendadas o las que se consideren necesarias dependiendo de la magnitud y complejidad del proyecto. Roles Definidos en la Metodología Una de las razones principales de la adopción de esta metodología para el desarrollo del software consiste en la definición de las tareas que serán llevadas a cabo por los individuos que participan en el proyecto. Un rol define las responsabilidades de un individuo, o de un grupo de individuos trabajando juntos como un equipo. Este se encarga de la realización de tareas, las cuales generan artefactos. La metodología a utilizar propone ocho (8) roles básicos que deben tomarse en cuenta para la elaboración de software como son: 1) Analista de Calidad 2) Analista de Producto. 3) Arquitecto de Software. 4) Desarrollador. 5) Involucrado. 6) Líder del Proyecto. 7) Mentor. 8) Probador. La cantidad de roles a utilizar para el desarrollo de este proyecto de software será determinado con el inicio del proyecto. Disciplinas de la Metodología La metodología propuesta se organiza en disciplinas. Las disciplinas poseen flujos de trabajos en donde cada uno conlleva a actividades que a su vez están compuestos por un conjunto de tareas realizadas en un área determinada, las cuales tienen como objetivo producir artefactos. A su vez, en MeRinde existen actividades que se dividen en sub-actividades con el fin de facilitar la agrupación de tareas relacionadas. Las disciplinas que conforman esta metodología se dividirán en dos grupos. El primero comprende las disciplinas fundamentales asociadas con las áreas de ingeniería: 1) Modelado del Negocio. 2) Requerimientos. 3) Análisis y Diseño. 4) Implementación. 5) Pruebas. 6) Implantación. El segundo grupo lo integran las disciplinas llamadas de soporte o gestión: 1) Gestión de Configuración y Cambios. 2) Gestión del Proyecto. 3) Gestión del Ambiente. Esta es de forma sintetizada, la metodología a utilizar para el desarrollo del software de simulación propuesto.

BIBLIOGRAFÍA

AGA-API (1970). Gas -Liquid Flow In Pipelines. Design Manual. AGGOUR, M.A.; VIJAY, M.M. and SIMS, G.E. (1982). A Correlation of Mean Heat-Transfer Coefficients for Two-Phase, Two-Component Flow in Vertical Tube. The Seventh International Heat Transfer Conference, vol. 5, p. 367-372. AVILA, A. (2001). Programa de Computación Para Estimar Caídas de Presión en Líneas de Flujo de Producción Petrolera, Bajo Régimen Multifásico. II Congreso Regional de Investigación, Extensión y Postgrado, de la Región Nor-Oriental, El Tigre, Noviembre AVILA, A.; SEGURA, J. (1998). Modelos Matemáticos Para Procesos de Transferencia de Calor y Caídas de Presión en Bancos de Tubos de Calentadores de Crudo de Fuego Indirecto. Trabajo presentado en las Jornadas de Investigación, JIFI-98. Facultad de Ingeniería, UCV, Caracas, Noviembre. AVILA, A.; MARTÍNEZ, A. y SEGURA, J. (1998). Simulación Numérica de Procesos de Transferencia de Calor y Caídas de Presión en Bancos de Tubos de Calentadores de Crudo de Fuego Indirecto. T.E.G., Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, UCV, Caracas. API (1969). Calculation of Heater Tube Thickness in Petroleum Refineries (API RP 530, first edition). U.S.A. : American Petroleum Institute. ASTM (1984). Viscosity-Temperature Charts for Liquid Petroleum Products. U.S.A. : vol. 501, N° D341, p. 185-191. AZIZ, K. and GREGORY, G.A. (1981). Computer Design of Multiphase (Oil/Gas) and Single Phase Pipelines and Well Tubings. Canadian Petroleum and Natural Gas Seminar, Venezuela. BROWN, K. (1977). The Technology of Artificial Lift Methods (volumen 1). Tulsa, Ok, USA: Petroleum Publishing Co. BURDEN, R. y DOUGLAS F., J. (1985). Análisis Numérico. México: Grupo Editorial Iberoamérica. CARR, N.L.; KOBAYASHI, R. and BURROWS, D.B.(1954). Viscosity of Hidrocarbon Gases Under Pressure. Petroleum Transactions, AIME, vol. 201, p. 264-272. COLLIER, J.G. (1972). Convective Boiling and Condensation. p. 382-406, McGraw-Hill, London. CHIRINOS, M.L. y LAYRISSE, I. (1981). Estudio de Deshidratación y Desalación del Crudo Cerro Negro (Parte I). Reología de los Sistemas Crudo /Diluyente y Crudo/Diluyente/Agua. Departamento de Ingeniería General, Sección de Crudos Pesados, Unidad de Tratamiento de Crudo, Informe E.P.I.G. 6005-01. Venezuela : INTEVEP, S.A. CHIRINOS, M.L. y LAYRISSE, I. (1981). Reología del Sistema Crudo Jobo/Diluen-te (Gas-oil). Departamento de Ingeniería General, Sección de Crudos Pesados, Unidad de Tratamiento de Crudo, Informe E.P.I.G. 6005-04. Venezuela : INTEVEP, S.A. CHISHOLM, D. (1967). A Theoretical Basis For The Lockhart-Martinelli Correlation For Two-Phase Flow. Int. J. Heat Mass Transfer, v. 10, p. 1767-1778. DELHAYE, J.M.(1986). Técnicas de Medidas y Transporte de Flujo Multifásico. Charla técnica, Caracas - Venezuela: INTEVEP. DRUCKER, M.I.; DHIR, V.K. and DUFFEY, R.B. (1984). Two-Phase Heat Transfer for Flow in Tube and Over Rod Bundles With Blockages. Journal of Heat Transfer, Trans. ASME, vol. 106, p. 856-864. DUKLER, A.E.; SHOHAM, O. and TAITEL Y. (1982). Heat Transfer During Intermittent / Slug Flow in Horizontal Tubes. Ind. Eng. Chem. Fundam., vol. 21, N°3, p. 312-319. DUKLER, A.E.; WICKS, M. and CLEVELAND, R. G. (1964). Frictional Pressure Drop in Two-Phase Flow: A.- A Comparison of Existing Correlations For Pressure Loss and Holdup. AIChE Journal, vol. 10, No. 1, p. 38-43. DUKLER, A.E.; WICKS, M. and CLEVELAND, R. G. (1964). Frictional Pressure Drop in Two Phase Flow: B. An Approach Through Similarity Analysis. AIChE Journal, vol. 10, No. 1, p. 44-51. EATON, B.A.; Andrews D.E.; Knowles, Ch. R.; Silberberg, I.H. and Brown, K.E.(1966).The Prediction of Flow Patterns, Liquid Holdup and Pressure Losses Occuring During Continuous Two-Phase Flow In Horizontal Pipelines. Trans. AIME, p. 130-141. ELNECER, E.; GONZÁLEZ, J.; SILVA, R. y GONZÁLEZ, F. (1984). Programa Computarizado para Estimar Datos PVT. Informe Técnico. Venezuela: Lagoven S.A.. EXXON Research and Eng. Co. (1978). Design Practices (metric). p. 13, section 8-C. GARCÍA, F. 2004. Factor de Fricción para Flujo Bifásico de Gas y de Líquido en Tuberías Horizontales para Régimen Laminar y Turbulento. Tesis para optar al Título de Doctor en Ciencias de la Ingeniería. Facultad de Ingeniería. Universidad Central de Venezuela. Caracas GARCÍA, F., GARCÍA, R., PADRINO, J.C., MATA, C., TRALLERO, J., JOSEPH, D., 2003. Power law and composite power law friction factor correlations for laminar and turbulent gas-liquid flow in horizontal pipelines. Int. J. Multiphase Flow 29 (10), 1605-1624. GARCÍA, F., GARCÍA, R., JOSEPH, D., 2005. Composite power law holdup correlations in horizontal pipes. Int. J. Multiphase Flow 31 (12), 1276-1303. GARCÍA, F., GARCÍA, J.M., GARCÍA, R., JOSEPH, D., 2007. Friction factor improved correlations for laminar and turbulent gas-liquid flow in horizontal pipelines. Int J. Multiphase Flow 33, 1320-1336. GONZÁLEZ, A.R. (1984). Uso de Diluentes en las Operaciones de Producción y Transporte de Crudos Pesados. VII Jornadas Técnicas de Petróleo. Caracas-Venezuela : MENEVEN, S.A. GONZÁLEZ, R.y MATA, A. (1984).

Regresión Numérica de Parámetros PVT en Crudos del Cretáceo, Campo Urdaneta. Venezuela. HEIN, M. (1982). 3P Flow Analyzer. OGJ Report, Oil & Gas Journal, Aug. 9, p. 132-136. HORNE, R. A. (1969). Marine Chemistry. Edit. John Wiley & Sons, Inc. KALLAB, A. y CAMACHO, T. F. (1980). Comportamiento de la Viscosidad en Función de Temperatura y Composición para Mezclas de Crudos Extrapesados. Informe Técnico. Caracas-Venezuela : LAGOVEN, S.A.. KELL, G.S. (1972). Water and Aqueous Solutions (Structure, thermodynamics, and transport processes). Cap. 10. Burlington, Massachusset, U.S.A.: Edited by R.A. Horne, John Wiley & Sons, Inc. . KELLOG COMPANY. Saline Water Conversion (Engineering data book). Biblioteca Facultad de Ingeniería - UCV, cota: 628.167083, K29. KERN, D. (1981). Procesos de Transferencia de Calor (15a. edición). México : CECSA. KILHO, P. (1972). Water and Aqueous Solutions (Structure, thermodynamics, and transport processes). Cap. 6. Burlington, Massachusset, U.S.A.: Edited by R.A. Horne, John Wiley & Sons, Inc. . KUANG, J.F. (1965). Applied Nomography (vol. 1). Houston-USA: Gulf Publishing, Co. , p. 52-53. LAYRISSE, I.; CHIRINOS, M. L.; SLAVA, M.A. y MÉNDEZ, F. (1984). Deshidratación y Desalación de Crudos Pesados y Extrapesados Mediante Separadores Electrostáticos. VII Jornadas Técnicas de Petróleo . Caracas-Venezuela : INTEVEP, S.A. LEE, B.I. and KESLER, M.G. (1975). A Generalized Thermodynamic Correlation Based on Three-Parameter Corresponding State. AIChE Journal, vol. 21, N°3, p. 510-527. LOCKHART, R.W. and MARTINELLI, R.C. (1949). Proposed Correlation of Data for Isothermal Two-Phase, Two-Component Flow In Pipes. Chemical Eng. Progress, v. 45, N-1, p. 39-48. MANDHANE, J. M.; AZIZ, K. and GREGORY, G.A. (1974). A Flow Pattern Map for Gas-Liquid Flow in Horizontal Pipes. Intern. J. Multiphase Flow, 1, 537-553. MANDHANE, J. M.; AZIZ, K. and GREGORY, G.A. (1975). Critical Evaluation of Holdup Prediction Methods for Gas-Liquid Flow in Horizontal Pipes. Journal of Petroleum Technology, 1, p. 1017-1026. MANNUCI, J.E. y ROSALES, E.E. (1968). Correlación de Presión de Burbujeo y Factor Volumétrico del Petróleo para Crudos del Oriente de Venezuela. II Jornadas Técnicas de Petróleo. Venezuela: C.V.P.. MCADAMS, W.H. (1978). Transmisión de Calor (3a. edición). México : McGraw Hill Book, Co., Inc.. MICHIOYOSI, Y. (1978). Two-Phase Two-Component Heat Transfer. Sixth International Heat Transfer Conference, vol. 6, p. 219-233. MILLÁN, E.A. (1984). Correlaciones para Estimar el Comportamiento PVT de Crudos Pesados Venezolanos. VII Jornadas Técnicas de Petróleo. Venezuela: CORPOVEN. PARKER, J.D.; BOGGS, J.H. and BLICK, E.F. (1969). Introduction to Fluid Mechanics and Heat Transfer. U.S.A. : Addison- Wesley Publishing Company, Inc.. PASSUT, C.A. and DANNER, R.P. (1972). Correlation of Ideal Gas Enthalpy, Heat Capacity, and Entropy. Ind. Eng. Chem. Process Des. Develop, vol. 11, N°4, p. 543-546. PASSUT, C.A. and DANNER, R.P. (1973). Acentric Factor. A Valuable Correlating Parameter for the Properties of Hydrocarbon. Ind. Eng. Chem. Process Des. Develop, vol. 12, N°3, p. 365-368. PORTO, J.D. y CARDOZA, A. (1982). Comportamiento Reológico de Tres Muestras Provenientes de la Faja Petrolífera del Orinoco. Trabajo Especial de Grado. Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, U.C.V.. Caracas-Venezuela. REID, R. C. y SHERWOOD, T.K. (1968). Propiedades de los Gases y Líquidos (Su estimación y correlación). México : UTEHA, S.A.. ROCA, R. (1978). Introducción a la Mecánica de los Fluidos (1a. edición). México: Editorial Limusa, S.A.. ROJAS, G.; BARRIOS, T.; SCUDIERO, B. y RUÍZ, J. (1977). Comportamiento Reológico de Crudos Extrapesados de la Faja Petrolífera del Orinoco. Trabajo presentado en: Canada-Venezuela Oil Sands Symposium - 77, Alberta - Canada, UDO-MENEVEN-DELTAVEN. SANTIAGO, J.R.; GROSSO, J.L.; GONZÁLEZ, J. y LAYRISSE, I. (1984). Transporte de Crudos a Bajo Número de Reynolds. VII Jornadas Técnicas de Petróleo. Caracas-Venezuela : INTEVEP, S.A. SHAH, M. (1981). Generalized Prediction of Heat Transfer During Two-Component Gas-Liquid Flow In Tubes And Other Channels. American Institute of Chemical Engineers Symposium, Milwaukee, vol. 77, N°208, p. 140-151. SHERWOOD, T.K.; REID, R.C. and PRAUTZNITZ, J.M. (1977). The Properties of Gases and Liquids (third edition). U.S.A. : McGraw-Hill, Inc.. SIMSIC-ESSCOR (2009). PIPEPHASE 9.3 Keywords Manual. Invensys Systems, Inc., 26561 Rancho Parkway South, Lake Forest, CA 92630, USA. SMITH, R. V.(1983). Practical Natural Gas Engineering. Tulsa - Oklahoma, U.S.A.: Pennwell Publishing Company. TAITEL, Y. and DUKLER A.E. (1976). A Model for Predicting Flow Regime Transitions in Horizontal and Near Horizontal Gas-Liquid Flow. AIChE Journal, vol. 22, No. 1, 47-55. THINH, T.P.; DURAN, J.L.; RAMALHO, R.S. and KILIAGUINE, S. (1971). Equation Improved Cp* Predictions. Hydrocarbon Processing, vol. 50, p. 98-104. VAN WAZER, J. R. (1963). Viscosity and Flow Measurement, a Laboratory Handbook of Rheology. New York - U.S.A.: Interscience Publishers. VAZQUEZ, M. and DALE, H. (1980). Correlations for Fluid Physical Prediction. Journal of Petroleum Technology, p. 968-970.

BENEFICIADOS DIRECTOS MASCULINOS	6	BENEFICIADOS DIRECTOS FEMENINOS	2
BENEFICIADOS INDIRECTOS MASCULINOS	0	BENEFICIADOS INDIRECTOS FEMENINOS	0
DURACIÓN DEL PROYECTO	2 AÑOS		

ÁREA GEOGRÁFICA	
ESTADOS	DISTRITO CAPITAL ANZOÁTEGUI MONAGAS SUCRE
MUNICIPIOS	LIBERTADOR (ESTADO: DISTRITO CAPITAL) ANACO (ESTADO: ANZOÁTEGUI) MATURÍN (ESTADO: MONAGAS) BERMÚDEZ (ESTADO: SUCRE)
PARROQUIAS	SAN PEDRO (ESTADO: DISTRITO CAPITAL) CAPITAL ANACO (ESTADO: ANZOÁTEGUI) CAPITAL MATURIN (ESTADO: MONAGAS) SANTA CATALINA (ESTADO: SUCRE)
CENTROS POBLADOS	Caracas (Capital) (ESTADO: DISTRITO CAPITAL) Anaco(F) (Capital) (ESTADO: ANZOÁTEGUI) Morrocuya, La (ESTADO: MONAGAS) Carupano (F) (Capital) (ESTADO: SUCRE)

PLAN DE LA PATRIA
Segundo Plan Socialista de Desarrollo Económico y Social de la Nación, 2013-2019
OBJETIVOS HISTÓRICOS
Defender expandir y consolidar el bien más preciado que hemos reconquistado después de 200 años: la Independencia Nacional Convertir a Venezuela en un país potencia en lo social, lo económico y lo político dentro de la Gran Potencia Naciente de América Latina y el Caribe, que garanticen la conformación de una zona de paz en Nuestra América.
OBJETIVOS NACIONALES

Preservar y consolidar la soberanía sobre los recursos petroleros y demás recursos naturales estratégicos
Desarrollar nuestras capacidades científico-tecnológicas vinculadas a las necesidades del pueblo.
Consolidar el papel de Venezuela como Potencia Energética Mundial.

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

Promover y estimular la investigación científica y el desarrollo tecnológico, con el propósito de asegurar las operaciones medulares de la industria petrolera
Asegurar los medios para el control efectivo de las actividades conexas y estratégicas asociadas a la cadena industrial de explotación de los recursos hidrocarburíferos
Consolidar un estilo científico, tecnológico e innovador de carácter transformador, diverso, creativo y dinámico, garante de la independencia y la soberanía económica, contribuyendo así a la construcción del Modelo Productivo Socialista, el fortalecimiento de la Ética Socialista y la satisfacción efectiva de las necesidades del pueblo venezolano
Impulsar el desarrollo y uso de equipos electrónicos y aplicaciones informáticas en tecnologías libres y estándares abiertos
Desarrollar la Faja Petrolífera del Orinoco, para alcanzar, mediante las reservas probadas, ya certificadas, una capacidad de producción total de 4 MMBD para el 2019, en concordancia con los objetivos estratégicos de producción de crudo, bajo una política ambientalmente responsable
Fortalecer y profundizar la soberanía tecnológica del sector hidrocarburos

OBJETIVOS GENERALES

Fortalecer las acciones emprendidas para el control efectivo de las actividades conexas estratégicas de la industria petrolera
Desarrollar una actividad científica, tecnológica y de innovación, transdisciplinaria asociada directamente a la estructura productiva nacional, que permita dar respuesta a problemas concretos del sector, fomentando el desarrollo de procesos de escalamiento industrial orientados al aprovechamiento de las potencialidades, con efectiva transferencia de conocimientos para la soberanía tecnológica
Fortalecer y orientar la actividad científica, tecnológica y de innovación hacia el aprovechamiento efectivo de las potencialidades y capacidades nacionales para el desarrollo sustentable y la satisfacción de las necesidades sociales, orientando la investigación hacia áreas estratégicas definidas como prioritarias para la solución de los problemas sociales
Crear espacios de innovación asociadas a unidades socioproductivas en comunidades organizadas, aprovechando para ello el establecimiento de redes nacionales y regionales de cooperación científico—tecnológica, a fin de fortalecer las capacidades del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
Transformar la praxis científica a través de la interacción entre las diversas formas de conocimiento, abriendo los espacios tradicionales de producción del mismo para la generación de saberes colectivizados y nuevos cuadros científicos integrales
Garantizar el impulso de la formación y transferencia de conocimiento que permita el desarrollo de equipos electrónicos y aplicaciones informáticas en tecnologías libres y estándares abiertos
Desarrollar una política integral que impulse la creación de centros tecnológicos en centros educativos, universitarios, técnicos, medios que garanticen procesos formativos integrales y continuos en materia de equipos electrónicos y aplicaciones informáticas en tecnologías libres y estándares abiertos
Eleva la producción, en las áreas de la Faja Petrolífera del Orinoco actualmente desarrolladas por PDVSA y las Empresa Mixtas a 1.910 MBD al 2019, aplicando tecnologías que incrementen el factor de recobro.
Impulsar la formación técnica y político-ideológica, así como la investigación y los encuentros de socialización, para la industrialización de los hidrocarburos, a través del establecimiento de instituciones educativas, científicas y tecnológicas, que contribuyan en el desarrollo de los sectores de transformación aguas abajo.

RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS DEL PLAN DE LA PATRIA

Con el desarrollo de este proyecto se obtendrá una herramienta de cálculo de ingeniería precisa, rápida y confiable, para el diseño y selección de equipos. Esto contribuirá a asegurar el desarrollo de la producción y la productividad en la Faja Petrolífera del Orinoco, garantizando a su vez las operaciones medulares de la industria petrolera. Otro de los aspectos contemplado por este proyecto, es la estructuración de un equipo de desarrollo y trabajo, integrado por profesionales de diversas ramas de la ingeniería, de alta calificación y de experiencia comprobable en las áreas petrolera e informática. La integración del equipo de trabajo en cuestión, promoverá y facilitará el inicio de un proceso de desarrollo de software especializados requeridos por la industria petrolera nacional, a partir del incalculable patrimonio de conocimientos y experiencias acumulado en Venezuela a lo largo de más de 100 años de producción petrolera. Una de las finalidades de este proyecto, es dar el salto cuantico hacia una patria libre y soberana tecnológicamente, cuyo desarrollo petrolero no este determinado por tecnologías y conocimientos, de pertinencia cuestionable, desarrollados en otras latitudes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS - ACTIVIDADES

Objetivo Específico N° 1 - Estudiar las funcionalidades de los simuladores comerciales utilizados por la industria petrolera nacional, su aplicabilidad a los crudos de la Faja Petrolífera del Orinoco, las prestaciones que ofrecen, y sus limitaciones de uso.
Identificar los principales simuladores para flujo multifásico, utilizados por la industria petrolera nacional.
Duración: 1 mes(es), Inicia el mes: 1
Realizar entrevistas a los usuarios de los simuladores identificados en la actividad anterior.
Duración: 2 mes(es), Inicia el mes: 2
Analizar, conjuntamente con los potenciales usuarios del nuevo sistema, los métodos de cálculos generados por Avila y colaboradores, y las correlaciones publicadas por García y colaboradores.
Duración: 1 mes(es), Inicia el mes: 3
Establecer conjuntamente con los potenciales usuarios del simulador, las prestaciones y funcionalidades del sistema a desarrollar.
Duración: 1 mes(es), Inicia el mes: 3
Establecer el ámbito del proyecto y sus límites.
Duración: 1 mes(es), Inicia el mes: 4
Proponer una posible arquitectura para la plataforma tecnológica
Duración: 1 mes(es), Inicia el mes: 4
Establecer los primeros escenarios del sistema.
Duración: 1 mes(es), Inicia el mes: 4
Establecer inicialmente los recursos de software y hardware destinados al proyecto
Duración: 1 mes(es), Inicia el mes: 4
Elaborar el documento con los Términos de Referencias (TDR).
Duración: 1 mes(es), Inicia el mes: 5

Objetivo Específico N° 2 - Definir la arquitectura, los requerimientos funcionales y los componentes del sistema a desarrollar.

Definir la Arquitectura del Software (Modelo de dominio)

Duración: 1 mes(es), Inicia el mes: 6

Elaborar la versión inicial del Documento de Arquitectura del Software (DAS).

Duración: 1 mes(es), Inicia el mes: 6

Definir los requerimientos funcionales.

Duración: 2 mes(es), Inicia el mes: 6

Elaborar la primera versión del documento de Especificaciones de Requisitos de Software (ERS).

Duración: 2 mes(es), Inicia el mes: 7

Validar la Arquitectura del Software propuesta.

Duración: 1 mes(es), Inicia el mes: 8

Formular el plan para la construcción y sus iteraciones

Duración: 2 mes(es), Inicia el mes: 8

Presentar las primeras versiones del sistema (tantas como sean necesarias).

Duración: 7 mes(es), Inicia el mes: 9

Elaborar el documento de Visión del Sistema.

Duración: 1 mes(es), Inicia el mes: 15

Actualizar la documentación (tantas veces como sean necesarias)

Duración: 1 mes(es), Inicia el mes: 15

Objetivo Específico N° 3 - Generar las soluciones a los requerimientos funcionales y producir los componentes que conforman el sistema propuesto, para versiones (Alfa, Beta) de prueba del producto

Presentar una versión alfa del sistema

Duración: 4 mes(es), Inicia el mes: 16

Actualizar las versiones de documentación en función a las correcciones del sistema.

Duración: 2 mes(es), Inicia el mes: 19

Establecer los riesgos y sus planes de mitigación

Duración: 1 mes(es), Inicia el mes: 20

Presentar la versión beta del sistema

Duración: 2 mes(es), Inicia el mes: 20

Actualizar la documentación

Duración: 1 mes(es), Inicia el mes: 21

Realizar las pruebas de calidad

Duración: 2 mes(es), Inicia el mes: 20

Presentar el documento de métricas de calidad.

Duración: 1 mes(es), Inicia el mes: 21

Objetivo Específico N° 4 - Realizar pruebas comparativas de desempeño funcional del sistema y validar los resultados, utilizando como referencias los simuladores comerciales empleados por la industria petrolera nacional

Presentar el sistema al grupo de usuarios

Duración: 2 mes(es), Inicia el mes: 22

Realizar pruebas al sistema con el grupo de usuarios

Duración: 2 mes(es), Inicia el mes: 22

Analizar los resultados

Duración: 1 mes(es), Inicia el mes: 23

Comparar los resultados obtenidos por el sistema con los resultados obtenidos por los simuladores que utiliza la industria petrolera

Duración: 1 mes(es), Inicia el mes: 23

Elaborar informe final de las pruebas del sistema y del proceso de validación de resultados

Duración: 1 mes(es), Inicia el mes: 23

Objetivo Específico N° 5 - Liberar el producto final y entrenar a los usuarios finales en el manejo del sistema, garantizando así la operatividad del mismo y el cumplimiento de los requerimientos establecidos.

Se realiza la alfabetización Tecnológica a los usuarios del sistema.

Duración: 1 mes(es), Inicia el mes: 24

Entrega de la versión final del sistema

Duración: 1 mes(es), Inicia el mes: 24

Entrega de la versión final de la documentación

Duración: 1 mes(es), Inicia el mes: 24

DATOS DE PARTICIPANTES

IDENTIFICACIÓN - GÉNERO - GRADO DE INSTRUCCIÓN - FUNCIÓN DENTRO DEL PROYECTO

V-19908338 Carlos Villarroel - MASCULINO - LICENCIADO O EQUIVALENTE - Ingeniero de Software

V-4887462 Julio Segura - MASCULINO - MAGISTER - Asesor de Transferencia de Calor

V-4165666 Rodolfo Berrios - MASCULINO - MAGISTER - Asesor de Mecánica de los Fluidos

V-4497851 Avigail Avila - MASCULINO - LICENCIADO O EQUIVALENTE - Lider-Promotor del proyecto y Asesor de Flujo Multifásico

V-17407500 Juan Avila - MASCULINO - LICENCIADO O EQUIVALENTE - Ingeniero de Software

V-13053555 Luisana Parejo - FEMENINO - LICENCIADO O EQUIVALENTE - Asesora de Ingeniería de Software

V-4299763 Manuel Martinez - MASCULINO - DOCTORADO - Asesor de Métodos Numericos

V-8300539 Lisandra Romero - FEMENINO - TÉCNICO SUPERIOR UNIVERSITARIO - Administradora del proyecto

NORMA DEL CÓDIGO DE BIOÉTICA	SELECCIÓN
Aplicación de los principios de beneficencia, no maleficencia, justicia, autonomía, precaución y responsabilidad y respeto por los derechos humanos.	SI
Evaluación del comité o comisión de ética / bioética local.	NO APLICA
Planes de uso de los resultados de la investigación.	NO APLICA
Procedimientos para el manejo de las muestras biológicas, y el material potencialmente contaminado, así como destino final de las mismas.	NO APLICA
Indicación de la atención médica que será proporcionada a los participantes de la investigación, durante y después de la misma si trabaja con humanos.	NO APLICA
Mecanismos de protección de la privacidad de los sujetos de estudio y la confidencialidad de los resultados de los estudios si trabaja con humanos.	NO APLICA
Modelo del documento para la obtención del Consentimiento Informado colectivo y/o individual, según sea el caso, y descripción de los procedimientos para obtener dicho consentimiento. Es aplicable si la investigación se realiza en personas o comunidades, si involucra muestras biológicas de donantes humanos o datos provenientes de archivos de resultados de laboratorio o historias clínicas de humanos.	SI
Modelo del documento para la obtención del Consentimiento Informado y descripción de los procedimientos para obtener dicho consentimiento, previo a las investigaciones realizadas en hábitat y tierras de los pueblos y comunidades indígenas.	NO APLICA
Procedimientos para garantizar la confidencialidad de los datos provenientes de humanos.	NO APLICA
Consideración del impacto de la investigación sobre las comunidades humanas involucradas en la investigación, o cualquier otra que pueda ser directa o indirectamente afectada.	NO APLICA
Descripción de los procedimientos para asegurar el acceso de las personas y comunidades participantes o involucradas a los resultados de investigación.	SI
Previsión de consultas e informes a la comunidad durante el curso de la investigación.	NO APLICA
Consideración del impacto y medidas necesarias para prevenir y evitar daños potenciales de la investigación sobre la diversidad biológica y sus componentes tales como poblaciones y ecosistemas potencialmente afectados, así como la salud humana.	NO APLICA
Método para el sacrificio de los animales.	NO APLICA
Procedimientos a aplicar a los animales del estudio, incluyendo su origen y obtención, y el destino y tratamiento del animal una vez terminada la investigación.	NO APLICA
Procedimientos a seguir con animales obtenidos en su hábitat antes, durante y al final de la investigación (captura, destino final, procedimiento de liberación).	NO APLICA

DATOS GENERALES DE RUBROS	
RUBRO	MONTO
INCENTIVO A LA GENERACIÓN DE RELEVO	6.680.511,00 Bs.
MATERIALES Y SUMINISTROS	276.600,00 Bs.
SERVICIOS	5.550.000,00 Bs.
VIÁTICOS DENTRO DEL PAÍS	764.640,00 Bs.
IMPREVISTOS	1.065.000,00 Bs.
MOVILIZACIÓN DENTRO DEL PAÍS	500.998,00 Bs.