

Retos Econova #SosTECnibilidad®

Brief de conceptualización de retos de innovación abierta

Reto #2:

¿Cómo capturar los sólidos en suspensión y precipitados en el fluido de los ductos de transporte de agua industrial a alta presión, para ser extraídos en las trampas ubicadas al final de los ductos, disminuyendo el arrastre de sólidos y la acumulación de sedimentos?

➤ Vicepresidencia de Exploración, Desarrollo y Producción



Apoya:



CONNECT

OLIVIA

Organizan:



ParqueSoft®
Meta y Amazonioquia



ECONOVA

RETO #2	¿Cómo capturar los sólidos en suspensión y precipitados en el fluido de los ductos de transporte de agua industrial a alta presión, para ser extraídos en las trampas ubicadas al final de los ductos, disminuyendo el arrastre de sólidos y la acumulación de sedimentos?	Tipo	Táctico
		Segmento	Corporativo / Upstream / Downstream / Midstream / Industria / Bajas Emisiones
		Estado	En construcción / En validación / Aprobado para convocatoria / Lanzado
		Fecha de aprobación GNN	26/08/2025

DATOS BÁSICOS DEL RETO

Descripción corta del reto	<p>Se requieren propuestas de tecnologías con un nivel de maduración suficiente (TLR\geq 4), que permita implementar un prototipo con capacidades de trabajar efectivamente en velocidades de agua de inyección entre 1 a 10 ft/s (pies por segundo) y a temperaturas entre 50 y 85°C (grados Celsius) en ambiente relevante de operación de la Regional Orinoquia. La solución debe realizar la captura y extracción de los sólidos, precipitados y sedimentos en los ductos sin necesidad de parar los sistemas de flujo, garantizando una eficiencia de >20% en la reducción de los sólidos totales en líneas aguas de inyección. Se espera que la captura de los sólidos no requiera de implementación de limpieza mecánica (pigging) pues este tipo de solución no se puede aplicar a los ductos en que se probaría la tecnología.</p> <p>Se esperan soluciones robustas y con un alto potencial de escalado industrial, que fortalezcan las alternativas para el mejoramiento de la calidad del agua en ECOPETROL bajo los principios de SosTECnibilidad y Economía circular. Las soluciones deberán disminuir la frecuencia y costos de mantenimiento de filtros y se deberá gestionar la disposición de los residuos extraídos resultantes de las pruebas.</p> <p>Por último, se espera un modelo negocio y un análisis de escalabilidad tecnológica.</p>
-----------------------------------	---

Filiales y/o Aliados estratégicos

N/A

Fuente de financiación	Cartera de Innovación - Operación tercerizada con ParqueSoft Convenio Especifico de Ciencia y Tecnología No.3054627	Valor total	Máximo \$240'533.333 millones de pesos colombianos (COP) como incentivo a entregar al innovador, para efectos de la ejecución del piloto en campo.
-------------------------------	--	--------------------	--

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Población Afectada	Departamento Regional de ingeniería de Orinoquia, específicamente el personal enfocado en procesos operativos Upstream del Grupo Ecopetrol, que usan sistemas de recobro mejorado vía inyección de agua.	Línea Base	Línea Base. Contenido de sólidos totales actuales en línea de agua de inyección.
---------------------------	--	-------------------	--

Actualmente en los campos de Orinoquia se presenta una disminución en la capacidad de la infraestructura instalada que conlleva una reducción en la eficiencia operativa. Esto es ocasionado por los sólidos presentes en el proceso de inyección de agua. Estos sólidos son derivados de desviaciones operacionales en el tratamiento del agua o de un deterioro natural de los equipos en superficie (por ejemplo, corrosión o erosión).

Estos sólidos en el agua reducen los diámetros de la tubería, disminuyendo su flujo y generando una segunda fase "componente sólido" (cuando debería ser solo agua) provocando las siguientes consecuencias:

- Integridad de los activos: existe alta susceptibilidad a corrosión bajo depósito y a corrosión microbiana. También se ven afectados los activos por erosión y corrosión debido a la presencia de sólidos y arenas debido a la calidad del agua de inyección.
- Taponamientos en la cara de formación de los pozos por obstrucción de los sólidos en el yacimiento.
- Restricciones en el desplazamiento, ocasionando aumentos de presión generando desviaciones sobre las producciones esperadas.

Los sólidos que más se detectan son:

- Arenas
- Óxidos de hierro
- Productos orgánicos.

Estas consecuencias desencadenan una reducción de la vida útil de los activos, desviaciones en las proyecciones esperadas en producción y aumentan los riesgos en posibles impactos ambientales.

Antecedentes	<p>Las acciones que se han utilizado hasta el momento están enfocadas en mitigar algunas de las consecuencias. Sin embargo, no se han enfocado esfuerzos principales hacia la extracción de los sólidos y sedimentos presentes o acumulados a lo largo de las líneas de inyección de agua.</p> <p>Algunas de estas acciones han sido:</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementación de tuberías fabricadas con materiales poliméricos y/o tuberías con recubrimientos internos para prevenir la corrosión. <p>Aunque, la restricción del diámetro de tuberías y el arrastre de sólidos hacia la cara del yacimiento sigue vigente, continua la existencia de los sólidos en los ductos.</p> <p>Debido a las tuberías poliméricas y las tuberías con recubrimientos, <u>no</u> es aplicable la opción de limpieza mecánica (pigging) de los ductos. Además, debido a su configuración, No es posible utilizar dispositivos convencionales de limpieza, por la presencia desde el diseño de la línea como: derivaciones sin barraje, instalación de válvulas que no son full bore, cambios de diámetro, accesorios con radios cortos, entre otros.</p>
---------------------	---

ALCANCE			
Objetivo General	Generar valor a través del mejoramiento de la calidad del agua de inyección, promoviendo el incremento de la capacidad y vida de los activos.	Indicador	Indicadores: Línea Base. Contenido de sólidos totales actuales en línea. Meta: Línea Base. >20% de eficiencia en la reducción de los sólidos totales frente al contenido previo a la limpieza.
Objetivos Específicos	E1. Disminuir la acumulación de sedimentos en las líneas de inyección de agua para recobro sin frenar la operación del sistema.	Indicador y meta E1	Indicador: Contenido de sólidos totales actuales en línea. Meta: >20% de eficiencia en la reducción de los sólidos totales frente al contenido previo a la limpieza.
	E2. Disminuir la frecuencia de mantenimiento de los filtros.	Indicador y meta E2	Indicador: Frecuencia de intervención actual. Meta: Disminuir la frecuencia de intervención.
	E3. Disminuir los costos de mantenimientos derivados de la frecuencia de intervención para mantenimiento de los filtros	Indicador y meta E3	Indicador: Costos de intervención actual. Meta: Disminuir los costos de intervención actual.
	E4. Proyectar la tecnología hacia la escalabilidad por medio de una propuesta diferenciada	Indicador y meta E4	Indicador: Antecedentes de soluciones implementadas y/o escaladas Meta: Análisis de escalabilidad tecnológica
Público objetivo	Departamento Regional de ingeniería de Orinoquía, específicamente el personal enfocado en procesos operativos Upstream del Grupo Ecopetrol, que usan sistemas de recobro mejorado vía inyección de agua.	Localización	En el departamento del Meta, específicamente en: Campos de Chichimene y/o Castilla (se seleccionará el lugar idóneo con base en la solución presentada)
Partes Interesadas	<p>Parte interesada 1: Empresas del sector de hidrocarburos. Alcance: Nacional. Posición: Competidor. Expectativas: Mejora del proceso de recobro por inyección de agua. Contribución: Cliente futuro de la tecnología.</p> <p>Parte Interesada 2: Empresas de tratamiento químico. Alcance: Nacional. Posición: Usuario/beneficiario. Expectativas: Disminución de costos de tratamiento. Contribución: Fortalecer los productos ofrecidos por estas empresas.</p> <p>Parte interesada 1: Empresas del grupo Ecopetrol. Alcance: Nacional. Posición: Usuario/beneficiario. Expectativas: Mejora de proceso de recobro por inyección de agua. Contribución: Cliente futuro de la tecnología.</p>		

PDS - Product Design Specifications

La tecnología debe ser de TRL 4 o superior.

Para la selección de la tecnología se debe considerar un impacto ambiental mínimo ante posibles derrames o liberaciones accidentales en el medio ambiente.

El piloto debe maximizar la eficiencia energética requerida para su funcionamiento. Asimismo, se considerará en los criterios de evaluación sé que la energía utilizada por la tecnología propuesta sea cubierta a partir de fuentes renovables.

Los diseños de los pilotos deben contemplar el potencial de escalabilidad de la tecnología, asegurando que los costos Capex/Opex sean competitivos en comparación con tecnologías de referencia en el mercado.

La infraestructura disponible para el piloto debe permitir la adecuada experimentación, asegurando que el sistema de pruebas cuente con una línea de agua dedicada a la validación de la tecnología.

Es importante que el solucionador contemple generar un plan de acción hacia condiciones controladas similares a escenarios reales, como pruebas en sistemas aislados, en dado caso exista una restricción operativa.

Ecopetrol debe garantizar la disponibilidad de un análisis fisicoquímico del agua actualizado antes de la ejecución del piloto.

Se debe evaluar la eficiencia del tratamiento propuesto en comparación con los procesos químicos tradicionales, demostrando posibles ahorros en costos operativos.

Las tecnologías propuestas a solucionar el reto deben poder garantizar:

- Capturar y extraer los sólidos, precipitados y sedimentos sin necesidad de parar los sistemas de flujo, permitiendo un flujo normal de la operación.
- Gestionar la disposición de los residuos en la extracción de sólidos con un (1) Plan de disposición de residuos, garantizando circularidad.
- Proveer validación de la tecnología al menos a escala de laboratorio para demostrar la efectividad de la tecnología en condiciones reales/similares antes de poder realizar pruebas en campo. *(Numeral 6.6. Acreditación de Experiencia en desarrollo de soluciones de base tecnológica de los Términos y Condiciones y (Anexo 4)*
- Proponer la capacidad de atrapamiento, por ejemplo: unidad de peso de solidos atrapados por unidad de peso/volumen de sustancia aplicada, u otros equivalentes.
- Se espera que la captura de los sólidos no requiera la implementación de limpieza mecánica (pigging) pues este tipo de solución no se puede aplicar a los ductos en que se realizaría el piloto.
- Ser una solución amigable con el medio ambiente (por ejemplo, una tecnología biodegradable en el tiempo; Que no genere afectaciones a largo plazo al agua utilizada, a las comunidades y/o al medio ambiente)
- No generar impactos en la infraestructura de los activos tales como aumento de la corrosión u otros.
- Funcionar efectivamente en temperaturas de agua entre 50 y 85°C (grados Celsius).
- Funcionar en velocidades de agua entre 1 a 10 ft/s (pies por segundo) sin afectar su efectividad.
- Ser capaz de adaptarse a diferentes diámetros de tubería, desde 4 hasta 16 pulgadas.
- Soportar una presión de 150 psi (libras por pulgada cuadrada) sin que se genere pérdida de efectividad de la solución.
- No representar una afectación a la salud de las personas. No ser tóxico.

Opcionales:

- Aunque, se esperan soluciones de tipo **digital**, no es excluyente a la presentación de otro tipo de tecnologías.
- Que la tecnología sea extensiva a capturar y extraer los sólidos presentes en otros fluidos como Aceites, hidrocarburos, entre otros, presentes en los ductos del Upstream.
- Es deseable que la tecnología sea una sustancia química tipo gel y/o semisólida y/o coloidal.

Requerimientos HSE para proponentes.

Para postularse a la convocatoria y participar en el proceso de selección, los proponentes y sus aliados deben acreditar que cuentan con un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, conforme a la legislación colombiana. Esto debe demostrarse mediante una certificación de su ARL expedida en el último año. Esta exigencia aplica únicamente a empresas con operación en Colombia.

ParqueSoft se reserva el derecho de verificar la información presentada.

Requisitos habilitantes para el desarrollo de la fase de implementación y experimentación de los pilotos en las operaciones de Ecopetrol S.A.

Además de los anteriores requisitos descritos, los requisitos que serán descritos a continuación, solo los deberá presentar y cumplir el proponente seleccionado para desarrollar la fase de experimentación de los pilotos.

Requisitos HSE para proponentes seleccionados (Anexo 5)

Para la ejecución de la fase de implementación y experimentación de pilotos (*Numeral 8.3 de los Términos y Condiciones*) en instalaciones donde Ecopetrol S.A. tenga el control operacional, se deberán seguir las siguientes consideraciones:

a). Si la operación del piloto NO implica ejecución de tareas críticas en materia de HSE

El proponente deberá leer, seguir y cumplir con el Anexo 5: Requisitos en HSE Control 2, descrito por Ecopetrol S.A

Para la suscripción del Acta de Inicio del contrato/convenio de experimentación con ParqueSoft, el proponente deberá entregar:

- Plan HSE acorde con las actividades del contrato o convenio, que garantice:
 - Cumplimiento legal en HSE.
 - Identificación de riesgos y controles.
 - Matriz de identificación de peligros.
 - Evaluación y valoración de riesgos.
 - Promoción, prevención y control de la salud de los trabajadores vinculados al contrato/convenio.
 - Matriz de identificación de aspectos ambientales y evaluación de impactos.
 - Gestión integral de emergencias.
 - Otros requisitos descritos en el Anexo 5: Requisitos en HSE Control 2.

- Certificado de ejecución de los exámenes ocupacionales de ingreso y de aptitud de los trabajadores a cargo.
- Certificación de cumplimiento de las fases I y II del curso de fomento del trabajo, seguro, limpio y saludable de Ecopetrol S.A o el documento que lo modifique o derogue; así como de competencia para las especialidades que así lo requieran expedidas por instituciones avaladas nacional o internacionalmente, de conformidad con la legislación colombiana.
- Permisos o licencias ambientales requeridas para ejecutar el piloto.
- La constancia de la clasificación del Nivel de Riesgo de la Empresa o Centro de Trabajo de acuerdo con el contrato/convenio a ejecutar (Certificación de la ARL, de acuerdo con el artículo 2 del Decreto 1607 de 2002) descrita en el *Numeral 6.8 de los Términos y Condiciones*.

b). Si la operación del piloto incluye la ejecución de una o más de las siguientes actividades, consideradas como tareas críticas en materia de HSE:

- Trabajo en alturas
- Espacios confinados
- Excavaciones
- Levantamiento mecánico de personas y/o cargas
- Trabajos en cuerpos de agua
- Ingreso o intervención en sistemas eléctricos de baja, media o alta tensión
- Actividades intrusivas que interfieran en un proceso operativo y puedan generar pérdida de contención de una sustancia.

El proponente deberá, además de cumplir con lo anteriormente mencionados, presentar las siguientes certificaciones:

- RUC, con una calificación de mínimo 80%, expedido por el Consejo Colombiano de Seguridad, ó b. Certificación ISO 45001 expedida por una entidad certificadora; ó c. Certificación bajo otros estándares reconocidos por la industria petrolera, Código IGS/ISM Code ó Norsok S-006, o STOW, expedida por una entidad certificadora
- Leer, seguir y acatar las recomendaciones descritas en el Anexo 6: Requisitos HSE Control 1, establecidas por Ecopetrol S.A

Requerimientos

	<p>c) Si la operación del piloto NO implica su ejecución dentro de las áreas de operación de Ecopetrol S.A, el proponente deberá realizar:</p> <p>Cumplimiento de Ley: El Proponente es el único responsable ante Ecopetrol S.A y ante las autoridades internacionales, nacionales y locales por el cumplimiento de los requisitos y obligaciones en HSE que adquiere con ocasión de esta convocatoria, las cuales serán extendidas a sus contratistas y proveedores.</p> <p>Requerimientos y riesgos en Ciberseguridad</p> <p>Las soluciones tecnológicas derivadas de los retos de innovación abierta deben contemplar medidas integrales para garantizar su funcionamiento seguro, eficiente y acorde con los lineamientos corporativos de Ecopetrol S.A. Esto implica asegurar la protección de la información, garantizar que los datos generados sean consistentes, trazables y útiles para la toma de decisiones, y entregar una arquitectura técnica robusta, clara y bien definida que permita su integración con la infraestructura de red segmentada provista por Ecopetrol S.A.</p> <p>En el marco de esta convocatoria y <u>únicamente para efectos de postulación</u>, el proponente deberá:</p> <p>Leer, cumplir y diligenciar el formato <i>Anexo 6: Riesgos, Consideraciones y requisitos en Ciberseguridad</i>, con el fin de clasificar el grado de vulnerabilidad de la solución en temas de ciberseguridad.</p> <p>En caso de resultar seleccionado y <u>para efectos únicos de ejecución del piloto</u> y fase de experimentación:</p> <p>El proponente deberá incorporar en el desarrollo de sus propuestas los requisitos técnicos descritos en el <i>Numeral 2. Concepto de arquitectura propuesto del Anexo 8: Concepto Arquitectura Digital. Ciberseguridad: Requerimientos retos innovación abierta</i> y; según aplique, los aspectos técnicos correspondientes del <i>Numeral 4.1.</i> del mismo documento.</p>
Restricciones	<p>Para poder operar correctamente la solución debe contemplar las siguientes restricciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La solución no deber ser una sustancia tóxica para la salud de los operadores. • Ser químicamente inerte y/o no reactiva, sin generar interferencias con el proceso de operación • La implementación de la solución no debe interrumpir la operación continua. (Según el tipo de tecnología, se puede contemplar que, para efectos de implantación y cierre del piloto se puedan hacer dos únicas paradas.)
Impacto esperado	<p>Se espera la generación de una solución tecnológica probada en un entorno relevante (TLR≥4) para disminuir la acumulación de sólidos y/o sedimentos en las líneas de inyección de agua para recobro. Este prototipo deberá contribuir a la disminución de taponamiento de pozos, y a la reducción de la frecuencia y costos de mantenimiento de los filtros. La propuesta tecnológica deberá fortalecer las capacidades actuales de Ecopetrol en la eficiencia operacional y el mejoramiento de la calidad del agua.</p>
Palancas de valor	<p><i>Eficiencia Operativa:</i> Reducción de costos mediante la mitigación de mantenimientos en los filtros y disminución de diferidas.</p> <p><i>Eficiencia Energética:</i> Reducción de costos debido a la disminución en el consumo energético evitado en el taponamiento en la cara de formación.</p> <p><i>Mejora en la integridad de los activos:</i> Reducción de costos por la disminución del desgaste de materiales causado por corrosión y erosión, lo que prolonga la vida útil de las tuberías y evita su reemplazo anticipado.</p>