



Al contestar cite Radicado 20232110171223 Id: 1417924  
Folios: 28 Fecha: 2023-04-05 10:34:46  
Anexos: 1 ARCHIVOS INFORMÁTICOS (PDF, WORD, EXCEL, PPT, ZIP)  
Remitente: VICEPRESIDENCIA TECNICA  
Destinatario: OFICINA ASESORA JURIDICA

**PARA:** **JOHANNA MILENA ARAGON SANDOVAL**  
Jefe Oficina Asesora Jurídica (e)

**DE:** **CARLOS ALBERTO REY GONZALEZ**  
Vicepresidente Técnico (e)

**ASUNTO:** Solicitud de publicación del sondeo de mercado del proyecto denominado: **Caracterización y Análisis integral para un posible desarrollo de almacenamientos subterráneos de CO2 en estructuras geológicas asociadas a acuíferos salinos y yacimientos depletados O&G en áreas libres para la disposición final y/o utilización de CO2 en recobro mejorado – EOR.**

Cordial saludo,

Nos encontramos en el proceso para contratar el servicio de consultoría correspondiente a: Caracterización y Análisis integral para un posible desarrollo de almacenamientos subterráneos de CO2 en estructuras geológicas asociadas a acuíferos salinos y yacimientos depletados O&G en áreas libres para la disposición final y/o utilización de CO2 en recobro mejorado – EOR.

Por lo tanto, se solicita la publicación del Sondeo de Mercado en la plataforma de SECOP II. Agradecemos la agilidad en la presentación de éste, ya que la fecha máxima de respuesta de dicho sondeo será hasta el próximo 20 de abril de 2023.

Cordialmente,

**Carlos Alberto Rey González**  
**Vicepresidente Técnico (E)**  
**Agencia Nacional de Hidrocarburos**

Anexos: Planilla Excel de cotización  
Copias: Correo de envío sondeo y recepción de cotizaciones: [estudios.mercado@anh.gov.co](mailto:estudios.mercado@anh.gov.co);  
Martha Lucia Torres Giraldo – Jefe oficina tecnologías de la información - [martha.torres@anh.gov.co](mailto:martha.torres@anh.gov.co)  
Antonio Camargo Barrero – Apoyo en publicación del sondeo en Web ANH - [antonio.camargo@contratistas.anh.gov.co](mailto:antonio.camargo@contratistas.anh.gov.co)

Aprobó: Carlos Alberto Rey Gonzales – Vicepresidente Técnico  
Revisó: Sait Khurama Velasquez – Gerente de Gestión del Conocimiento  
Proyectó: Hugo Hernán Buitrago Garzón – Gestor T1 Grado 17/ Componente Técnico

## SONDEO DE MERCADO

La ANH está adelantando el presente sondeo de mercado, con el fin de realizar el análisis económico y financiero que soportarán la determinación del presupuesto oficial de un posible proceso de selección contractual, si su empresa se encuentra interesada en participar le agradecemos remitir la información solicitada, bajo los parámetros establecidos a continuación.

NOTA: La Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH, aclara que ni el envío de esta comunicación ni la respuesta a la misma generan compromiso u obligación de contratar, habida cuenta que no se está formulando invitación para participar en un concurso o proceso selectivo, sino, se reitera, se está realizando un sondeo de mercado del que eventualmente se puede derivar un proceso de selección para la elaboración de un contrato que permita ejecutar el proyecto

NUMERO DE PROCESO DE COTIZACION:	
DESCRIPCIÓN DE LA NECESIDAD:	<p>Dentro de las funciones asignadas a la Agencia Nacional de Hidrocarburos-ANH por la legislación colombiana, se contempla la estructuración los estudios e investigaciones en las áreas de geología y geofísica para generar nuevo conocimiento en las cuencas sedimentarias de Colombia con miras a planear y optimizar el aprovechamiento del recurso hidrocarburífero y generar interés exploratorio y de inversión.</p> <p>En el marco de esas competencias, la entidad tiene previsto dentro de su objetivo impulsar acciones y estudios de investigaciones técnicas en rocas sedimentarias en busca de establecer las líneas base para establecer la factibilidad de desarrollar almacenamientos subterráneos de CO2 utilizando información y métodos geológicos comúnmente utilizados en la industria con dos alternativas de uso, el primero de ellos es la utilización del CO2 en actividades de recobro mejorado – EOR y la segunda alternativa es su inyección en reservorios como un almacenamiento perpetuo.</p> <p>Con referencia a lo anterior, es importante mencionar que Colombia tiene una economía en vía de desarrollo y aunque actualmente sus emisiones a la atmósfera de Dióxido de Carbono - CO2 son bajas en comparación con otras economías del mundo; es fundamental adquirir nuevo conocimiento en el tema de la descarbonización de la actividad económica para establecer una línea base integral del potencial para desarrollar proyectos tendientes a la <b>DESCARBONIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL</b> como lo son los Almacenamientos Subterráneos de CO2.</p> <p>Es así, como la Vicepresidencia Técnica ve la necesidad de obtener información geológica y técnica en los aspectos de la captación, transporte y almacenamiento de CO2 debido a los posibles beneficios técnicos en la recuperación terciaria (EOR) y/o utilización de reservorios depletados de hidrocarburos para el almacenamiento definitivo de CO2 como estrategia de promover la descarbonización de una economía incipiente, pero en crecimiento.</p>

	Respecto al anterior punto, es importante asegurar que nuestras actividades económicas ya sean del sector O&G o un sector diferente que genere cantidades apreciables de CO2 y que sean potencialmente capturables continúe creciendo de una manera responsable y teniendo a futuro una posibilidad de proyectos de almacenamiento para la disposición final de las emisiones de CO2 y poder tener un crecimiento con una economía descarbonizada.																														
OBJETO A CONTRATAR:	Caracterización y Análisis integral para un posible desarrollo de almacenamientos subterráneos de CO2 en estructuras geológicas asociadas a acuíferos salinos y yacimientos depletados O&G en áreas libres para la disposición final y/o utilización de CO2 en recobro mejorado – EOR.																														
ALCANCE DEL OBJETO:	Se plantea la realización de un análisis integral de un proceso de Almacenamiento Subterráneo de CO2 desde los aspectos técnicos, sociales, ambientales, económicos y regulatorios. Iniciando con una caracterización de las emisiones de CO2 con los datos existentes de los inventarios de gases de efecto invernadero - GEI existentes en Colombia en donde se seleccionaran posibles empresas o industrias con emisiones de CO2 potencialmente capturables y posteriormente se analizarán y propondrán posibles ubicaciones con estructuras geológicas para su almacenamiento teniendo en cuenta una correlación geográfica con los puntos de emisión y finalmente se procederá a realizar una caracterización de los cuatro (4) segmentos que integran un proceso de almacenamiento como lo son la (Captación, Transporte, Uso y Almacenamiento final).																														
IDENTIFICACION DEL CONTRATO A CELEBRAR:	<p>Por ser un proyecto donde prima el conocimiento del ejecutor y no se contempla la adquisición de información de campo y/o utilización de equipos tecnológicos en campo para el desarrollo del proyecto se contempla un <b>concurso de méritos</b>. El ejecutor tendrá que utilizar software especializados de análisis y modelamiento geológico para la caracterización geológica de los posibles almacenamientos.</p> <p>De manera general se puede definir que el presente estudio es un diagnóstico previo a toda planificación o proyecto de Almacenamiento de CO2 que se puede desarrollar en el futuro y que consiste en la recopilación de información, su ordenamiento, análisis y su interpretación para la obtención de conclusiones que darán los lineamientos y línea base técnica, ambiental, social y regulatoria.</p>																														
CÓDIGO UNSPSC (The United Nations Standard Products and Services Code® - UNSPSC, Código Estándar de Productos y Servicios de Naciones Unidas), correspondiente al bien, obra o servicios a contratar:	<p>Identifique el o los Códigos UNSPSC:</p> <p><a href="https://www.colombiacompra.gov.co/clasificador-de-bienes-y-servicios">https://www.colombiacompra.gov.co/clasificador-de-bienes-y-servicios</a></p> <table><tr><th>SEGMENTO</th><th>FAMILIA</th><th>CLASE</th><th>PRODUCTO</th><th>NOMBRE</th></tr><tr><td>71</td><td>13</td><td>11</td><td>09</td><td>Servicio de evaluación de tratamiento de la matriz</td></tr><tr><td>71</td><td>13</td><td>11</td><td>07</td><td>Servicio de diseño del tratamiento de la matriz</td></tr><tr><td>71</td><td>13</td><td>13</td><td>03</td><td>Servicios de bombeo del campo petrolero con CO2</td></tr><tr><td>71</td><td>15</td><td>13</td><td>02</td><td>Estudio de casos del campo petrolero</td></tr><tr><td>71</td><td>15</td><td>13</td><td>06</td><td>Servicios de geología</td></tr></table>	SEGMENTO	FAMILIA	CLASE	PRODUCTO	NOMBRE	71	13	11	09	Servicio de evaluación de tratamiento de la matriz	71	13	11	07	Servicio de diseño del tratamiento de la matriz	71	13	13	03	Servicios de bombeo del campo petrolero con CO2	71	15	13	02	Estudio de casos del campo petrolero	71	15	13	06	Servicios de geología
SEGMENTO	FAMILIA	CLASE	PRODUCTO	NOMBRE																											
71	13	11	09	Servicio de evaluación de tratamiento de la matriz																											
71	13	11	07	Servicio de diseño del tratamiento de la matriz																											
71	13	13	03	Servicios de bombeo del campo petrolero con CO2																											
71	15	13	02	Estudio de casos del campo petrolero																											
71	15	13	06	Servicios de geología																											

	71	15	13	07	Servicios de geofísica
	71	15	13	11	Servicios de petrofísica
	71	15	13	15	Servicio de mecánica de rocas
	71	15	13	17	Evaluación general de la formación
	71	16	10	03	Modelos económicos del campo petrolero
	71	16	10	04	Modelos de desarrollo del campo petrolero
	71	16	10	07	Modelos geológicos y geofísicos
	71	16	10	04	Modelos de Yacimientos
	71	16	16	03	Servicios de investigación y desarrollo de campos petroleros
	81	10	19	02	Ingeniería de producción para petróleo o gas
	81	14	19	02	Servicio de investigación y desarrollo de aplicaciones o tecnología
<b>ASPECTOS TÉCNICOS:</b>	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:</b>				
	A continuación, se describe la oportunidad a desarrollar y cuál es el valor agregado.				
	<p>Colombia tiene una economía en vía de desarrollo y aunque actualmente sus emisiones a la atmósfera de Dióxido de Carbono - CO<sub>2</sub> son muy bajas en comparación con otras economías del mundo; es fundamental adquirir nuevo conocimiento en el tema de la descarbonización de la actividad económica para establecer una línea base integral del potencial para desarrollar proyectos tendientes a la descarbonización como lo son los Almacenamientos Subterráneos de CO<sub>2</sub>. El proyecto planteado por la ANH tiene un análisis integral donde se toma los cuatro aspectos técnicos que involucra un proceso de Almacenamientos Subterráneos de CO<sub>2</sub> como lo son la captura, transporte, uso y almacenamiento en el subsuelo; pero también, los aspectos sociales, ambientales y regulatorios. Por lo anterior, será un insumo importante para tener una línea base y hoja de ruta en el futuro de desarrollar posibles almacenamientos subterráneos de CO<sub>2</sub> y planificar a futuro una economía en crecimiento y con una sustentabilidad ambiental.</p> <p>Frente a la captura de CO<sub>2</sub>, el presente estudio nos ayudará a establecer cuáles de las emisiones de CO<sub>2</sub> son potencialmente capturables y llegar a una primera estimación de su costo en Colombia para ser almacenadas en áreas geográficas y estructuras geológicas apropiadas para que sea un proceso técnico y económicamente viable. Frente a lo anterior, se han llevado a cabo estudios puntuales o específicos del potencial de almacenamiento de CO<sub>2</sub> producto de la actividad Oil &amp; Gas como lo hace actualmente Ecopetrol, pero no se ha estudiado integralmente el proceso completo en Colombia que involucre integralmente los cuatro segmentos ya mencionados anteriormente y al mismo tiempo, actividades económicas diferentes al</p>				

O&G como el cementero, las termoeléctricas y las acerías entre otras. Así como también, los aspectos sociales y ambientales que nos indicarán las rutas factibles de posibles desarrollos en el onshore y/o en el offshore.

Desde la parte técnica del subsuelo, el presente estudio se enfocará en el análisis de estructuras geológicas en áreas libres onshore y offshore que hayan servido para la explotación de O&G en el pasado y que se encuentran depletadas actualmente, así como también, en estructuras o reservorios en acuíferos salinos.

Por último, también se tomará la posibilidad de inyección de CO2 capturable en reservorios O&G actualmente en producción como técnica de recobro mejorado – EOR para definir los caudales mínimos que requeriría un proyecto tipo en Colombia y si la oferta nacional de CO2 alcanzaría o no para cubrir un proyecto como estos, así como también, la estimación de costos hipotéticos que tendría este proceso.

La ANH plantea este proyecto con el cual se analizará integralmente el proceso completo de (Captura, transporte, almacenamiento) y conocer las virtudes, deficiencias y dificultades que enfrentaría un proyecto completo de almacenamiento de CO2 para su disposición final y/o su inyección para recobro mejorado de petróleo - EOR.

#### JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO:

Es importante asegurar que nuestras actividades económicas en el país ya sean del sector O&G o en un sector productivo diferente que genere cantidades apreciables de CO2 y que sean potencialmente capturables continúe creciendo de una manera responsable y sostenible con la posibilidad a futuro de proyectos de Almacenamientos Subterráneos de CO2 para confinamiento perpetuo y/o en proyectos de recobro mejorado (EOR) y poder tener un crecimiento de una economía ambientalmente sostenible.

#### Objetivo general:

¿Que se requiere lograr?, cual es el aporte e impacto con su ejecución?

Realizar un análisis integral de cada uno de los cuatro procesos técnicos que involucraría el proceso de almacenamiento de CO2 en Colombia como lo son la Captura, Transporte, uso y Almacenamiento junto con los aspectos sociales, ambientales, económicos y regulatorios integrándolos y obtener una visión global de lo que implicaría un posible desarrollo de almacenamiento subterráneo de CO2 en el futuro en campos depletados de O&G y/o acuíferos salinos en Colombia como una alternativa de planificación de una economía en crecimiento ambientalmente sostenible en el futuro.

#### Objetivos específicos:

1. Realizar un análisis de las emisiones de CO2 capturables en Colombia

con los datos disponibles (Inventarios GEI) y elaborar un Diagnóstico sobre su factibilidad de captación para su transporte y su consecuente inyección en almacenamientos subterráneos. Actividad 1.

2. **Realizar un análisis y un diagnóstico integral de prospectividad de Cuencas sedimentarias** para almacenamientos teniendo en cuenta el análisis del punto anterior y aspectos como. (volúmenes de emisiones, facilidades en superficie, centros urbanos etc.) seleccionando las áreas geográficas más promisorias para la prospectividad de Almacenamientos Subterráneos definitivos para CO2 y/o inyección de CO2 para aprovechamiento de recobro mejorado EOR. Actividad 2.
3. **Realizar un análisis geológico integral de áreas y estructuras geológicas encontradas que cumplan con una ubicación y parámetros adecuados (Campos depletados, acuíferos salinos)** utilizando la información geológica y geofísica disponible de programas sísmicos, información de pozos, núcleos existentes y geoquímica. Una vez se cuente con información procesada se deberá realizar un análisis de calidad de cierres, integridad de los sellos y caracterización de los reservorios de interés para el almacenamiento de CO2 de acuerdo con metodologías conocidas para almacenamientos Subterráneos definitivos. Actividades 3, 4, 5, 6 y 7.
4. **Para el caso de estructuras que correspondan a campos depletados se debe evaluar la integridad de los pozos** existentes para corroborar la calidad de los sellos de los potenciales almacenamientos. Actividad 5.
5. **Realizar un análisis de riesgo integral a cada una de las áreas o estructuras y clasificar o ranquear** de las áreas más promisorias para almacenamiento definitivo de CO2. Actividad 6.
6. **Realizar un análisis técnico/financiero de factibilidad que incluya el análisis de los cuatro (4) segmentos (Captación, Transporte, Uso y Almacenamiento)** para el desarrollo de un almacenamiento tipo en el onshore colombiano y otro caso para su desarrollo en el Offshore. Actividad 8.
7. **Realizar un análisis ambiental y Legal** de lo que implicaría el desarrollo de un proyecto de almacenamiento subterráneo definitivo para CO2 y/o inyección para su uso como recobro mejorado. Actividades 9 y 10.
8. **Realizar un análisis de las falencias y aspectos por implementar en Colombia** para el desarrollo de proyectos de almacenamientos tanto para Metano como para CO2 y realizar una integración de toda la información recopilada y analizada, así como identificar si la propuesta es económicamente viable involucrando los aspectos sociales, ambientales, económicos y regulatorios; integrando una posible hoja de ruta que evalúe los tiempos de entrada para la implementación del CCUS. Actividades 11 y 12.

**Tipo de servicio: CONSULTORÍA**



**Tipo de contratación:** Concurso de méritos si se opta por oferentes privados o públicos. Otra opción son las universidades que integren un grupo de profesionales especializados.

**Recopilación de la Información disponible:** El ejecutor de este proyecto será el responsable de la recopilación de información existente. En el caso específico del Inventario Nacional del Gases Efecto Invernadero – INGEI ante el IDEAM y/o entidades colaboradoras, lo anterior aplica para estudios relacionados como estudios de huella y otros. Para los datos de pozos O&G, Campos O&G, geología y geofísica existente (no confidencial) se hará ante el EPIS del Servicio Geológico Colombiano – SGC y ante la ANH.

## PRODUCTOS y ACTIVIDADES ASOCIADAS

### EMISIÓN, CAPTACIÓN Y TRANSPORTE:

1. **Informe diagnóstico y Análisis de las emisiones de CO<sub>2</sub> y su Factibilidad de uso para Almacenamientos de CO<sub>2</sub>:** Con base en información existente (Informes IDEAM GEI y otros) elaborar una tabla de identificación, clasificación Y LOCALIZACIÓN de emisiones de CO<sub>2</sub> que detalle: Empresas, industria, zonas identificadas, departamento, volúmenes apreciables de emisión de CO<sub>2</sub> equivalentes, caudales de emisión. De la tabla de clasificación anterior, seleccionar las empresas, industrias y zonas de emisión de CO<sub>2</sub> que puedan ser potencialmente captadas haciendo uso de la tecnología existente. Tener en cuenta los volúmenes de emisión, caudales y aspectos como la constancia en la emisión de CO<sub>2</sub> y finalmente realizar un análisis de alternativas óptimas para realizar su transporte desde los puntos de captura hasta los posibles almacenamientos (Onshore y/o el Offshore). Adicionalmente, realizar el análisis y evaluación de las diferentes tecnologías de Captura de carbono que podrían aplicarse dentro de Colombia, identificando los procedimientos técnicos, operativos, de seguridad, administrativos, así como los requisitos y obligaciones mínimas necesarias, limitantes y/o barreras para su implementación.

A continuación, se presenta una breve introducción al marco actual de la captura y transporte:

**Captura:** Son muy diversas las fuentes emisoras de CO<sub>2</sub>. En la medida en que solo se pueden capturar —con la tecnología actual— los gases procedentes de fuentes fijas, los principales emisores proceden de la industria y de las centrales térmicas de producción de electricidad. Las tecnologías para la captura son muy variadas. La captura puede realizarse antes, durante o después de la combustión. Las de tecnologías de postcombustión son las más adaptable para las centrales térmicas actuales y la captura puede realizarse a través de diversas técnicas. En todo caso, se trata de separar el dióxido de carbono del resto de los gases producidos por la instalación emisora.

Mientras que las tecnologías de captura de CO<sub>2</sub> son relativamente nuevas en la industria de la energía, se han venido desarrollando progresivamente en las industrias del petróleo, gas y, en algunos casos, en la industria química. Ellas son un componente integral del procesamiento de gas natural y de muchos procesos de gasificación de carbón utilizados para la producción de gas de síntesis, productos químicos y combustibles líquidos. De acuerdo al informe de referencia para el sector, el Reporte Especial del IPCC5, hay tres principales procesos de captura de CO<sub>2</sub> para la generación de energía a partir de un proceso de combustión de referencia, según se muestra en el siguiente gráfico.

- 1) Post-combustión
- 2) Pre-combustión
- 3) Oxi-combustión

**Post-combustión:** Consiste en separar el CO<sub>2</sub> de otros gases de escape después de la combustión del combustible fósil. Los sistemas de captura de post-combustión eliminan contaminantes tales como partículas, óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno de muchas plantas de energía.

El proceso más utilizado para la captura post-combustión es posible gracias a las aminas. Una corriente de gas rica en CO<sub>2</sub>, como gas de combustión de una planta de energía, se "burbujea" a través de una solución de amina. El CO<sub>2</sub> "capturado" en la solución de amina-CO<sub>2</sub> saturada resultante se retira entonces de las aminas, quedando listo para el almacenamiento de carbono. Esta tecnología existe y se aplica exitosamente en la industria, aunque no a escala comercial, para la eliminación de CO<sub>2</sub> residual de generación energética.

**Pre-combustión:** La captura de 'pre-combustión' implica la separación de CO<sub>2</sub> antes de que se queme el combustible. Los combustibles sólidos o líquidos, tales como carbón, biomasa o productos de petróleo, son gasificados por primera vez en una reacción química a altas temperaturas con una cantidad controlada de oxígeno. La gasificación produce dos gases, hidrógeno y monóxido de carbono (CO). El CO se convierte en CO<sub>2</sub> y se retira, dejando el hidrógeno puro para ser quemado, por ejemplo, para producir electricidad. El CO<sub>2</sub> se comprime en un fluido supercrítico para el transporte y almacenamiento geológico. El hidrógeno se puede utilizar para generar energía en un ciclo de turbina de gas y vapor avanzado o en pilas de combustible, o una combinación de ambos.

**Oxi-combustión:** Es también llamada oxyfiring e implica la combustión de carbón en oxígeno puro, en lugar de aire, para alimentar un generador de vapor convencional. Al evitar la introducción de nitrógeno en la cámara de combustión, la cantidad de CO<sub>2</sub> en la corriente de escape central de energía se concentra en gran medida, por lo que es más fácil para capturar y comprimir. La oxi-combustión con el almacenamiento de CO<sub>2</sub> se encuentra actualmente en la fase de demostración.

El IPCC considera que las tecnologías de post- y pre-combustión se encuentran en un estadio de factibilidad económica bajo ciertas condiciones: por su parte, la oxi-combustión se encuentra todavía en estadio muy prematuro.

**Transporte:** Como el almacenamiento se debe llevar a cabo en lugares especialmente aptos para ello, lo normal será que deba realizarse un transporte del carbono desde el lugar de captura al emplazamiento de almacenamiento. Antes del transporte, el carbono debe ser comprimido para reducir su volumen y que llegue al emplazamiento de almacenamiento con la presión necesaria para su inyección. Normalmente se



*utilizan tuberías ad hoc o gasoductos, y empiezan ya a ser calificados como «ceoductos», pero se puede hacer también por buques o camiones cisterna.*

#### ALMACENAMIENTO:

2. **Informe diagnóstico de prospectividad de cuencas sedimentarias con potencial en Almacenamientos para CO<sub>2</sub>:** Teniendo en cuenta el análisis del punto anterior se deberá seleccionar áreas geográficas con necesidades y ventajas estratégicas que sean promisorias para la prospectividad de Almacenamientos Subterráneos para CO<sub>2</sub>. Se deberá analizar los puntos de emisiones GEI para un hipotético desarrollo en el Onshore y, por otro lado, la prospectividad de almacenamientos para CO<sub>2</sub> en el Offshore. Esta alternativa en el Offshore es la más desarrollada a nivel mundial debido a los aspectos socio-ambientales y también se puede perfilar como una alternativa ante el futuro desarrollo de GAS en el offshore colombiano y por consiguiente, un hipotético aprovechamiento en la producción de H<sub>2</sub> a partir del metano y/o un desarrollo de un hipotético HUB de almacenamiento de CO<sub>2</sub> que reciba y almacene CO<sub>2</sub> proveniente de la industria nacional o proveniente de otras partes del caribe. Por último, se deberá analizar la posibilidad de inyectar el CO<sub>2</sub> capturable en Colombia en áreas o estructuras de campos maduros de O&G y determinar implicaciones, limitantes como los caudales previstos, potenciales campos de aplicación de esta técnica de EOR etc.
3. **Realizar un análisis geológico de áreas y estructuras geológicas promisorias con un fuerte énfasis en Almacenamiento subterráneo:** (Campos depletados, acuíferos salinos) y que cumplan con parámetros técnicos como (profundidad adecuada, distancias a centros urbanos, cierres continuos etc..) utilizando la información disponible de programas sísmicos 2D y 3D, geofísica, información de pozos, núcleos existentes y geoquímica. Una vez se cuente con información procesada se deberá realizar un análisis de calidad de estructuras y reservorio para almacenamientos de CO<sub>2</sub> de acuerdo con metodologías conocidas. Para este ejercicio técnico se requiere realizar el análisis geológico detallado de (15 estructuras geológicas), de las cuales se plantea 10 estructuras en el Onshore y 5 estructuras en el Offshore colombiano pero su distribución puede ajustarse debido a aspectos técnicos que el ejecutor considere y siempre conservando la cantidad de 15 prospectos en total.

El producto de esta actividad contempla un informe geológico donde cada prospecto se desarrollará detalladamente en capítulos. Simultáneamente a la evaluación geológica de cada prospecto se debe realizar un ranqueo por riesgo geológico y si un prospecto no pasa el ranqueo propuesto, se deberá

buscar una nueva área a evaluar (**Punto 6**). Igualmente, más abajo se listan una serie de productos geológicos mínimos a elaborar (**Punto 7**).

### METODOLOGÍA PROPUESTA

Se debe **identificar y seleccionar las cuencas hidrocarburíferas Onshore** que tengan un potencial de almacenamiento y se encuentren cerca de las fuentes de emisiones de CO<sub>2</sub>. A continuación, se mencionan CINCO (5) cuencas cercanas a las fuentes de emisiones de CO<sub>2</sub> como lo son la Cuenca Cordillera Oriental, Valle Medio del Magdalena, Valle inferior del Magdalena, Sinú San Jacinto y Llanos Orientales. De acuerdo con el punto número 1 y factores adicionales como físicos, ambientales y antrópicos, estas cuencas pueden variar. Se propone revisar de manera general CINCO (5) cuencas onshore prominentes por su cercanía a las fuentes de emisiones de CO<sub>2</sub>, no obstante, para trabajar en la caracterización de áreas promisorias específicas, se propone analizar 10 reservorios y/o estructuras

Referente a lo anterior, se enfatiza en hacer primeramente una correlación geográfica entre el potencial en cada cuenca para desarrollar almacenamientos subterráneos de CO<sub>2</sub> y las ubicaciones de las fuentes de emisiones de CO<sub>2</sub> potencialmente capturables presentes en Colombia. Acá se sugiere hacer un análisis rápido, pero óptimo por cuenca con variables como distancia, profundidad, sellos regionales, posible aprovechamiento en recobro mejorado -EOR en la industria de hidrocarburos entre otros aspectos, así como **seleccionar los 10 reservorios y/o estructuras más promisorias en el Onshore** para realizar un análisis geológico profundo.

Igualmente se propone analizar y **seleccionar 5 áreas en el Offshore** colombiano que posean un potencial para almacenamiento de CO<sub>2</sub> y realizar el respectivo análisis geológico con el objeto de caracterizar esta opción costa afuera, la cual en la actualidad, es la opción más desarrollada a nivel mundial.

Este ejercicio en el offshore serviría como un potencial desarrollo de almacenamiento de CO<sub>2</sub> ante una posibilidad de producción de H<sub>2</sub> a través de la futura producción de Gas Natural en los campos Offshore del caribe colombiano y/o un posible HUB en el caribe en donde hipotéticamente se podría almacenar CO<sub>2</sub> proveniente tanto de la industria nacional así como recibir y/o captar volúmenes de CO<sub>2</sub> provenientes de otras economías del Caribe dando una posible viabilidad económica.

(\*) Si durante los análisis previos se observa que amerita intercambiar la

cantidad de estructuras geológicas a analizar del onshore al offshore y/o viceversa, se podrían trasladar las cantidades propuestas arriba.

### DETALLE DEL ANÁLISIS GEOLOGICO DE PROSPECTOS PARA ALMACENAMIENTO DE CO2:

**Para el análisis geológico integral y modelamiento en las estructuras geológicas Onshore/offshore seleccionadas anteriormente** que corresponderán a reservorios depletados de explotación de Hidrocarburos y/o acuíferos salinos, se deberán **clasificar o ranquear los posibles reservorios por su riesgo geológico** para el almacenamiento de CO2 (10 estructuras geológicas por cuenca en el caso onshore y 5 offshore). Realizar el análisis geológico integral. Los Aspectos a tener en cuenta son:

- ✓ Nivel de Actividad tectónica
- ✓ Distancia de las fuentes de emisión
- ✓ Profundidad del reservorio que servirá de almacenamiento.
- ✓ Calidad del sello – Preferiblemente un sello regional. Evaluación de la efectividad del sello (potencial sellante). Estimación de la columna máxima de CO2, presión de desplazamiento en condiciones CO2-salmuera y presión de boyanza máxima.
- ✓ Integridad y seguridad de las trampas estructurales o estratigráficas
- ✓ Aspectos petrofísicos conocidos de los reservorios que fueron o son productores de HC. Como la porosidad, alta permeabilidad, fluidos presentes.
- ✓ Mineralogía del reservorio y del sello
- ✓ Espesor del reservorio
- ✓ Capacidad estimada de almacenamiento.
- ✓ Caudales estimados de captación del almacenamiento de acuerdo a la permeabilidad ( $\mu$ ).
- ✓ Gradiente geotérmico
- ✓ Régimen hidrodinámico del reservorio – Potencial migración con base a la original. Estimación de cabezas hidráulicas y ángulo de inclinación.
- ✓ Aspectos Hídricos en niveles superiores – Acuíferos dulces y salados presentes. – Caracterización hidrogeoquímica
- ✓ **Volúmenes potenciales de almacenamiento de CO2** en los reservorios o campos analizados.

Se debe realizar el análisis geológico integral según las metodologías

empleadas en los países que han estudiado e implementado almacenamientos subterráneos de CO<sub>2</sub>. Estas metodologías incluirán el flujo de trabajo del almacenamiento geológico de CO<sub>2</sub>, la disponibilidad de los datos, caracterización en términos de capacidad, inyectividad y almacenamiento seguro, así como la estimación de la capacidad de almacenamiento. A modo de consulta, abajo se menciona la página oficial de “Norwegian Petroleum Directorate” en su sección de almacenamientos de CO<sub>2</sub>.

<https://www.npd.no/fakta/CO2-handtering-ccs/CO2-lagringsatlas/>

Adicionalmente se debe tener en cuenta y consultar las bases de datos del: Global CCS Institute

<http://www.globalccsinstitute.com/projects/large-scale-ccs-projects>

Igualmente se debe consultar y considerar los lineamientos de: “International Panel on Climate Change – IPCC” en cuanto a las metodologías a utilizar en los procesos de captura, transporte, uso y almacenamiento.

Una vez caracterizada las estructuras y potenciales reservorios se deberá realizar un modelamiento geológico y posteriormente poder estimar los parámetros generales o hipotéticos de las condiciones de inyección, comportamiento de fluidos, capacidad de almacenamiento etc., sin llegar a ser un modelamiento dinámico. Lo anterior se realizará teniendo en cuenta cada uno de sus parámetros geológicos y geofísicos detallados en el análisis geológico integral y modelamiento de las estructuras geológicas Onshore/offshore seleccionadas anteriormente y consecuentemente poder estimar caudales hipotéticos de inyección que podrían admitir las formaciones con las características geológicas encontradas, fases del fluido a inyectar: (CO<sub>2</sub> en fase gaseosa o líquida), presiones, volúmenes potenciales de almacenamiento, etc.

4. **Mapas de correlación geográfica y análisis:** Para el caso de las emisiones de CO<sub>2</sub>, se deberán localizar y/o asociar (Industrias, generadores de energía, producción de HC, ETC..) a partir de los reportes de emisiones disponibles GEI y correlacionar geográficamente los prospectos de almacenamiento, centros urbanos, vías de acceso, zonas ambientalmente sensibles, topografía del área de interés para el almacenamiento. Lo anterior se debe acompañar de un informe que contenga un análisis de estas variables identificando las áreas de mayor potencial para el desarrollo de almacenamientos.
5. **Informe de integridad de los pozos existentes** para el caso de yacimientos depletados en áreas libres y poder corroborar la integridad de los sellos de los potenciales almacenamientos para su disposición final en el onshore y offshore.
6. **Informe que contenga una tabla de Ranqueo por riesgo que integre un análisis por riesgo geológico del reservorio y el riesgo por integridad de pozos:** (Calidad de los sellos por actividad O&G) y donde se establezca un

ranking para cada reservorio, asignando valores de riesgo. También debe contener un Set de Mapas primarios de las áreas o estructuras geológicas ranqueadas y estudiadas en detalle (Acuíferos salinos y Yacimientos depletados). Se considerarán 15 estructuras en total onshore/offshore.

**7. Set de productos geológicos por cada estructura analizada en el (punto 3) - En total 15 prospectos. Se clasificarán de acuerdo con el riesgo geológico realizado arriba.**

Se postulan inicialmente 10 estructuras onshore y 5 estructuras Offshore pero su distribución puede ajustarse debido a aspectos técnicos): Dos (2) perfiles geológicos, columna con la interpretación petrofísica, una correlación estructural, mapa estructural al tope y base del reservorio, mapa isópaco Y MODELO ESTÁTICO. Se debe entregar el proyecto PETREL. Un Poster con la información geológica de los prospectos analizados. Debe tener una estimación y/o cálculo de capacidad de almacenamiento CO<sub>2</sub>.

**8. Un informe con un análisis técnico/financiero de la prefactibilidad para el desarrollo de un almacenamiento tipo en el onshore y otro en el offshore.** Se deberá realizar un análisis de los diferentes aspectos técnicos y estimar los costos hipotéticos y por separado de los procesos de captura y transporte hasta el área de almacenamiento, la propia inyección (Almacenamiento) en el reservorio para su disposición final y por último, la estimación de un plan de monitoreo teórico recomendado.

Este deberá tener en cuenta el tipo de almacenamiento geológico, facilities disponibles, facilities por implementar. Para el caso de un posible aprovechamiento de EOR, se deberá tomar un caso de mayor interés y prospectivo para su realización y analizar sus variables como los aspectos y costos de implementación, dificultades en la operación, retorno de la inversión, etc.

**9. Informe del análisis de factibilidad ambiental** primario sobre las implicaciones y aspectos a tener en cuenta en el desarrollo de un proyecto de almacenamiento subterráneo CO<sub>2</sub> como disposición final y, por otro lado, sobre las implicaciones de inyección de CO<sub>2</sub> para recobro mejorado EOR.

**10. Informe de análisis de Aspectos Regulatorios / Legales:** En primera instancia se deberá recopilar y realizar una síntesis de los marcos normativos que están vigentes y en proceso de elaboración por parte de los entes de control como el GLOBAL CCS Institute, así como en países y regiones líderes como UE, EE.UU y ASIA, incluyendo el enfoque de la normatividad técnica y mejores prácticas reconocidas a nivel mundial y/o en países de interés que desarrollen proyectos de CCUS A partir de un diagnóstico, análisis y evaluación de carácter individual y comparativo de cada uno de los modelos regulatorios internacionales identificando los mecanismos de seguimiento para el cumplimiento de cada uno de los procesos de captura, transporte, almacenamiento y uso.

Posteriormente se deberá describir el marco jurídico actual Colombia “de haber menciones sobre CCS”. Mencionar las falencias y avances en el tema regulatorio y finalmente describir y recomendar el camino que debería seguir desde el aspecto jurídico para poder llevar a cabo la implementación de almacenamientos definitivos de CO<sub>2</sub> y, por otro lado, poder desarrollar la inyección de CO<sub>2</sub> para uso de recobro mejorado. Así mismo, identificar las barreras de entrada e implementación de estas tecnologías y modelos de proceso según la normatividad actual del país. Identificar aspectos que se encuentran y no se encuentran armonizados con los instrumentos contractuales, ambientales y de regulación técnica vigentes en Colombia.

Igualmente, se deberá analizar especialmente la normatividad y las implicaciones ambientales y regulatorias del transporte hasta el centro de almacenamiento definitivo y/o inyección para recobro.

Por último, deberá presentar una propuesta de análisis e identificación y en la que defina los incentivos fiscales, tributarios, contractuales o de cualquier índole que puedan ser aplicables en el país y que promuevan la implementación y ejecución de actividades en materia de CCUS.

Como un aspecto regulatorio--comercial para realizar un análisis teórico en Colombia, se tiene que en la EU se está estableciendo convertir el CO<sub>2</sub> en un *commodity* en donde el CO<sub>2</sub> tiene un costo por su emisión lo cual es traducido en un impuesto por su emisión y con esto se está buscando un mercado para que los privados reduzcan su emisión. Actualmente cada país de la UE dispone de un precio teórico/practico que a veces varia grandemente de país a país.

- 11. Informe de análisis de implementación, alternativas de EOR y optimización, ALTERNATIVAS DE MONITOREO y recomendaciones técnicas:** Analizar las falencias en Colombia en cada uno de los cuatro (4) segmentos de la actividad (Captura, Transporte, Uso y Almacenamiento) para el desarrollo de almacenamientos para CO<sub>2</sub>, tener en cuenta los volúmenes de CO<sub>2</sub> que la industria emite actualmente y recopilar información de las tecnologías de captura disponibles a nivel mundial para un consecuente análisis de su viabilidad de implementación en los diferentes segmentos de la industria nacional; así como su transporte hasta un almacenamiento subterráneo definitivo en el onshore u offshore. **Por otro lado, su posible utilización para recobro mejorado en campos activos en el país.** Por último, se deberá dar alternativas de optimización que se tendría que dar en la cadena de abastecimiento en Colombia para lograr una cadena confiable de insumos y servicios y así lograr la implementación de la tecnología a escala comercial en Colombia. Tener en cuenta los aspectos sociales y ambientales que intervienen en dichas actividades.

En términos de costos, el ciclo de vida de un proyecto de CAC contiene en la



etapa de captura la mayor porción de los costos de capital y operativos. Ambos pueden variar considerablemente en función de las características específicas de las instalaciones y la tecnología de captura elegidas. Este componente representa normalmente alrededor del 80% del coste total del proyecto.

Por su parte, el transporte y el almacenamiento y monitoreo implican la aplicación de tecnologías mucho más conocidas y probadas, con costos significativamente menores.

**12. Informe final integrador:** Documento integrador donde se plasma todos los ítems descritos arriba y adicionando un capítulo de conclusiones y COMPILACION DE RECOMENDACIONES. Adicionalmente, el informe debe contener una propuesta de entrada comercial (si se dan las condiciones técnicas, sociales, ambientales y económicas), con una hoja de ruta en donde mencione, de acuerdo con los análisis realizados, un tiempo estimado de entrada de los proyectos, qué actores gubernamentales estarían involucrados en cada proceso, qué permisos/trámites serían necesarios, cuál sería la mejor ruta Captura-Transporte- área prospectiva para uso o almacenamiento.

**13. Base de Datos SQL Server 2008 R2,** sobre el sistema Operativo Windows 2008 R2 Enterprise Edición.

### PRODUCTOS ESPECIFICOS

Los productos ya se han mencionado junto con las actividades arriba, pero se listarán específicamente en la tabla abajo:

#	Producto
1	Informe diagnóstico y Análisis de las emisiones de CO2 y su Factibilidad de uso para Almacenamientos de CO2. El informe debe contener: tabla de identificación, clasificación y localización de emisiones de CO2 detallando la información dada en las actividades asociadas. Selección de las empresas, industrias y zonas de emisión de CO2 que puedan ser potencialmente captadas haciendo uso de la tecnología existente. Análisis de alternativas óptimas para realizar su transporte desde los puntos de captura hasta los posibles almacenamientos (Onshore y/o el Offshore). Análisis y evaluación de las diferentes tecnologías de Captura de carbono que podrían aplicarse dentro de Colombia, identificando los procedimientos técnicos, operativos, de seguridad, administrativos, así como los requisitos y obligaciones mínimas necesarias, limitantes y/o barreras para su implementación.
2	Informe diagnóstico de prospectividad de cuencas sedimentarias con potencial en Almacenamientos para CO2. El informe debe contener: selección de áreas geográficas con necesidades y ventajas estratégicas que sean promisorias para la prospectividad de almacenamientos Subterráneos para CO2. Analizar los puntos de emisiones GEI para un hipotético desarrollo en el Onshore y la prospectividad de almacenamientos para CO2 en el Offshore. Analizar la posibilidad de inyectar el CO2 capturable en Colombia en áreas o estructuras de campos maduros de O&G y determinar implicaciones, limitantes como los caudales previstos, potenciales campos de aplicación de esta técnica de EOR.

	<b>3</b>	Informe del análisis geológico detallado de áreas y estructuras geológicas promisorias - (15 prospectos). El informe debe contener: información geológica disponible de campos depletados y acuíferos salinos que cumplan con los criterios de selección dados en las actividades asociadas. Análisis de calidad de estructuras y reservorio para almacenamientos de CO2 de acuerdo con metodologías conocidas. Informe geológico donde cada prospecto se desarrollará detalladamente en capítulos. Simultáneamente a la evaluación geológica de cada prospecto se debe realizar un ranqueo por riesgo geológico. Realizar el análisis geológico integral según las metodologías empleadas en los países que han estudiado e implementado almacenamientos subterráneos de CO2. Estas metodologías incluirán el flujo de trabajo del almacenamiento geológico de CO2, la disponibilidad de los datos, caracterización en términos de capacidad, inyectividad y almacenamiento seguro, así como la estimación de la capacidad de almacenamiento. Realizar un modelamiento geológico teniendo en cuenta cada uno de sus parámetros geológicos y geofísicos detallados en el análisis geológico integral y modelamiento de las estructuras geológicas Onshore/offshore seleccionadas y consecuentemente poder estimar caudales hipotéticos de inyección que podrían admitir las formaciones con las características geológicas encontradas, fases del fluido a inyectar: (CO2 en fase gaseosa o líquida), presiones, volúmenes potenciales de almacenamiento, etc
	<b>4</b>	Elaborar mapas de correlación geográfica y su correspondiente informe análisis. El informe debe contener: localización de Industrias, generadores de energía, producción de HC, ETC., a partir de los reportes de emisiones disponibles GEI y correlacionar geográficamente los prospectos de almacenamiento, centros urbanos, vías de acceso, zonas ambientalmente sensibles, topografía del área de interés para el almacenamiento. Análisis de estas variables identificando las áreas de mayor potencial para el desarrollo de almacenamientos.
	<b>5</b>	Informe de integridad de los pozos existentes en el caso de prospectos en campos depletados. El informe debe contener: corroborar la integridad de los sellos de los potenciales almacenamientos para su disposición final en el onshore y offshore.
	<b>6</b>	Informe de clasificación/ranqueo que contenga una la tabla de riesgo integrando un análisis por riesgo geológico del reservorio y el riesgo por integridad de pozos. El informe debe contener: Calidad de los sellos por actividad O&G y establecer un ranking para cada reservorio, asignando valores de riesgo. Set de Mapas primarios de las áreas o estructuras geológicas ranqueadas y estudiadas en detalle (Acuíferos salinos y Yacimientos depletados).
	<b>7</b>	Set de productos geológicos por cada estructura analizada (En total 15 estructuras geológicas). El informe debe contener: postulación inicialmente de 10 estructuras onshore y 5 estructuras Offshore: Dos (2) perfiles geológicos, columna con la interpretación petrofísica, una correlación estructural, mapa estructural al tope y base del reservorio, mapa isópaco Y MODELO ESTÁTICO en donde se debe entregar el proyecto PETREL. Elaboración de un Poster con la información geológica relevante de los prospectos analizados. Estimación y/o cálculo de capacidad de almacenamiento CO2.
	<b>8</b>	Un informe con un análisis técnico/financiero de la prefactibilidad para el desarrollo de un almacenamiento tipo en el onshore y otro en el offshore. El informe debe contener: Análisis de los diferentes aspectos técnicos y estimación de los costos hipotéticos y por separado de los procesos de captura y transporte hasta el área de almacenamiento, la propia inyección (Almacenamiento) en el reservorio para su disposición final y por último, la estimación de un plan de monitoreo teórico recomendado. Este deberá tener en cuenta el tipo de almacenamiento geológico, facilidades disponibles, facilidades por implementar. Para el caso de un posible aprovechamiento de EOR, se deberá tomar un caso de mayor interés y prospectivo para su realización y analizar sus variables como los aspectos y costos de implementación, dificultades en la operación, retorno de la inversión, etc.
	<b>9</b>	Informe del análisis factibilidad ambiental. El informe debe contener: implicaciones y aspectos a tener en cuenta en el desarrollo de un proyecto de almacenamiento subterráneo CO2 como disposición final e implicaciones de inyección de CO2 para

		recobro mejorado EOR.
	10	Informe de análisis de Aspectos Regulatorios / Legales. El informe debe contener: recopilación de los marcos normativos que están vigentes y en proceso de elaboración por parte de los entes de control como el GLOBAL CCS Institute, así como en países y regiones líderes como UE, EE.UU y ASIA, incluyendo el enfoque de la normatividad técnica y mejores prácticas reconocidas a nivel mundial y/o en países de interés que desarrollen proyectos de CCUS A partir de un diagnóstico, análisis y evaluación de carácter individual y comparativo de cada uno los modelos regulatorios internacionales identificando los mecanismos de seguimiento para el cumplimiento de cada uno de procesos de captura, transporte, almacenamiento y uso. Descripción del marco jurídico actual Colombia. Mencionar las falencias y avances en el tema regulatorio y describir y recomendar el camino que debería seguir desde el aspecto jurídico para poder llevar a cabo la implementación de almacenamientos definitivos de CO2 y de la inyección de CO2 para uso de recobro mejorado. Identificar las barreras de entrada e implementación de estas tecnologías y modelos de proceso según la normatividad actual del país. Identificar aspectos que se encuentran y no se encuentran armonizados con los instrumentos contractuales, ambientales y de regulación técnica vigentes en Colombia. Analizar la normatividad y las implicaciones ambientales y regulatorias del transporte hasta el centro de almacenamiento definitivo y/o inyección para recobro. Propuesta de análisis e identificación y en la que defina los incentivos fiscales, tributarios, contractuales o de cualquier índole que puedan ser aplicables en el país y que promuevan la implementación y ejecución de actividades en materia de CCUS.
	11	Informe de análisis de falencias, alternativas de EOR y optimización, ALTERNATIVAS DE MONITOREO y recomendaciones técnicas. El informe debe contener: análisis de las falencias en Colombia en cada uno de los cuatro (4) segmentos de la actividad (Captura, Transporte, Uso y Almacenamiento) para el desarrollo de almacenamientos para CO2, recopilar información de las tecnologías de captura disponibles a nivel mundial; así como su transporte hasta un almacenamiento subterráneo definitivo en el onshore u offshore. Adicionalmente, la utilización para recobro mejorado en campos activos en el país. Indicar alternativas de optimización en la cadena de abastecimiento en Colombia para lograr una cadena confiable de insumos y servicios; teniendo en cuenta aspectos sociales y ambientales.
	12	Un Informe final integrador. El informe debe contener: Documento integrador donde se plasma todos los ítems descritos anteriormente y adicionando un capítulo de conclusiones y compilación de recomendaciones. Propuesta de entrada comercial, con una hoja de ruta en donde mencione, de acuerdo con los análisis realizados, un tiempo estimado de entrada de los proyectos, qué actores gubernamentales estarían involucrados en cada proceso, qué permisos/trámites serían necesarios, cuál sería la mejor ruta Captura-Transporte- área prospectiva para uso o almacenamiento.
	13	Base de Datos SQL Server 2008 R2, sobre el sistema Operativo Windows 2008 R2 Enterprise Edición.
<p><b>NOTA:</b> Los productos serán entregados a revisión de la supervisión y al EPIS del SGC conocidos como Banco de Información Petrolera cumpliendo con lo estipulado en el manual de entrega Técnico del EPIS del SGC.</p> <p><b>Consideraciones técnicas:</b></p> <p>El presente proyecto tuvo en consideración el trabajo realizado por Edgar Yaneza,b,*, Andrea Ramirezzc, Vanessa Nunez-Lopezd, Edgar Castilloa, Andre Faaijb: <i>"Exploring</i></p>		

*the potential of carbon capture and storage-enhanced oil recovery as a mitigation strategy in the Colombian oil industry”.*

Pero en el presente trabajo se enfatiza fuertemente en la evaluación geológica de las posibles estructuras con mayor opción de poder ser postuladas para un almacenamiento subterráneo de CO<sub>2</sub> para su disposición final, igualmente se manejará la evaluación del ejecutar dos posibles modelos de negocio: Un almacenamiento definitivo de CO<sub>2</sub> y/o aprovechamiento de este en recobro mejorado EOR. Igualmente se evaluará áreas en el Offshore colombiano visualizando posibles modelos de negocio con la futura producción de gas en el Offshore colombiano y/o captación de CO<sub>2</sub> de otras áreas del caribe.

Igualmente, se dispone a modo de consulta el informe técnico llamado “Potencial de Captura y Almacenamiento de Carbono”; 2015. Autor principal: Ariel Ricardo Dublo. ERM Argentina S.A Coraliae S.R.L. y BA Energy Solutions S.A.

**PLAZO DE EJECUCIÓN:** 6 meses.

#### **DATOS TÉCNICOS - Propiedades y Usos Industriales del CO<sub>2</sub>**

El CO<sub>2</sub> es un gas inodoro e incoloro, no inflamable y ligeramente ácido a la humedad. Se obtiene por combustión, fermentación y descomposición térmica o química de calizas. Como producto comercial debe alcanzar el 99.5% de pureza (grado USP18 99.0%).

El CO<sub>2</sub> se utiliza profusamente en la creación de atmósferas protectoras para soldaduras al arco y MIG19. En las fundiciones se utiliza como agente endurecedor de moldes de arena. También se usa CO<sub>2</sub> en extinguidores de incendio.

En la industria de los alimentos y bebidas el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es el agente criogénico clave en el enfriamiento, refrigeración y aplicaciones de congelación para proteger el sabor y textura de sus alimentos manteniendo el control de la temperatura apropiada. El CO<sub>2</sub> también reduce la necesidad de conservadores en los productos empacados y es un ingrediente esencial para las bebidas carbonatadas.

Entre sus aplicaciones se destacan también:

- ✓ Carbonatación de bebidas, aguas minerales, etc.
- ✓ Protección de vinos, cervezas y jugos de frutas contra la oxidación por contacto con aire.
- ✓ Anestésico antes de la matanza de animales.
- ✓ En congelación.

Entre sus usos medicinales el dióxido de carbono USP se utiliza para la insuflación y, por lo regular, se combina con oxígeno o aire como estimulante respiratorio para promover la respiración profunda.

En la industria del Petróleo y Gas el dióxido de carbono puede aplicarse a su depósito

como método de recuperación terciaria de petróleo. Y puede incorporarse junto con otros como fluido de fracturamiento energizado (fracking) en depósitos no convencionales, tanto para pozos horizontales como verticales de largo alcance.

En la industria de la pulpa y papel el dióxido de carbono es un gas industrial utilizado para controlar los niveles de pH, mejorar el rendimiento de la pulpa y lavar la pulpa cruda y la materia blanqueada.

Para el tratamiento de agua y aguas residuales el dióxido de carbono es una alternativa segura a los ácidos minerales como reemplazo de los químicos que se emplean para la reducción del pH, lo que reduce costos y mejora la seguridad y flexibilidad de la planta.

En la industria metalmecánica y especialmente para soldar, a menudo, el dióxido de carbono se mezcla con el argón como gas de protección utilizado para prevenir la contaminación atmosférica de metal fundido en los procesos de soldadura por arco eléctrico.

Es importante destacar el rol de las empresas que producen y distribuyen gases industriales, entre los cuales se encuentra el CO<sub>2</sub> como producto. De acuerdo a la poca información disponible con respecto a los procesos de obtención del mismo, publicados oficialmente por el sector, se desprende que debido a las exigencias de pureza y para la comercialización del producto (con usos vinculados a la industria alimenticia y sanitaria), el CO<sub>2</sub> se produce en condiciones muy controladas, haciendo difícil el aprovechamiento de corrientes residuales.

Empresas del sector publican entre sus objetivos estratégicos para el corto o mediano plazo el estudio de posibilidades para el armado de proyectos específicos donde puedan aprovecharse sinergias para la adecuación de corrientes de CO<sub>2</sub> residual. Dichas tecnologías existen, pero no se encuentran desarrolladas a escala comercial de forma genérica, siendo viables en algunos casos particulares.

En la medida que se pueda expandir el uso a escala comercial de tecnologías para el aprovechamiento de corrientes residuales de CO<sub>2</sub> será relevante incluir las industrias productoras/distribuidoras de gases industriales en el análisis de correlación espacial como actores de demanda de CO<sub>2</sub> residual.

**PERSONAL MÍNIMO LÍDER**



Item	Cargo	Cant	Dedicación	Profesión	Perfil
1	Director de Proyecto	1	100%	Profesional Geólogo, Ingeniero geólogo o Ingeniero en cualquier disciplina.	Experiencia general de QUINCE (15) años en la industria O&G, demostrar la participación específica en al menos CINCO (5) proyectos como director, coordinador, gerente de proyectos y/o líder de proyectos O&G. Demostrar la participación en al menos 1 proyecto de almacenamiento subterráneo de CO2 o Gas Natural.
2	Asesor experto en Captación y Transporte de CO2	1	100%	Profesional Ingeniero en cualquier disciplina.	Experiencia de CINCO (5) años relacionados a los procesos de captación y/o Transporte de CO2 o CINCO (5) proyectos en Captación o Transporte.
3	Asesor experto subsuelo - Almacenamiento de CO2.	1	100%	Profesional Geólogo, Ingeniero geólogo.	Experiencia general de DIEZ (10) años en la evaluación de reservorios y Demostrar la participación en al menos DOS (2) proyectos relacionados a CO2 en la temática de evaluación de reservorios.
4	Geólogos petrofísicos	4	100%	Profesional Geólogo, Ingeniero Geólogo, Ingeniero de petróleos	Experiencia general de CINCO (5) años en evaluación petrofísica.
5	Geólogos modeladores de Reservorios	6	100%	Profesional Geólogo, Ingeniero Geólogo, geofísico.	Experiencia general de CINCO (5) años en modelamiento estático de reservorios.
6	Interpretes de sísmica	4	100%	Profesional Geólogo, Ingeniero Geólogo, geofísico.	Experiencia general de CINCO (5) años en interpretación sísmica
7	Experto SIG	1	100%	Profesional en Ingeniería en cualquier disciplina o geología con experiencia en SIG	Experiencia general de CINCO (5) años como profesional SIG o demostrar 10 proyectos en esta rama.
8	Ingeniero experto en evaluación de integridad de pozos	1	100%	Profesional Ingeniero de petróleos	Experiencia general de DIEZ (10) años en la industria O&G relacionada a trabajos con integridad de pozos: Work over, Producción o abandonos de pozos.
9	Asesor experto en recuperación mejorada EOR - Inyección con CO2	1	50%	Profesional Ingeniero de petróleos, Ingeniero Químico, geólogo o ingeniero geólogo.	Experiencia general de QUINCE (15) años en la industria O&G relacionada a yacimientos y producción de hidrocarburos y demostrar la participación de al menos DOS (2) proyectos de CO2.
10	Asesor en economía de proyectos O&G - Almacenamientos	1	50%	Profesional en el área financiera, economía o Ingeniería	Experiencia de QUINCE (15) años en planeación financiera y desarrollo de proyectos de inversión de ingeniería
11	Ingeniero ambiental O&G	1	50%	Profesional en Ingeniería ambiental o administración ambiental	Experiencia general de DIEZ (10) años en la industria minero-energética y con especialización en relacionada.
12	Asesor experto en legislación	1	50%	Profesional en derecho con especialización en derecho minero-energético	Experiencia general de QUINCE (15) Años en temas minero-energéticos y con especialización en derecho minero energético
13	Administrativo	1	100%	profesional graduado en áreas administrativas	Experiencia general de CINCO (5) años en proyectos energéticos en temas administrativos y gestión de actividades de campo.

**Tabla 1. Tabla de personal mínimo**

<b>LUGAR DE EJECUCIÓN:</b>	Las áreas objeto de estudio son las Cuencas sedimentarias de Colombia onshore cercanas a las fuentes de emisión de CO2 y/o aquellas cuencas con posible implementación de inyección de CO2 como estrategia de recobro mejorado (EOR). Igualmente se tomarán áreas de estudio en el Offshore para su estudio de factibilidad para el almacenamiento.
<b>PROPUESTA ECONÓMICA:</b>	<p>Abajo se presenta la tabla de cotización económica, el cual debe ser diligenciada de manera clara e incluir todos los costos e impuestos que apliquen. EN PESOS COLOMBIANOS</p> <p>No deben ser modificadas por los interesados por ningún motivo ya que no podría ser comparada con otras cotizaciones o propuestas recibidas.</p>

	<p align="center"><b>AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS</b> FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121 05/10/2022 Versión N°3 Página 23 de 28</p>
---	--	--

## PROPUESTA ECONÓMICA DE LA CONSULTORÍA

Se requiere cotizar el presente proyecto de dos (2) maneras diferentes (independientes), Cotización por personal y cotización por productos, en donde los interesados deberán diligenciar las tablas **apuntando a generar el mismo valor final del proyecto** (Se enfatiza que no se complementan o se suman). Abajo se pegan las tablas como guía, pero igualmente se adjunta el Excel para mayor facilidad en su diligenciamiento.

### 1. COTIZACIÓN POR PERSONAL

(\*) Se recomienda diligenciar el documento Excel que acompaña al presente sondeo técnico sin modificarla y enviarla el correo indicado junto con una versión PDF.

**Tabla 1. Por personal mínimo. Se sigue ver en detalle y diligenciar en planilla excel**

TABLA 1. COTIZACIÓN POR ESTIMACION PERSONAL MINIMO								
		A	B	C	D	E	F	G
Item	Producto	Valor honorarios MES \$	Dedicacion	VALOR MES (A*B), \$	Factor Multiplicador	# Meses	Cant	TOTAL (C*D*E*F), \$
1	Director de Proyecto		100%	\$ 0		6	1	\$ 0,0
2	Ingeniero experto en Captación y Transporte de CO2		100%	\$ 0		6	1	\$ 0,0
3	Asesor de Almacenamiento de CO2 - Subsuelo - Geólogo		100%	\$ 0		6	1	\$ 0,0
4	Geólogos petrofísicos		100%	\$ 0		6	4	\$ 0,0
5	Geólogos modeladores de Reservorios		100%	\$ 0		6	6	\$ 0,0
6	Interpretes de sísmica		100%	\$ 0		6	4	\$ 0,0
7	Experto SIG		100%	\$ 0		6	1	\$ 0,0
8	Ingeniero experto en evaluación de integridad de pozos		100%	\$ 0		6	1	\$ 0,0
9	Ingeniero experto en recuperación mejorada EOR - Inyección con CO2		50%	\$ 0		6	1	\$ 0,0
10	Economista de proyectos O&G - Almacenamientos		50%	\$ 0		6	1	\$ 0,0
11	Ingeniero ambiental O&G		50%	\$ 0		6	1	\$ 0,0
12	Abogado experto en legislación O&G		50%	\$ 0		6	1	\$ 0,0
13	Administrativo		100%	\$ 0		6	1	\$ 0,0
	SUBTOTAL PERSONAL							\$ 0,0
2. ESTIMACION COSTOS DE VISITAS IN SITU Y/O COMISIONES (Empresas y campos seleccionados)								
Item	Tipo visita In Situ	Número de visitas		valor por visita			Costo \$ pesos COL	
A	Estimación visitas a campo para Scouting en Prospectos promisorios y análisis de integridad en áreas libres						\$ 0,0	
B	Estimación visitas a industrias con potencial en captura						\$ 0,0	
	TOTAL COSTOS VISITAS IN SITU Y/O COMISIONES							\$ 0,0
3. ESTIMACION SOFTWARE								
Item	Tipo Software	Cantidad		Valor unitario - licencia			Subtotal Software	
A	Software Petrotécnico						\$ 0,0	
B	SIG						\$ 0,0	
C	Ofimatica y otros software						\$ 0,0	
	SUBTOTAL SOFTWARE							\$ 0,0
TOTALES								
	TOTAL PROPUESTA ANTES DEL IMPUESTO (1+2+3)						0,0	
	IVA		19%				0,0	
	TOTAL PROYECTO INCLUYENDO IVA						0,0	

## 2. COTIZACIÓN POR PRODUCTOS

(\*) Se recomienda diligenciar el documento Excel que acompaña al presente sondeo técnico sin modificarla y enviarla el correo indicado junto con una versión PDF.

**Sub-tablas detalle por productos** - Se sigue ver en detalle y diligenciar en planilla excel

PRODUCTO 1	
Informe diagnóstico y Análisis de las emisiones de CO2 y su Factibilidad de uso para Almacenamientos de CO2.	
CONCEPTO	VALOR
Honorarios personal	
Software	
Visitas a industrias	
VALOR TOTAL	\$ 0

PRODUCTO 2	
Informe diagnóstico de prospectividad de cuencas sedimentarias con potencial en Almacenamientos para CO2.	
CONCEPTO	VALOR
Honorarios personal	
Software	
VALOR TOTAL	\$ 0

PRODUCTO 3	
Informe del análisis geológico detallado de áreas y estructuras geológicas promisorias - (15 prospectos)	
CONCEPTO	VALOR
Honorarios personal	
Software	
Visitas Litoteca	
VALOR TOTAL	\$ 0

PRODUCTO 4	
Elaborar mapas de correlación geográfica y su correspondiente informe análisis.	
CONCEPTO	VALOR
Honorarios personal	
Software	
VALOR TOTAL	\$ 0

|  | | | |

PRODUCTO 5	
Informe de integridad de los pozos existentes en el caso de prospectos en campos depletados.	
CONCEPTO	VALOR
Honorarios personal	
Software	
Visitas a campo	
VALOR TOTAL	\$ 0

PRODUCTO 6	
Informe de clasificación/rankeo que contenga una la tabla de riesgo integrando un análisis por riesgo geológico del reservorio y el riesgo por integridad de pozos:	
CONCEPTO	VALOR
Honorarios personal	
Software	
VALOR TOTAL	\$ 0

PRODUCTO 7			
Set de productos geológicos por cada estructura analizada (En total 15 estructuras geológicas). Se postulan inicialmente 10 estructuras onshore y 5 estructuras Offshore pero su distribución puede ajustarse debido a aspectos técnicos); Dos (2) perfiles geológicos, columna con la interpretación petrofísica, una correlación estructural, mapa estructural al tope y base del reservorio, mapa isópaco Y MODELO ESTÁTICO en donde se debe entregar el proyecto PETREL. Elaboración de un Poster con la información geológica relevante de los prospectos analizados. Debe tener una estimación y/o cálculo de capacidad de almacenamiento CO2.			
CONCEPTO	Valor unitario	#	VALOR por 15 estructuras o areas
Honorarios personal		15	\$ 0
Software		15	\$ 0
VALOR TOTAL	\$ 0	15	\$ 0

|  | | | |

PRODUCTO 8	
Informe con un análisis técnico/financiero de factibilidad de un proyecto tipo en el Onshore y otro en el Offshore.	
CONCEPTO	VALOR
Honorarios personal	
Software	
VALOR TOTAL	\$ 0

PRODUCTO 9	
Informe del análisis de factibilidad ambiental	
CONCEPTO	VALOR
Honorarios personal	
Software	
VALOR TOTAL	\$ 0

PRODUCTO 10	
Informe de análisis de Aspectos Regulatorios / Legales:	
CONCEPTO	VALOR
Honorarios personal	
Software	
VALOR TOTAL	\$ 0

PRODUCTO 11	
Informe de análisis de fallencias, alternativas de EOR y optimización, ALTERNATIVAS DE MONITOREO y recomendaciones técnicas:	
CONCEPTO	VALOR
Honorarios personal	
Software	
VALOR TOTAL	\$ 0

|  | | | |

PRODUCTO 12	
Informe final integrador	
CONCEPTO	VALOR
Honorarios personal	
Software	
VALOR TOTAL	\$ 0

PRODUCTO 13	
Base de Datos SQL Server 2008 R2, sobre el sistema Operativo Windows 2008 R2 Enterprise Edición.	
CONCEPTO	VALOR
Honorarios personal	
Software	
VALOR TOTAL	\$ 0

**Tabla 2. Cotización consolidada por productos**

(\*) Se recomienda diligenciar el documento Excel que acompaña al presente sondeo técnico sin modificarla y enviarla el correo indicado junto con una versión PDF.

(\*\*) Nótese que en la presenta tabla se deben consignar los valores totales que arrojaron las denominadas SUB-TABLAS detalle por productos. Ver sub-tablas líneas arriba.

**TABLA 2. COTIZACIÓN CONSOLIDADA DE PRODUCTOS**

Item	Producto	Costo \$ pesos COL
1	Informe diagnóstico y Análisis de las emisiones de CO2 y su Factibilidad de uso para Almacenamientos de CO2.	
2	Informe diagnóstico de prospectividad de cuencas sedimentarias con potencial en Almacenamientos para CO2.	
3	Informe del análisis geológico detallado de áreas y estructuras geológicas promisorias - (15 prospectos)	
4	Elaborar mapas de correlación geográfica y su correspondiente informe análisis.	
5	Informe de integridad de los pozos existentes en el caso de prospectos en campos depletados.	
6	Informe de clasificación/rankeo que contenga una la tabla de riesgo integrando un análisis por riesgo geológico del reservorio y el riesgo por integridad de pozos:	
7	<b>Set de productos geológicos por cada estructura analizada (En total 15 estructuras geológicas).</b> Se postulan inicialmente 10 estructuras onshore y 5 estructuras Offshore pero su distribución puede ajustarse debido a aspectos técnicos: Dos (2) perfiles geológicos, columna con la interpretación petrofísica, una correlación estructural, mapa estructural al tope y base del reservorio, mapa isópaco Y MODELO ESTÁTICO en donde se debe entregar el proyecto PETREL. Elaboración de un Poster con la información geológica relevante de los prospectos analizados. Debe tener una estimación y/o cálculo de capacidad de almacenamiento CO2.	
8	Informe con un análisis técnico/financiero de factibilidad	
9	Informe del análisis de factibilidad ambiental	
10	Informe de análisis de Aspectos Legales	
11	Informe de análisis de falencias, alternativas de EOR y optimización, ALTERNATIVAS DE MONITOREO y recomendaciones técnicas:	
12	Informe final integrador	
13	Base de Datos SQL Server 2008 R2, sobre el sistema Operativo Windows 2008 R2 Enterprise Edición.	
	<b>TOTAL PRODUCTOS</b>	0
<b>TOTALES</b>		
	<b>TOTAL PROYECTO (P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7 + P8 + P9 + P10 + P11 + P12 + P13) SIN IVA</b>	0
	<b>IVA 19%</b>	0
	<b>TOTAL PROYECTO (1 + 2) INCLUYENDO IVA</b>	0

**NOTA 1. I** Es importante mencionar que el desarrollo de almacenamientos de CO2 en el mundo se presentan cuatro (4) segmentos separados en la cadena (Captación, Transporte, Uso y Almacenamiento) y en cada segmento intervienen diferentes compañías, esto quiere decir que en el mundo se presentan compañías específicas para cada uno de estos cuatro procesos y no existe una única compañía que tenga el conocimiento en los cuatro segmentos. Por lo anterior, es posible que la empresa ejecutora de la presente consultoría tenga que contratar algunos asesores del personal mínimo que intervienen en los productos 1, 2, 3, 7, 8, 11 o subcontratar el producto a través de otras compañías por su naturaleza de servicio. En relación con lo anterior, es importante mencionar que en Colombia existe la limitante de encontrar algunos perfiles del personal mínimo con la experiencia en captura o transporte y/o almacenamiento de CO2.

**NOTA 2:** Las tablas de cotización deben estar diligenciadas en pesos colombianos y tener en cuenta los respectivos impuestos sin importar que algunos de los perfiles puedan estar contratados en el exterior con moneda diferente al peso colombiano.

**NOTA 3: Cotización por personal:**



- En los valores unitarios deben estar incluidos todos los costos logísticos, administrativos, financieros y técnicos indispensables para la ejecución del proyecto.
- La conformación del Factor Multiplicador sobre los costos de personal incluye sueldos, jornales, horas extras, primas, viáticos, prestaciones sociales, costos indirectos asociados con la prestación de servicios de una firma de consultoría, así como sus honorarios.
- En consecuencia, según Colombia Compra Eficiente, el Factor multiplicador está conformado por los siguientes componentes del costo:
  1. Costos de personal
  2. Prestaciones sociales
  3. Costos indirectos de la compañía, costos de perfeccionamiento, impuestos y timbres del contrato.
  4. Honorarios

**NOTA 4: Cotización por productos:**

- Se solicita diligenciar las tablas independientes a cada producto (sub-tablas) y posteriormente unificar la información en la tabla consolidada de productos.
- En los valores unitarios de cada producto deben estar incluidos todos los costos administrativos, financieros y técnicos como (personal técnico y (\*) Software) indispensables para la ejecución del proyecto.
- Software: Se enfatiza que en la estimación de los costos de los productos que requieren un software específico de geociencias como PETREL, SIG o similares, este incluido el costo por el licenciamiento.

**NOTA 5:** Se solicita DILIGENCIAR LAS DOS FORMAS DE COTIZACIÓN (POR PERSONAL Y POR PRODUCTO) APUNTANDO A UN MISMO VALOR FINAL, IGUALMENTE SE SOLICITA NO CAMBIAR LAS TABLAS ECONÓMICA PROPUESTA con el fin de poder ser comparada y analizada junto con otras respuestas. Si estas tablas son ajustadas, difícilmente podrán ser ingresadas al análisis económico previsto. Si se tienen propuestas, comentarios, recomendaciones o cualquier otro concepto que no se haya incluido dentro del formato para el sondeo, por favor allegarlas como comentarios por aparte.

**Descargo de Responsabilidad:** La Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH, aclara que ni el envío de esta comunicación ni la respuesta a la misma generan compromiso u obligación de contratar, habida cuenta que no se está formulando invitación para participar en un concurso o proceso selectivo, sino, se reitera, se está realizando un sondeo de mercado del que eventualmente se puede derivar un proceso de selección para la elaboración de un contrato que permita ejecutar el proyecto.

Se requiere un servicio integrado completo. Se estima dar inicio al proyecto para después del segundo semestre del presente año.

**ENTREGA DE INFORMACIÓN DEL SONDEO DE MERCADO:** Las firmas interesadas podrán enviar **observaciones y/o consultas** del sondeo a más tardar el día **17 de abril de 2023** y deberán presentar **las cotizaciones del presente sondeo** de mercado al correo electrónico: [estudios.mercado@anh.gov.co](mailto:estudios.mercado@anh.gov.co) a más tardar el día **20 de abril de 2023**.

**Carlos Alberto Rey González**  
**Vicepresidente Técnico (E)**  
**Agencia Nacional de Hidrocarburos**

Aprobó: Carlos Alberto Rey Gonzales – Vicepresidente Técnico  
Revisó: Sait Khurama Velasquez – Gerente de Gestión del Conocimiento  
Proyectó: Hugo Hernán Buitrago Garzón – Gestor T1 Grado 17/ Componente Técnico