



Al contestar cite Radicado 20262010356273

Id: 2098463

Folios: 58 Fecha: 23-04-2026 18:29:03

*Anexos: 1 ARCHIVOS INFORMÁTICOS
(PDF, WORD, EXCEL, PPT, ZIP)*


Remitente: VICEPRESIDENCIA TECNICA

Destinatario: OFICINA ASESORA JURIDICA

SONDEO DE MERCADO

La Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) adelanta el presente sondeo de mercado con el fin de realizar el análisis económico y financiero que soportará la determinación del presupuesto oficial de un posible proceso de selección contractual. Este sondeo está orientado a la ejecución de un programa exploratorio de perforación de pozos geotérmicos en varias áreas del territorio colombiano, con una profundidad objetivo de 1 km (3.300 pies), para la obtención de información directa del subsuelo que permita evaluar el potencial geotérmico en diferentes regiones.

Si su empresa se encuentra interesada en participar, le agradecemos remitir la información solicitada bajo los parámetros establecidos a continuación.

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS</p> <p align="center">FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121</p> <p>31/11/2023</p> <p>Versión N°4</p> <p>Página 2 de 58</p>
---	--	--


NOTA: La ANH aclara que ni el envío de esta comunicación ni la respuesta a la misma generan compromiso u obligación de contratar. Este documento no constituye invitación para participar en un concurso o proceso selectivo; se trata exclusivamente de un sondeo de mercado, del cual eventualmente se puede derivar un proceso de selección para la elaboración de contratos que permitan ejecutar el programa exploratorio.

I. NUMERO DE PROCESO DE COTIZACION:

II. DE LA NECESIDAD.

En atención a los compromisos establecidos por el Gobierno Nacional en la Ley 2294 de 2023 – Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”, se dispone como eje de transformación el impulso de actividades que profundicen en el uso de energías limpias, intensivas en conocimiento e innovación, que respeten y garanticen los derechos humanos y contribuyan a la resiliencia frente a los choques climáticos.

En desarrollo de lo anterior, el Ministerio de Minas y Energía, mediante la Resolución 40234 de 2023, modificada por la Resolución 40066 del 20 de febrero de 2024 y prorrogada por la Resolución 40051 de 2025, delegó en la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) la elaboración de insumos técnicos y el apoyo necesario para la formulación y diseño de la política pública en el marco de las Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE), específicamente en relación con los recursos energéticos geotérmicos, eólicos, hidrógeno, captura, almacenamiento y uso de carbono (CCUS), así como alternativas geológicas para el almacenamiento subterráneo de dióxido de carbono (CO₂).

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS</p> <p align="center">FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121</p> <p>31/11/2023</p> <p>Versión N°4</p> <p>Página 3 de 58</p>
---	--	--

La delegación comprende la ejecución de estudios, diagnósticos, identificación de necesidades, investigación aplicada, recomendaciones de política pública y estructuración de procesos orientados a la promoción y aprovechamiento sostenible de las FNCE objeto de la presente delegación.

Los estudios adelantados por la ANH y otras entidades en áreas con potencial geotérmico (Cajamarca, Santa Rosa, Herveo, Norcasia) deben ser complementados con información directa del subsuelo obtenida mediante la perforación de pozos geotérmicos estratigráficos. Estos datos permitirán calcular el gradiente geotérmico, mejorar los modelos de subsuelo y evaluar con mayor precisión el potencial de generación de energía geotérmica en las áreas a evaluar para geotermia en Colombia.

Por lo anterior, se requiere la perforación de pozos estratigráficos, con profundidad objetivo de $\cong 1$ km (3.300 pies), que permitan obtener datos directos del subsuelo para:

- Medir la temperatura y el gradiente geotérmico.
- Determinar la permeabilidad y la composición de fluidos.
- Caracterizar la litología y la estructura de las unidades geológicas.
- Ajustar y robustecer los modelos geotérmicos regionales.

Esta información será determinante para evaluar la viabilidad técnica y económica del recurso, definir áreas estratégicas para futuros procesos de asignación y contribuir al cumplimiento de los objetivos de la Transición Energética, fortaleciendo la diversificación de la matriz energética nacional.

III. OBJETO PARA CONTRATAR

El objeto del contrato consiste en la obtención y análisis integral de información geológica, geofísica, hidrogeológica y térmica mediante la perforación de pozos de gradiente geotérmico en diferentes áreas del país, con una profundidad objetivo de $\cong 1$ km (3.300 pies), Esta información permitirá caracterizar las condiciones del subsuelo y ajustar los modelos geotérmicos regionales para evaluar con mayor precisión el potencial del recurso. Para ello, se deberán garantizar, como mínimo, los siguientes componentes:

- *Registro litológico y recuperación de núcleos para análisis mineralógico, geoquímico y petrofísico.*
- *Adquisición de registros geofísicos (gamma ray, SP, resistividad, densidad, sónico, temperatura y presión) para caracterización estratigráfica y térmica.*
- *Medición del gradiente geotérmico y pruebas de presión en profundidad.*
- *Muestreo y análisis químico de fluidos para determinar composición y origen.*
- *Identificación de fracturas y estructuras que controlan el flujo de calor y fluidos.*
- *Tomografía y análisis especiales de núcleos como lo son, permeabilidad, porosidad análisis mineralógicos, fluidos contenidos en el núcleo para correlación y ajuste de modelos.*
- *Integración de todos los datos en informes técnicos que sustenten la viabilidad del recurso.*
- *Análisis isotópico avanzado: Determinación de isótopos clave ($^3\text{He}/^4\text{He}$, $\delta^{18}\text{O}$, δD , $\delta^{13}\text{C}$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) para identificar el origen de los fluidos, diferenciar contribuciones magmáticas y evaluar procesos de fraccionamiento.*

- *Caracterización hidrogeoquímica integral: Muestreo y análisis químico de aguas y gases (incluyendo radón y gases menores) para establecer zonas hidrogeoquímicas, evaluar interacción roca-fluido y anticipar riesgos de incrustación o corrosión.*

Nota: se recomienda la perforación con motor de fondo.

IV. CÓDIGOS UNSPSC APLICABLES AL OBJETO CONTRACTUAL

En el marco del presente sondeo de mercado, y conforme a los lineamientos establecidos por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), se requiere la identificación de los códigos UNSPSC (United Nations Standard Products and Services Code®) aplicables al objeto contractual. Estos códigos permiten la clasificación estandarizada de bienes y servicios, garantizando la coherencia técnica y administrativa en los procesos de contratación. Para el proyecto de perforación de pozos geotérmicos, se priorizan los códigos específicos que reflejan las actividades principales del alcance, tales como perforación, registro, muestreo, abandono y restauración, complementados con códigos genéricos que aseguren la cobertura integral de los servicios requeridos.

Código UNSPSC	Descripción
42172400	Equipos de perforación geotérmica
72152802	Servicios de perforación de pozos geotérmicos
72152800	Servicios de perforación de pozos de agua (complementario)
72152801	Perforación de pozos geotérmicos exploratorios
71122000	Servicios de perforación de pozo (genérico)

Código UNSPSC	Descripción
71121600	Perforación de pozos con taladro
71112100	Servicios de registro de pozo abierto
71112152	Registro de gradiente de temperatura en pozos
71112000	Servicios de registro de pozo cerrado
71141100	Servicios de taponamiento y abandono del pozo
71141200	Servicios de restauración del sitio del pozo
81151700	Geología

V. ASPECTOS TÉCNICOS Y ACTIVIDADES A EJECUTAR:


El contratista y/o ejecutor del proyecto debe desarrollar las siguientes actividades, garantizando el cumplimiento de la normatividad vigente y la obtención de la información técnica requerida:

1. Diseño y Planeación

Presentar el diseño de cada pozo y el programa detallado de perforación, incluyendo adquisición de núcleos y ensayos complementarios.

Elaborar e implementar el Plan de Gestión Ambiental (PGA) y el Plan de Gestión Social (PGS), así como gestionar permisos, consultas previas y licencias ambientales cuando aplique.

Tramitar y obtener los permisos, autorizaciones y/o instrumentos ambientales que resulten aplicables ante la autoridad competente (ANLA o CAR), conforme a la Ley 99 de 1993 y el Decreto 1076 de 2015, incluyendo la elaboración de los estudios ambientales requeridos y

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS</p> <p align="center">FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121</p> <p>31/11/2023</p> <p>Versión N°4</p> <p>Página 7 de 58</p>
---	--	--

asegurando el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, en concordancia con la CIRCULAR 000021-7 del 25 de agosto de 2025.

Radicación de formas operacionales ante la ANH.

2. Preparación del Sitio

- *Negociar y adquirir la servidumbre de los predios requeridos para la construcción de locaciones.*
- *Construir las locaciones y adecuar o construir vías de acceso según las necesidades del proyecto.*
- *Instalación de infraestructura básica (campamento, sistemas de seguridad industrial y ambiental).*
- *Protocolos HSE y bioseguridad.*

3. Perforación y Muestreo


Perforar pozos estratigráficos con una profundidad objetivo de $\cong 1$ km (3.300 pies), según el área.

Corazonar al menos 2.500 pies de núcleos por pozo, con recuperación $\geq 90\%$, y tomar muestras de zanja (seca y húmeda) y fluidos.

Implementar sistemas de muestreo en tiempo real con cromatografía de alta resolución para análisis de gases.

4. Registros y Caracterización

El contratista deberá garantizar la adquisición de registros y análisis que permitan caracterizar integralmente las condiciones del subsuelo, asegurando la calidad y confiabilidad de los datos bajo condiciones geotérmicas extremas:

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS</p> <p align="center">FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121</p> <p>31/11/2023</p> <p>Versión N°4</p> <p>Página 8 de 58</p>
---	--	--

Registros litológicos detallados: *Elaborar descripciones completas de las unidades perforadas, correlacionadas con núcleos y muestras de zanja.*

Registros eléctricos y geofísicos: *Adquirir registros con herramientas certificadas para alta temperatura (≥ 200 °C) y alta presión, incluyendo:*

Gamma Ray, SP, Resistividad (Inducción y Laterolog).

Sónico y Densidad-Neutrón para estimación de propiedades petrofísicas.

Litho-Scanner para análisis mineralógico.

Televiewer óptico y acústico para caracterización de fracturas y orientación estructural.

Caliper y CBL (Cement Bond Log) para control de integridad.

Registros adicionales recomendados:

Registro de temperatura continuo para correlación con gradiente geotérmico.

NMR (Nuclear Magnetic Resonance) para estimación de porosidad efectiva y permeabilidad.

Tomografía computarizada de núcleos: Realizar escaneo digital de alta resolución (>1500 cortes/m) para análisis estructural, densidad, microfracturas y heterogeneidad interna.

Complementar con micro-CT para caracterización de porosidad y conectividad.

Control de calidad y trazabilidad: Implementar protocolos de QA/QC, calibración previa de herramientas, redundancia de sensores y respaldo digital. Integrar los datos en plataformas especializadas para correlación con modelos geotérmicos.

5. Preservación y Entrega

- Preservar, empacar y enviar núcleos, muestras de zanja y fluidos a la Litoteca Nacional (SGC) conforme al manual EPIS.

6. Geoquímica y Análisis Especiales

- Ejecutar análisis geoquímicos e isotópicos ($^3\text{He}/^4\text{He}$, $\delta^{18}\text{O}$, δD , $\delta^{13}\text{C}$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) y caracterización hidrogeoquímicas para determinar el origen de los fluidos y establecer zonas hidrogeoquímicas.

Estos análisis son fundamentales para identificar la procedencia (meteórica, magmática o mixta) y evolución de los fluidos, evaluar procesos de interacción roca-fluido y definir la integridad y sostenibilidad del sistema geotérmico, lo que permite estimar el potencial energético y anticipar riesgos operativos como incrustación o corrosión.

7. Abandono y Recuperación

Realizar abandono mecánico conforme a normativa vigente.

Recuperar civil y ambientalmente las áreas intervenidas.


Evaluación de riesgos operativos (incrustación, corrosión, gases ácidos).

Plan de manejo de fluidos y permisos de vertimiento. según Decreto 1076 y Resolución 631.

Cumplimiento Normativo

Cumplir con las resoluciones aplicables (40622 de 2023 y 40537 de 2024), así como con los lineamientos establecidos en el Manual de Entrega de Información Técnica del EPIS y los requerimientos del Banco de Información Energética (BIEN).

La información generada deberá ser debidamente consolidada, integrada y correlacionada a nivel regional, con el fin de soportar la elaboración del informe técnico final, el cual incluirá análisis, resultados y recomendaciones.

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS</p> <p align="center">FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121</p> <p>31/11/2023</p> <p>Versión N°4</p> <p>Página 10 de 58</p>
---	--	---

El producto consolidado será incorporado al Banco de Información Energética (BIEN) como parte del informe final del proyecto, una vez se encuentre formalizado y vigente el manual o documento oficial de entrega de información correspondiente.

Nota 1: *Cualquier ajuste o modificación de los polígonos de las áreas de estudio solo podrá realizarse previa revisión, evaluación y aprobación escrita de la supervisión de la ANH. El Contratista deberá sustentar la solicitud en criterios técnicos, geológicos y operativos debidamente documentados. En ningún caso el ajuste podrá alterar los objetivos, alcances, entregables o resultados esperados, ni afectar el cronograma o el cumplimiento de las actividades programadas; siempre deberá mantener la coherencia con los fines estratégicos y técnicos del proyecto.*

Nota 2: *Consulta previa (si aplica): Si la autoridad competente determina su procedencia, el Contratista adelantará el trámite y su gestión social, técnica y logística conforme a la normativa vigente. Este concepto se considera dentro del costo global del contrato y no genera reconocimientos adicionales ni renglones separados en la propuesta.*

8. Ensayos para Evaluación del Potencial Geotérmico

El contratista deberá ejecutar un programa completo de ensayos posterior a la perforación, con el fin de confirmar la viabilidad técnica y energética del reservorio. Estos ensayos deberán realizarse bajo condiciones controladas, cumpliendo protocolos de seguridad industrial y normatividad ambiental vigente, e incluir como mínimo:

Medición de condiciones estáticas y dinámicas: *Registrar temperatura y presión en fondo y superficie para establecer el gradiente geotérmico y la respuesta del reservorio.*

Ensayos de descarga controlada: Determinar caudal másico, entalpía y estabilidad del flujo mediante apertura gradual del pozo.

Ensayos prolongados (≥ 72 horas): Evaluar la capacidad de entrega sostenida, comportamiento térmico e hidráulico del reservorio.

Toma y análisis de muestras: Recolectar agua, vapor y gases para caracterización físico-química e isotópica, incluyendo control de gases ácidos (CO_2 , H_2S).

Interpretación técnica: Estimar permeabilidad, transmisividad, volumen efectivo y energía térmica recuperable aplicando metodologías reconocidas internacionalmente (IGA, SPE).

Equipos mínimos requeridos: Separador bifásico, caudalímetro másico, sensores de presión y temperatura de alta precisión, sistemas de muestreo químico y control ambiental.

Estos ensayos son críticos para definir la sostenibilidad del sistema, dimensionar futuras instalaciones y garantizar la seguridad operativa y ambiental.

Nota 1: Los ensayos descritos deberán ejecutarse en un periodo estimado de hasta una (1) semana por pozo, contado a partir de la finalización de las actividades de perforación y acondicionamiento del mismo. Este periodo podrá ajustarse en función de las condiciones operacionales reales del pozo, la estabilidad del flujo, las características del reservorio y los requerimientos técnicos necesarios para garantizar la calidad y confiabilidad de la información obtenida.

En todo caso, será responsabilidad exclusiva del contratista la planeación, ejecución, supervisión y aseguramiento de la calidad de los ensayos, así como la provisión de los equipos, personal, logística y recursos requeridos, garantizando el cumplimiento de estándares técnicos internacionales, condiciones de seguridad industrial y normatividad ambiental vigente.

Nota 2: El objetivo técnico de la perforación se considera cumplido cuando se registre una temperatura de fondo igual o superior a 250 °C a la profundidad objetivo definida de ≈ 3.300 pies (≈ 1 km), ya sea mediante medición directa o inferencias consistentes del gradiente geotérmico. En caso de alcanzarse la profundidad objetivo sin superar dicho umbral de temperatura, igualmente se considerará cumplido el objetivo técnico, reconociéndose y pagándose la totalidad de la fase de perforación del pozo.

Nota 3: El CONTRATISTA deberá prever, disponer, movilizar, mantener y operar herramientas, BHA, materiales, fluidos y sistemas de cementación certificados para ambientes geotérmicos HTHP, con capacidad nominal ≥ 250 °C y presiones acordes al sobre operativo del pozo (incluyendo, entre otros, MWD/LWD, PDM, RSS, sensores, electrónica, sellos y elastómeros). Todos los equipos deberán contar con certificados de fabricante, calibraciones vigentes y pruebas FAT/SAT a condiciones de temperatura y presión equivalentes o superiores a las previstas. Queda prohibido operar con especificaciones inferiores a las condiciones esperadas, debiendo establecerse límites operativos y criterios de parada debidamente documentados.

En caso de que la temperatura de fondo supere los 250 °C, o que las condiciones excedan el sobreoperativo seguro de los equipos disponibles, se deberá detener la profundización, asegurar el pozo y ejecutar una evaluación técnico-operativa. La reanudación de las actividades estará sujeta a la implementación de medidas de mitigación viables (por ejemplo, uso de herramientas certificadas para rangos de 250–300 °C, selección de BHA y materiales para ambientes extremos, y ajustes al programa operativo).

Nota 4: El programa de corazonamiento continuo se ejecutará en una longitud aproximada de 2.500 pies dentro de la profundidad total del pozo de ≈ 3.300 pies (≈ 1 km), con el propósito

de realizar la caracterización detallada de las unidades atravesadas y de sus propiedades térmicas, estructurales e hidrogeológicas. Este enfoque permitirá una evaluación integral del gradiente geotérmico y la identificación de zonas de interés a lo largo de la sección corazonada.

Este programa, así como la perforación del pozo, se realizará exclusivamente con equipos, materiales y fluidos compatibles con las temperaturas y presiones esperadas, bajo criterios estrictos de seguridad operacional y viabilidad técnica.

El corazonamiento continuo de los 2.500 pies dentro del intervalo total del pozo constituye un hito técnico obligatorio del proyecto, cuya ejecución deberá ser garantizada por el contratista, asegurando condiciones adecuadas de recuperación, preservación y calidad de la información obtenida, de conformidad con los estándares técnicos aplicables.

Nota 5: *Durante las operaciones de corazonamiento, el contratista deberá garantizar el control y mantenimiento de la verticalidad del pozo, considerando que se podrán atravesar formaciones consolidadas que pueden inducir desviaciones no deseadas. Para tal efecto, el contratista deberá incluir dentro de su programa de corazonamiento la implementación de herramientas y/o métodos de medición de desviación (survey y/o Gyro), que permitan monitorear y verificar la trayectoria del pozo a lo largo de la sección perforada. Asimismo, deberá adoptar las prácticas operacionales necesarias para corregir o mitigar desviaciones, asegurando el cumplimiento de los criterios de verticalidad definidos para el proyecto.*

Nota 6: *Cuando se presenten limitaciones mecánicas, técnicas, geológicas, logísticas u operacionales propias del subsuelo o de la operación que impidan alcanzar la profundidad objetivo de ≈ 3.300 pies (≈ 1 km) o cumplir el objetivo térmico definido, se podrá evaluar la*

ejecución de un sidetrack como alternativa, previa aprobación del supervisor del contrato. En caso de que dicha alternativa no resulte segura o técnicamente viable, el CONTRATISTA podrá proceder con el abandono del pozo conforme a la normativa vigente, garantizando en todo momento la seguridad operacional y la protección ambiental.

Aunque los sidetrack no están contemplados inicialmente, en caso de requerirse, el CONTRATISTA deberán definir los procedimientos necesarios que aseguren el aislamiento total de las zonas intervenidas, conforme a la legislación aplicable, estándares de integridad de pozo y mejores prácticas de la industria. El CONTRATISTA deberá asegurar la disponibilidad operativa tanto en cased hole como en open hole (incluyendo sistemas de desvío/whipstock, PDM, herramientas de orientación, equipos asociados y servicios de cementación para aislamiento y nuevos puntos de arranque), e incorporarlo dentro de la planeación operativa.

En caso de evaluarse un sidetrack por contingencias como pega de tubería u otras condiciones operacionales, se deberá presentar documentación técnica independiente del hueco original y de la nueva trayectoria, incluyendo como mínimo: punto de inicio (KOP), trayectoria propuesta, principales consideraciones técnicas, análisis de viabilidad, disponibilidad de herramientas, equipos y personal especializado.

Costos: Los costos asociados a la perforación y a la eventual ejecución de sidetrack serán reconocidos conforme a las fases del proyecto, sin que ello implique reconocimiento de valores adicionales por parte de la ANH.

VI. LUGAR DE EJECUCION:

El sondeo de mercado pretende evaluar la perforación de pozos de gradiente geotérmico en las siguientes áreas del territorio colombiano, seleccionadas por sus características geológicas, termales y de acceso logístico. Cada área presenta condiciones particulares que requieren perforación geotérmica profunda y adquisición de información integral para la evaluación del recurso y la temperatura crítica.

Áreas para el sondeo de mercado:

Cerro Piamonte: Área ubicada en jurisdicción del municipio de Pensilvania, departamento de Caldas, asociada a la cadena volcánica Ruiz- Cerro Bravo - El Escondido con presencia de manifestaciones termales y potencial para el desarrollo de recursos geotérmicos.

Volcán Romeral: Área ubicada en jurisdicción del municipio de Neira, departamento de Caldas, asociada al sector volcánico Ruiz- Cerro Bravo - El Escondido con presencia de manifestaciones termales y potencial para el desarrollo de recursos geotérmicos.

Granja Tesorito: Área ubicada en jurisdicción del municipio de Manizales, departamento de Caldas, localizada en el flanco occidental del complejo volcánico Nevado del Ruiz y asociado a la cadena de los volcanes monogenéticos Cerro San Cancio – Cerro Tesorito, con condiciones geológicas y tectónicas favorables para la circulación de fluidos geotermiales.

Termales San Vicente: Área ubicada en jurisdicción del municipio de Santa Rosa de Cabal, departamento de Risaralda, asociada al sistema volcánico del Parque Nacional Natural Los Nevados, con presencia de fuentes termales y condiciones favorables para el aprovechamiento geotérmico.

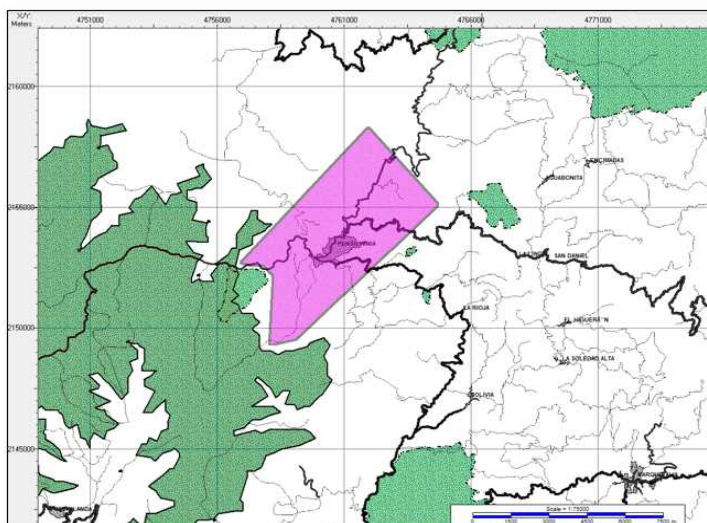
Juntas - Ibagué: Área ubicada en el cañón del Río Combeima, en jurisdicción del municipio de Ibagué, departamento del Tolima, asociada al entorno volcánico del Volcán Nevado del Tolima y reconocida por la presencia de manifestaciones termales y estructuras geológicas con potencial geotérmico.

Las coordenadas de cada área se encuentran definidas en el sistema MAGNA-SIRGAS Origen Nacional, conforme a los estándares cartográficos vigentes

AREA 1



Origen Nacional	
X	Y
4758244.6523	2154194.9254
4756917.6227	2152684.2445
4757332.3195	2152573.6587
4757837.8545	2152575.6334
4758217.0058	2152133.2902
4758053.1019	2149273.8575
4759107.6164	2149504.9029
4764745.5172	2155093.4350
4761957.1754	2158320.1705



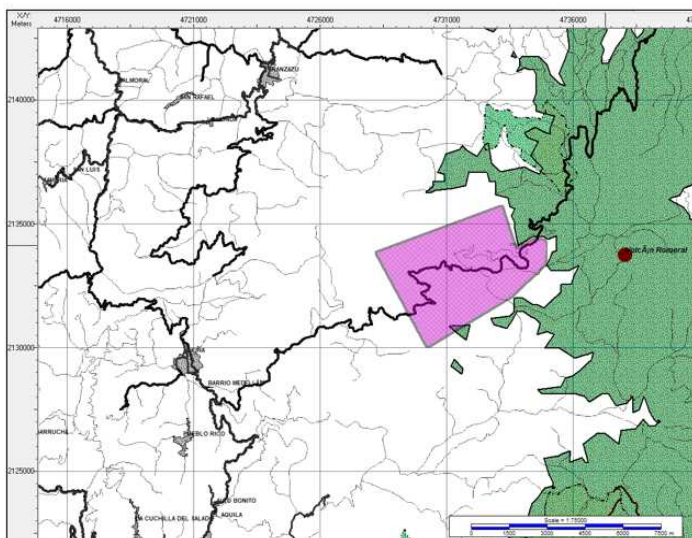
www.anh.gov.co

Figura 1. Esquema de localización, coordenadas, área 1.

AREA 2

Origen Nacional

X	Y
4734917.5753	2133321.4945
4735004.7032	2134038.7802
4734899.3392	2134338.6624
4734538.6701	2134419.7116
4733756.5450	2134018.5179
4733209.4627	2135728.6568
4728176.3052	2133840.2096
4730228.8771	2129955.9250
4733566.0793	2132012.5494



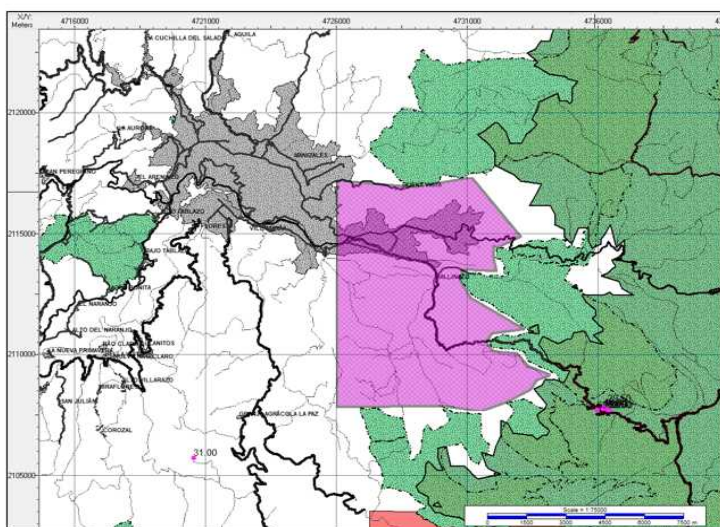
www.anh.gov.co

Figura 2. Esquema de localización, coordenadas, área 2

AREA 3

Origen Nacional

X	Y
4726024.7015	2117183.2741
4728977.4575	2116912.7635
4731189.1669	2117326.1494
4733059.8806	2114859.1694
4732158.8138	2114421.0185
4732034.9886	2114481.9787
4732014.0335	2113980.9627
4732135.9538	2113438.0366
4730838.6462	2113518.0467
4730735.7760	2113077.9909
4731139.6368	2112338.8494
4733193.2309	2111030.1118
4731968.3134	2110864.3764
4731739.7130	2110490.9957
4732010.2235	2110115.7099
4732903.6703	2110033.7948
4733318.9611	2109517.5387
4734212.4079	2109144.1580
4733690.4369	2108934.6076
4733433.2614	2108542.1768
4732505.5245	2108016.3957
4731532.0676	2107641.1100
4730057.5946	2107865.9004
4726032.3216	2107818.2753
4726013.2715	2112502.6797



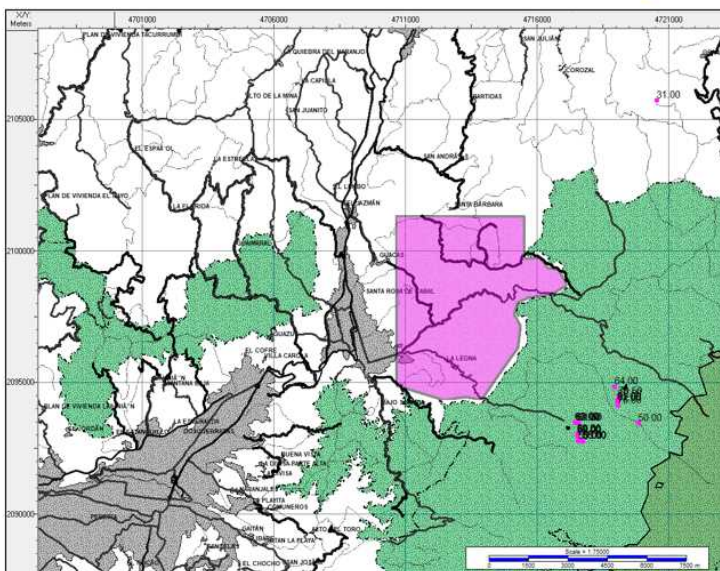
www.anh.gov.co

Figura 3. Esquema de localización, coordenadas, área 3

AREA 4



Origen Nacional	
X	Y
4715526.0858	2101301.7470
4715526.0858	2099682.5354
4716128.6427	2099749.2013
4716397.8703	2099347.9240
4716811.9680	2099282.5401
4717145.2974	2098695.3676
4716502.9973	2098319.7310
4715673.5199	2098226.1424
4715245.3198	2098013.3244
4715140.1929	2097583.8423
4715381.2157	2097142.8218
4715273.5246	2096314.6265
4714377.3814	2095044.1287
4713906.8741	2094350.5472
4713290.2148	2094430.0334
4712476.1218	2094309.5220
4710669.7330	2094856.9515
4710642.8102	2101341.4901

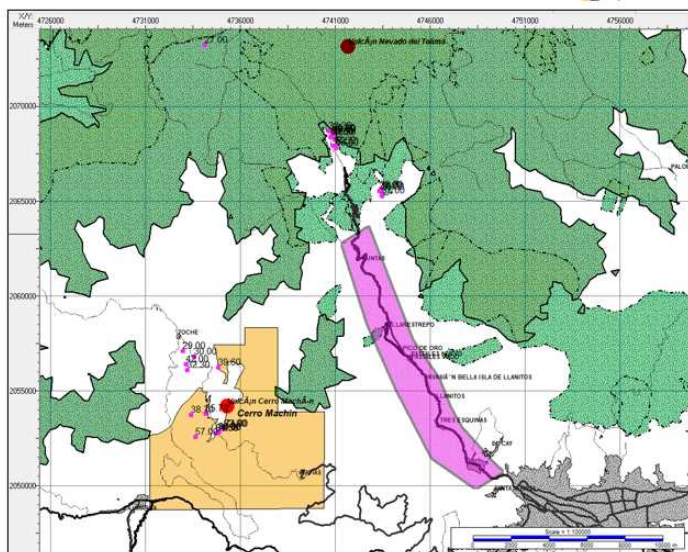


www.anh.gov.co

Figura 4. Esquema de localización, coordenadas, área 4

AREA 5

Origen Nacional	
X	Y
4741293.6281	2062792.1887
4742757.9764	2063700.7715
4745109.0515	2057715.3650
4746501.5874	2055660.9063
4747091.6979	2054165.3352
4747681.8084	2053122.4944
4749405.3058	2051171.0708
4749892.3811	2050746.4410
4748393.6878	2049803.5132
4746080.0799	2051430.2199
4744187.9796	2055108.2631
4742664.3080	2058527.1573



www.anh.gov.co

Figura 5. Esquema de localización, coordenadas, área 5

VII. CRITERIOS TÉCNICOS DE INGENIERÍA REFERENCIALES

Para garantizar la integridad y funcionalidad de los pozos exploratorios geotérmicos, el contratista deberá considerar los siguientes lineamientos generales en el diseño y ejecución, sin que constituyan especificaciones obligatorias en esta etapa:

Diseño del pozo: Ajustado a las condiciones de profundidad, temperatura y presión esperadas, asegurando estabilidad estructural y confiabilidad en la adquisición de datos térmicos y geológicos.

Materiales y revestimientos: Selección de tuberías y cementos resistentes a altas temperaturas y ambientes corrosivos (CO_2 , H_2S), cumpliendo estándares internacionales (API, ASTM).

Control de presiones: Implementación de prácticas para mantener el balance hidrostático y prevenir pérdidas de circulación o influjos, con sistemas de seguridad certificados.

Protección ambiental: Aislamiento anular y cementación adecuada para proteger acuíferos y evitar contaminación cruzada.

Equipos certificados: Taladros, BOP, válvulas y sensores diseñados para operar en condiciones térmicas extremas y ambientes químicos agresivos.

Fluidos de perforación: Selección de lodos base agua o aceite según la sección y temperatura, garantizando estabilidad térmica y control de filtrado.

Herramientas de perforación: Brocas y BHA adecuados para litologías esperadas y rangos térmicos, optimizando la tasa de penetración y reduciendo riesgos operativos.

En función de la profundidad objetivo considerada de $\cong 1$ km (3.300 pies), para el desarrollo del proyecto se requerirá la disponibilidad permanente de dos (2) taladros de perforación que cumplan con las características y especificaciones necesarias, además de trabajar de modo simultáneo para optimizar tiempos y para garantizar el diseño operacional previsto, atendiendo como mínimo las capacidades indicadas en la siguiente tabla.


Potencia de Equipo	750 HP con freno auxiliar hidromático y dispositivo de protección de corona
Profundidad de perforación	3300 ft
Brazos Top Drive-Elevadores	Según requerido para parar tubería a la torre y las corridas de los diferentes revestimientos, acorde con el estado mecánico propuesto.
Tubería de perforación	4 ½" DP o 3 ½" DP 6 ½" Drill collar + HWDP 4 ½" o 3 ½"
Torque continuo	20.000 ft-lb
Generadores eléctricos	Según los requerimientos de los equipos y campamento

Capacidad de campamento	El requerido para suministrar alojamiento y alimentación a todo el personal involucrado en la operación tanto el personal de la contratista de la perforación (involucra todo el personal empleado en el desarrollo del objeto contractual), con relación al personal local, se debe suministrar un servicio de comida si el mismo se encuentra en su turno de trabajo al momento de ser programado el servicio de comida. Debe disponer sin limitarse según requerimiento de la operación: caseta para el jefe de pozo (dormitorio y oficina), caseta para el wellsite y asistente del jefe de pozo y tool pusher (dormitorio y oficina) caseta (dormitorio – enfermería), comedor, cocina, caseta dormitorio para personal operativo (empresas de servicios) generadores, planta de tratamiento de aguas residuales, planta de tratamiento de agua potable, batería de baños, tanque de agua, servicio de comunicaciones
Mástil de perforación	
Carrera de avance	90 ft
Fuerza de empuje ascendente (overpull)	35.000 lbs
Fuerza de empuje descendente	30.000 lbs
Longitud máxima de la varilla	30 ft
Descarga del mástil (en la torre)	120 ft o 125 ft
Sistema de tensión	
Carga en el gancho	350.000 lbs o 400.000 lbs
Sistema hidráulico	
Bombas de lodo	2 x 500 HP Mínimo cada una debe suministrar el galonaje y presión requerida según el estado mecánico propuesto hidráulicas calculadas por contratistas. Adicionalmente se deberá tener 1 bomba de la misma especificación como equipo de soporte (backup).
Bombas de lodo	200 - 800 gpm x 500 HP
Tanques lodo/sistema activo	600 a 800 bls con tanque de píldora, agitadores, embudo de mezclas, tanque trampa, tanque retornos, tanques intermedios, tanques de succión, tanque de reserva y tanque de viaje.

Shale Shaker, Desander, Desilter	Zarandas, Desgasificador, Desarenador, Desarcillador o Mud Cleaner. se debe cumplir con las normas API en lo que se refiere a instalación de líneas de succión y retorno.
Grúa	60-100 Ton métricas / altura máxima del Boom 60- 90 ton metricas Según Requerimiento equipo
Cargador	8-10 Ton métricas
BOP's	
Poor Boy - Mud Gas Separator	Según características del taladro
Preventoras arietes	11" x 5000 psi
Preventoras anular	11" x 5000 psi
Diverter	según requerimiento.
Acumulador	3000 psi precarga 1000 psi
Choque y línea de matar	5000 psi
Winche neumático - hidráulico	Según requerimiento del equipo

Tabla 2. Características mínimas del equipo de perforación

Nota 1: En caso de presentarse un evento de control de pozo tipo blowout (reventón) durante la ejecución de las actividades de perforación o intervención del pozo, el CONTRATISTA será el único responsable técnico, operativo, ambiental y financiero por las consecuencias derivadas de dicho evento, en tanto es quien diseña, implementa y ejecuta los programas de perforación, control de presiones, manejo de fluidos, cementación y operación de los sistemas de control de pozo (BOP). Esta responsabilidad comprende, entre otros, la aplicación inmediata de procedimientos de Well Control, la contención del flujo no controlado, la mitigación de impactos ambientales, la reparación de daños y la atención de requerimientos de autoridades competentes, sin que ello implique reconocimiento de mayores costos, ajustes contractuales o modificación del presupuesto del proyecto, los cuales deberán ser asumidos en su totalidad por el CONTRATISTA. Lo anterior se sustenta en que la gestión integral del riesgo operacional del pozo recae sobre el CONTRATISTA, quien deberá garantizar personal competente cuente con sus certificados en control de pozo,

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS</p> <p align="center">FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121</p> <p>31/11/2023</p> <p>Versión N°4</p> <p>Página 23 de 58</p>
---	--	---


equipos y herramientas certificadas y prácticas operacionales seguras orientadas a la prevención de este tipo de eventos.

Nota 2: *Para el desarrollo de los pozos objeto del presente proyecto no se contempla la instalación de un sistema de diverter, en consideración a la naturaleza de los pozos de gradiente geotérmico, las condiciones operacionales previstas y el bajo riesgo esperado de flujos someros no controlados. Sin embargo, el contratista deberá evaluar de manera continua las condiciones reales del subsuelo durante la perforación y, en caso de identificar riesgos asociados a la presencia de fluidos o gases a baja profundidad, deberá implementar las medidas de control operacional que resulten necesarias para garantizar la integridad del pozo, la seguridad del personal y la protección del entorno.*

VIII. ELEMENTOS DE INGENIERÍA A CONSIDERAR

1. DISEÑO SEGÚN PROFUNDIDAD TEMPERATURA Y PRESIÓN ESPERADA:

El diseño del pozo geotérmico exploratorio se ha definido en función de las condiciones de profundidad, gradiente térmico y régimen de presión esperadas a lo largo del perfil estratigráfico, con el fin de garantizar la integridad estructural del pozo, la estabilidad del hueco y la confiabilidad de las mediciones térmicas. Con base en los estudios geofísicos, el modelado térmico regional y los antecedentes de perforaciones análogas, se estima un gradiente promedio de 50 a 60 °C/km aplicable para las CINCO (5) áreas propuestas, lo que permitiría alcanzar temperaturas entre 90 °C y 150 °C o incluso superiores en las profundidades objetivo-definidas según la configuración estructural del área, de \cong 1 km (3.300 pies). Estas condiciones ubican al pozo dentro del rango de sistemas geotérmicos de media entalpía, con potencial para aplicaciones de uso directo.


	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS</p> <p align="center">FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121</p> <p>31/11/2023</p> <p>Versión N°4</p> <p>Página 24 de 58</p>
---	--	---

La presión de formación se estima cercana al gradiente hidrostático normal (0,43 psi/ft), sin indicios de sobrepresiones ni presencia significativa de gas libre; sin embargo, se contempla un margen de seguridad operativo equivalente al 80 % del gradiente de fractura para prevenir pérdidas de circulación en zonas de fracturamiento secundario o rocas volcánicas alteradas. En consecuencia, los fluidos de perforación se seleccionaron con densidades controladas entre 8,5 y 9,5 lb/gal, ajustables en campo conforme al comportamiento hidráulico observado.

La selección de diámetros de perforación y sarta de revestimiento responde a un balance entre capacidad de muestreo, estabilidad térmica y aislamiento de zonas permeables. Se emplearán dos fases de perforación, iniciando con un diámetro superficial de 8-½" para aislar unidades inconsolidadas, y seguido de una fase final de 6", donde se registrará el gradiente térmico y se realizarán ensayos de flujo. Los materiales de revestimiento serán aceros aleados resistentes a la fluencia térmica y los cementos diseñados con aditivos retardantes y puzolánicos para mantener la integridad a temperaturas superiores a 100 °C.

2. SELECCIÓN DE CASING Y CEMENTOS GEOTÉRMICOS RESISTENTES:

El diseño de los pozos geotérmicos con profundidad de $\cong 1$ km (3.300 pies), requieren la selección de materiales con alta resistencia mecánica, térmica y a la corrosión, debido a la presencia potencial de ambientes ácidos, CO₂, H₂S y temperaturas elevadas. Para la tubería de revestimiento, se deberán emplear grados como N80, L80 o P110, los cuales ofrecen desempeño comprobado frente a esfuerzos de tracción y corrosión por sulfuros. La selección del casing no debe limitarse a los criterios convencionales de burst y collapse, sino que debe considerar de manera prioritaria la estabilidad metalúrgica y química frente a los ambientes geotermales que pueden variar según la profundidad alcanzada.

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS</p> <p align="center">FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121</p> <p>31/11/2023</p> <p>Versión N°4</p> <p>Página 25 de 58</p>
---	--	---

En cuanto a la cementación, se utilizarán lechadas diseñadas para soportar altas temperaturas, incorporando sílice, materiales puzolánicos y aditivos estabilizantes, lo cual garantiza un desempeño adecuado sin degradación térmica incluso por encima de los 120 °C. La aplicación de estos sistemas cementantes asegura la adherencia, el aislamiento zonal y la integridad estructural a lo largo de toda la vida útil del pozo, especialmente durante las pruebas de gradiente térmico y los programas de monitoreo posteriores.

Este enfoque integral en selección de materiales y diseño de cementación permite mantener la integridad del pozo a $\cong 1$ km (3.300 pies), mitigando riesgos asociados a corrosión, pérdida de resistencia térmica y fallas en el aislamiento entre zonas.

En el marco de lo descrito, resulta fundamental verificar criterios de diseño prácticos que consideren la expansión térmica, la resistencia a la corrosión en ambientes ácidos con presencia de CO₂ y H₂S, así como los efectos asociados a ciclos de fatiga térmica. Por esta razón, el casing seleccionado debe cumplir con los requisitos de fabricación y certificación establecidos en la norma API Spec 5CT.

Adicionalmente, se debe evaluar la reducción de las propiedades mecánicas a elevadas temperaturas; para ello es necesario calcular el temperature derating utilizando metodologías técnicas como las definidas en API TR 5C3. También deben aplicarse los criterios de selección del estándar internacional NACE MR0175/ISO 15156, a fin de garantizar la compatibilidad del material con entornos de pH bajo y presencia de CO₂ y H₂S. Asimismo, pueden considerarse recubrimientos internos para zonas con altas concentraciones de CO₂ o cloruros, y deben emplearse conexiones o roscas diseñadas para resistir fatiga conforme a API Spec 5B.

A continuación, se presentan algunas propiedades mecánicas de grados de acero según API 5CT y catálogos de fabricantes:

Grado	Límite elástico (psi)	Resistencia a la tensión (psi)	Rango operativo práctico (según fabricantes)	Comentarios
N8	80000	100000	Hasta 175°C	El rango operativo, la composición química del material y su resistencia en los ambientes esperados deben ser verificados a partir de las normas establecidas y certificaciones de los fabricantes.
L80	80000	95000	Hasta 185°C	El rango operativo, la composición química del material y su resistencia en los ambientes esperados deben ser verificados a partir de las normas establecidas y certificaciones de los fabricantes.

P110	110000	125000	Hasta 200°C (con precauciones y cálculos)	El rango operativo, la composición química del material y su resistencia en los ambientes esperados deben ser verificados a partir de las normas establecidas y certificaciones de los fabricantes.
-------------	--------	--------	--	---

Nota 1: El revestimiento de 7" podrá ser considerado en grados API 5CT tales como K55, N80, L80 o equivalentes, según corresponda, siempre que el contratista demuestre mediante memoria de cálculo su idoneidad frente a las condiciones de carga mecánica, térmica y química del pozo. La selección final del grado deberá garantizar la integridad del revestimiento bajo las condiciones operacionales previstas, incluyendo la influencia de la temperatura y la posible presencia de gases como CO₂ y H₂S.

3. CONTROL DE PRESIONES Y BALANCE HIDROSTÁTICO:


El control de presiones en un pozo geotérmico con profundidad de $\cong 1$ km (3.300 pies), constituye un aspecto crítico para garantizar la estabilidad del pozo, la seguridad operacional y la preservación de las condiciones térmicas del reservorio. El balance hidrostático debe mantenerse cuidadosamente entre el gradiente de presión de formación y el gradiente de fractura, evitando tanto la pérdida de circulación como el ingreso de fluidos de formación.

Dado que en sistemas geotérmicos las presiones suelen ser cercanas al gradiente hidrostático normal, se emplearán fluidos de perforación controlada, ajustando su peso y reología en función de la temperatura y la respuesta hidráulica observada a medida que se avanza hacia las profundidades mencionadas. El monitoreo continuo de parámetros de bombeo, nivel de lodo, torque y caudal de retorno permitirá identificar cualquier desequilibrio antes de que se produzcan influjos o pérdidas.

Asimismo, el sistema de prevención de patadas de pozo (BOP) y las válvulas de control superficial deberán mantenerse calibradas conforme a los estándares API 16A y API 53, asegurando capacidad de cierre ante eventuales sobrepresiones transitorias. En conjunto, este enfoque busca mantener un pozo termodinámicamente estable en $\cong 1$ km (3.300 pies), reduciendo riesgos de fracturamiento, blowout o colapso del hueco, y garantizando la integridad operacional durante todo el proceso de perforación y pruebas térmicas.

4. EQUIPOS CERTIFICADOS PARA ALTAS TEMPERATURAS Y GASES CORROSIVOS:

Se requieren equipos y componentes certificados para operar bajo condiciones de alta temperatura, dentro del rango habitual de operación en ambientes geotérmicos, térmicas extremas y ambientes químicamente agresivos, propios de los sistemas hidrotermales de media a alta entalpía. Todos los elementos críticos del sistema, desde el taladro, la sarta de perforación y el BOP, hasta los sensores, empaques, válvulas y líneas de circulación, deben cumplir con estándares internacionales de desempeño, asegurando su resistencia a temperaturas superiores a 200 °C y a la exposición prolongada a gases como CO₂, H₂S y vapor húmedo. Los sellos, elastómeros y empaques deben ser de materiales de alta

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS</p> <p align="center">FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121</p> <p>31/11/2023</p> <p>Versión N°4</p> <p>Página 29 de 58</p>
---	--	---

resistencia térmica y contar con certificaciones que avalen su estabilidad química ante fluidos ácidos y alta presión.

Las bombas de lodo deben estar equipadas con componentes capaces de resistir estas condiciones operativas y, adicionalmente, altos niveles de abrasión. Por ello, es indispensable solicitar al fabricante las especificaciones técnicas detalladas del equipo. Se recomienda que las líneas de alta presión utilicen hammer unions con sellos confiables y aceros forjados conforme a normas ASTM, compatibles con NACE MR0175/ISO 15156, preferiblemente de figuras 602 o superiores. Los válvulas y asientos deben fabricarse en materiales de alta resistencia al desgaste, como carburo de tungsteno o aceros con tratamientos térmicos intensivos. Los sellos y empaquetaduras deben seleccionarse para entornos altamente corrosivos, empleando materiales como PTFE o FFKM, y se deben contar con kits de mantenimiento disponibles de manera continua durante la operación. La bomba debe incluir una válvula de alivio (relief valve) calibrada, así como sistemas de enfriamiento y lubricación de pistones, y drenajes adecuados para evitar acumulación de fluido caliente. Es necesario incorporar filtros aguas arriba de la succión y emplear recubrimientos internos certificados contra la corrosión. Finalmente, debe evaluarse el modelo específico de cada bomba según la referencia del fabricante (por ejemplo, Gardner Denver serie PZ-9, National Oilwell Varco – NOV serie 12P160, Weir, entre otros) con el fin de confirmar la composición de los materiales y su idoneidad para las condiciones de operación. Se debe garantizar la operación continua de la bomba de lodo.

Los sellos, elastómeros y empaques deben ser de materiales de alta resistencia térmica y contar con certificaciones que avalen su estabilidad química ante fluidos ácidos y alta presión. Los equipos de control de pozo deben estar diseñados para mantener su funcionalidad a temperatura elevada y resistir la corrosión interna mediante recubrimientos o

aleaciones especiales. BOPs, acumuladores, Separador lodo gas, Teas y choke manifold deben contar con COC (Certificate of conformance). Los elastómeros del preventor anular y de front packers en los RAM, deben cumplir con los requisitos mínimos de materiales, dureza, envejecimiento térmico y compatibilidad química en ambientes con presencia de gases como CO₂ y H₂S establecidos en la norma API Spec 16 A y con los requerimientos de funcionamiento establecidos en la norma API Spec 16D.

A continuación, se presentan algunos materiales componentes de los elastómeros establecidos en la norma API Spec 16 A, temperaturas y compatibilidades de acuerdo con algunos fabricantes.

Material (Siglas según ASTM Code D1418)	Temperatura de operación	Resistencia química	Comentarios
FKM	Hasta 220 °C	Compatible con CO ₂	El rango operativo, la composición química del material y su resistencia en los ambientes esperados deben ser verificados a partir de las normas establecidas, especificaciones y certificaciones de los fabricantes.
FFKM	Hasta 320 °C	Resistente a CO ₂ , H ₂ S, vapor ácido y salmueras	El rango operativo, la composición química del material y su resistencia en los ambientes esperados deben ser verificados a partir de las normas establecidas, especificaciones y certificaciones de los fabricantes.

AFLAS	Hasta 230°C	Resistente a vapor sobrecalentado	El rango operativo, la composición química del material y su resistencia en los ambientes esperados deben ser verificados a partir de las normas establecidas, especificaciones y certificaciones de los fabricantes.
--------------	-------------	-----------------------------------	---

Igualmente, los instrumentos de medición y registro (sensores de presión, temperatura y flujo) deben ser equipos que cumplan con las capacidades de presión y temperatura que se vayan a tener en pozo, con componentes electrónicos encapsulados y protegidos contra condensación o deposición mineral. Esta selección de materiales y equipos certificados no solo garantiza la seguridad y confiabilidad operativa del pozo, sino también la trazabilidad técnica y la durabilidad de las instalaciones, reduciendo el riesgo de fallas por degradación térmica o química durante las operaciones de perforación, y monitoreo prolongado del sistema geotérmico. Se debe disponer de un medidor de gases que incluya detección de CO₂, monitoreo de concentración de oxígeno (O₂) y medición del LEL. Asimismo, es obligatorio contar con detectores de H₂S, tanto fijos como portátiles, operativos durante toda la actividad.

5. CEMENTOS DE ALTA RESISTENCIA TÉRMICA CON ADITIVOS EXPANSORES:

El diseño de la lechada de cementación para pozos geotérmicos proyectados a profundidad \cong 1 km (3.300 pies) se fundamentan en el uso de cementos de alta resistencia térmica, formulados para mantener su integridad estructural y su adherencia al revestimiento bajo condiciones de temperaturas que pueden superar los 200 °C, dependiendo de la profundidad y el gradiente geotérmico local.

Para ello, se emplean cementos Clase G modificados con sílice en proporciones del 35–40 % en peso y aditivos puzolánicos, los cuales estabilizan las fases del silicato cálcico y previenen la retrogradación del cemento, un fenómeno frecuente en ambientes geotérmicos donde el vapor y las altas temperaturas pueden deteriorar los compuestos hidratados tradicionales.

Asimismo, el diseño incorpora aditivos expansores que compensan la contracción volumétrica durante el enfriamiento posterior al fraguado, reduciendo la formación de microcanales y mejorando el aislamiento hidráulico entre zonas permeables. Se integran también retardantes de fraguado para alta temperatura, agentes reductores de filtrado y dispersantes, garantizando una mezcla bombeable, estable y homogénea a lo largo de toda la columna en cualquiera de las profundidades consideradas.

Con este esquema, se busca asegurar un sellado continuo, flexible y durable, capaz de soportar los ciclos térmicos y las tensiones mecánicas propias de los pozos geotérmicos, preservando la integridad del revestimiento y la estabilidad del pozo durante las operaciones de prueba y el monitoreo térmico a largo plazo.


6. AISLAMIENTO ANULAR Y PROTECCIÓN DE ACUÍFEROS:

El aislamiento anular y la protección de acuíferos representan uno de los objetivos primordiales del diseño constructivo del pozo geotérmico, garantizando la separación hidráulica entre las formaciones perforadas y los sistemas de agua subterránea de uso comunitario. Para tal fin, el programa de revestimientos contempla la instalación de un casing superficial cementado hasta superficie, la cual aísla completamente las unidades poco

consolidadas y los niveles freáticos someros, evitando el riesgo de contaminación cruzada por fluidos de perforación o por el ascenso de gases disueltos. Adicionalmente, las zonas intermedias y profundas serán cementadas de manera selectiva con mezclas de alta resistencia térmica y baja permeabilidad, asegurando la continuidad del sello anular incluso bajo condiciones de expansión y contracción térmica. El diseño de la centralización del casing se optimiza para lograr una distribución uniforme del cemento y prevenir canales de migración de gas o vapor. Asimismo, se implementarán pruebas de integridad del revestimiento y del cemento (CBL/VDL) para verificar la efectividad del aislamiento antes de avanzar a fases de mayor temperatura. Este enfoque integral busca garantizar la protección efectiva de los acuíferos, la integridad ambiental del pozo y la conformidad con la normatividad nacional vigente en materia de gestión de recursos hídricos y control de contaminación durante operaciones de perforación geotérmica.

7. FLUIDOS DE PERFORACION Y CRITERIOS DE ESTABILIDAD TERMICA:

Para la perforación en ambientes geotérmicos de media y alta entalpía, el contratista deberá emplear sistemas de fluidos de base acuosa formulados para alta estabilidad térmica (≥ 200 °C), control de filtrado y inhibición de lutitas/arcillas, garantizando limpieza del hueco, lubricidad adecuada y preservación de la integridad del pozo durante el cementado. Estas formulaciones podrán incluir bentonita y aditivos poliméricos termo-resistentes, paquetes de “bridging” contra pérdidas de circulación y tratamientos de compatibilidad roca–fluido, con protocolos QA/QC que aseguren el mantenimiento de propiedades reológicas bajo gradientes térmicos elevados. En secciones someras o de menor temperatura, se utilizarán sistemas simplificados de base acuosa (agua clara/inhibida) que, de ser necesario, se ajustarán con controladores de filtrado y encapsulantes. El contratista deberá justificar técnicamente la selección del sistema para cada sección (superficial, intermedia y profunda),

	<p style="text-align: center;">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS</p> <p style="text-align: center;">FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121</p> <p>31/11/2023</p> <p>Versión N°4</p> <p>Página 34 de 58</p>
---	--	---

presentar fichas técnicas y resultados de pruebas de laboratorio/campo (HTHP, envejecimiento térmico, compatibilidad), e implementar un ****plan de manejo ambiental**** para recortes y fluidos que cumpla la normatividad aplicable, incluyendo alternativas de tratamiento, disposición mediante gestor autorizado o reinyección cuando corresponda.

“Las pruebas de laboratorio y campo se deben regir por prácticas estándar de la industria (p. ej., **API RP 13I** y **API 13B-1**) para verificación reológica, HTHP y envejecimiento térmico, con reporte QA/QC.”

8. TIPOS DE BROCAS UTILIZADAS:

La selección de las brocas para la perforación de los pozos geotérmicos se realiza considerando la litología predominante, el rango de temperatura esperado (125–200 °C) y las condiciones de abrasividad de la formación. Dado que las formaciones que se prevé atravesar comprenden cenizas volcánicas, tobas, basaltos, andesitas, granitos, ignimbritas, rocas metamórficas y posibles intrusiones ígneas o rocas volcánicas alteradas, se contempla el uso de brocas tricónicas de insertos tungstenos-carburo en las fases superiores, donde las formaciones son de dureza media y buena perforabilidad. En las secciones intermedias y profundas, donde aumentan la temperatura, la abrasividad y la presión confinante, se recomienda el empleo de brocas PDC (Polycrystalline Diamond Compact) con diseño de corte reforzado y materiales de alta resistencia térmica. Estas brocas ofrecen mayor estabilidad direccional, mejor limpieza de fondo y alta durabilidad en ambientes de alta temperatura, reduciendo la frecuencia de viajes y los tiempos no productivos.

Las brocas PDC termorresistentes les permite mantener su integridad estructural por encima de los 150 °C y resistir la oxidación o degradación térmica. Su geometría hidráulica

optimizada mejora la evacuación de ripios y reduce la acumulación de sólidos calientes que pueden afectar la tasa de penetración (ROP). En caso de zonas con fuerte fracturamiento o cavidades, se prevé el uso de brocas tricónicas selladas con cojinetes lubricados y sistemas de retención de presión, las cuales ofrecen mayor tolerancia ante impactos y pérdidas de circulación. En conjunto, este esquema de selección permite optimizar el rendimiento mecánico, prolongar la vida útil de las herramientas y garantizar una perforación continua y segura en el ambiente geotérmico complejo de la zona.

Nota 1: El contratista deberá garantizar la disponibilidad de brocas de respaldo (backup) suficientes para cada una de las secciones del pozo, en función de la litología esperada, el carácter abrasivo de las formaciones y las condiciones de temperatura.

Teniendo en cuenta la presencia de formaciones consolidadas, así como ambientes de alta abrasividad, se prevé un desgaste acelerado de las herramientas de corte, por lo cual se deberá contar en locación con inventario suficiente de brocas Tricónicas, PDC, Bicentricas y Corazonadora, que permita asegurar la continuidad operativa, minimizar tiempos no productivos (NPT) y evitar retrasos asociados a la reposición de herramientas.

9. TUBERIA DE PERFORACIÓN Y BHA:

La tubería de perforación y el conjunto de fondo (BHA, Bottom Hole Assembly) se deben seleccionar con base en las condiciones térmicas, geológicas y mecánicas esperadas durante la perforación del pozo geotérmico, donde se anticipan temperaturas del orden de 125–200 °C y formaciones de alta abrasividad. La tubería de perforación estará compuesta por tubos de acero aleado grado S-135 o equivalente, capaces de resistir altas tensiones de tracción, torsión y fatiga térmica, con uniones API NC y protectores de conexión para minimizar el desgaste. Estas tuberías deben poseer propiedades térmicas certificadas,

garantizando su desempeño estructural bajo gradientes térmicos elevados y la posible presencia de gases corrosivos (CO₂, H₂S).

En ambientes con alta concentración de temperatura debe considerarse el uso de tubería API modificada para servicio corrosivo, como la tubería grado S-135 SS (Sour Service). La tubería debe cumplir con los requerimientos establecidos en API Spec 5DP y, adicionalmente, debe seleccionarse conforme a los criterios del estándar internacional NACE MR0175/ISO 15156, con el fin de asegurar la compatibilidad del material frente a condiciones de pH bajo y la presencia simultánea de CO₂ y H₂S.


A continuación, se presentan algunas propiedades mecánicas de las tuberías grado S135 y S135 SS según API Spec 5DP y catálogos de fabricantes:

Grado	Límite elástico (psi)	Resistencia a la tensión (psi)	Rango operativo práctico (según fabricantes)	Comentarios
S135	135000	160000	-20°C hasta 225°C ambientes con H ₂ S y CO ₂	El rango operativo, la composición química del material y su resistencia en los ambientes esperados deben ser verificados a partir de las normas establecidas y certificaciones de los fabricantes.
S135 SS	135000	160000	-20°C hasta 200°C, mayor tenacidad,	El rango operativo, la composición química del material y su resistencia en

			ambientes con H2S, CO2 severo y vapor ácido, cumple con SSC resistance	los ambientes esperados deben ser verificados a partir de las normas establecidas y certificaciones de los fabricantes.
--	--	--	--	---

El BHA se diseñará para proporcionar estabilidad direccional, control de peso sobre la broca y transmisión eficiente de torque, utilizando una combinación de drill collars de acero pesado (HWDP), estabilizadores integrales, y herramientas de control de orientación según sea requerido. En zonas de fracturamiento o litologías heterogéneas, se considerará el uso de BHA flexibles o híbridos, que reduzcan la desviación no intencionada y mantengan un contacto uniforme con las paredes del pozo.

Asimismo, el conjunto incluirá herramientas de medición y registro en fondo (MWD/LWD) resistentes a alta temperatura, que permitan monitorear en tiempo real los parámetros críticos como temperatura de fondo (BHT), peso sobre broca, ECD, velocidad de penetración, torque, y gradiente de presión, asegurando una operación controlada y segura. La configuración final del BHA será optimizada para maximizar la eficiencia mecánica, minimizar el desgaste de la broca y mantener la estabilidad del hueco, garantizando la continuidad operacional en el ambiente geotérmico profundo y complejo característico de la zona. Se recomienda que la perforación se ejecute mediante el uso de motor de fondo (Downhole Motor), integrado al BHA, con el fin de optimizar la tasa de penetración, mejorar el control direccional del pozo y reducir las cargas de torsión transmitidas a la sarta, especialmente en intervalos de alta dureza y abrasividad.

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS</p> <p align="center">FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121</p> <p>31/11/2023</p> <p>Versión N°4</p> <p>Página 38 de 58</p>
---	--	---


Para la ejecución de las operaciones de perforación direccional, se sugiere para el contratista emplear libremente las herramientas direccionales que considere más adecuadas en función de su experiencia, disponibilidad tecnológica y condiciones del pozo, tales como sistemas Rotary Steerable System (RSS), AutoTrak, PowerDrive u otras equivalentes, la selección final de estas herramientas será responsabilidad del contratista, siempre que se garantice el cumplimiento de la trayectoria de diseño, la eficiencia operativa, la integridad del pozo y las metas de avance establecidas para el proyecto.

Registros eléctricos.

El contratista deberá adquirir registros eléctricos del pozo (wireline logging) con el fin de caracterizar las propiedades petrofísicas, litológicas y estructurales de las formaciones atravesadas. Estos registros deberán incluir, como mínimo, gamma ray, resistividad, densidad, neutrón y, sónico, garantizando cobertura continua en toda la sección de interés.

Adicionalmente, se deberá realizar registro de temperatura mediante sonda de alta resolución operada con wireline, apta para condiciones de alta temperatura (≥ 200 °C), con precisión mínima de $\pm 0,1$ °C, con el fin de determinar el gradiente geotérmico, identificar anomalías térmicas y posibles zonas de flujo. Dichos registros deberán ejecutarse preferiblemente en condiciones estáticas del pozo, asegurando la representatividad de los datos para la evaluación del potencial geotérmico.


X. CONSIDERACIONES MÍNIMAS PARA ENSAYOS DE GEOTERMIA

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS</p> <p align="center">FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121</p> <p>31/11/2023</p> <p>Versión N°4</p> <p>Página 39 de 58</p>
---	--	---

Un pozo exploratorio geotérmico se perfora con el fin de estimar las reservas de energía térmica en el subsuelo y determinar la capacidad del yacimiento para generar energía de forma sostenible.

Luego de la perforación, se ejecutan pruebas de producción que permiten medir variables clave como la temperatura, la presión, el caudal másico del fluido (kg/s) y su entalpía, además de caracterizar su composición y calidad para confirmar la viabilidad técnica y ambiental del proyecto. Estas pruebas incluyen la terminación del pozo con la instalación de equipos de medición y válvulas, la obtención de parámetros estáticos (temperatura y presión), la realización de descargas controladas para estimar el comportamiento dinámico del reservorio y la evaluación prolongada del flujo para analizar estabilidad, permeabilidad y capacidad energética mediante balances de masa y energía.

Se debe contemplar que el contratista disponga de equipos especializados, como caudalímetro másico, sensores de presión y temperatura de precisión, sistemas de muestreo químico, entre otros y así como protocolos de seguridad industrial, control de H₂S, detección de gases combustibles, y manejo ambiental de fluidos conforme a la normatividad colombiana vigente (DUR 1076 de 2015, Resolución 631 de 2015 y Resolución MME 40302 de 2022). Dado que durante las pruebas pueden generarse descargas de fluidos geotérmicos y eventualmente hidrocarburos líquidos o gaseosos como se ha comprobado en sistemas petrolíferos activos en zonas como Doña Juana, Villamaría, Cumbal, Puracé, o Paipa el oferente deberá incluir un plan detallado de disposición y control que contemple alternativas de reinyección, tratamiento o entrega a gestor autorizado, así como la obtención de permisos de vertimiento o licencias ambientales según corresponda.

	<p style="text-align: center;">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS</p> <p style="text-align: center;">FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121</p> <p>31/11/2023</p> <p>Versión N°4</p> <p>Página 40 de 58</p>
---	--	---

Todo lo anterior busca garantizar que las pruebas de producción geotérmica se realicen bajo condiciones técnicas, operativas, ambientales y de seguridad adecuadas, aportando información confiable sobre la productividad, la sostenibilidad y el potencial energético del reservorio.

1. Los ensayos deberán incluir como mínimo las siguientes etapas y actividades técnicas

- Terminación del pozo y preparación de equipos: instalación de válvulas maestras, cabezal de producción, separadores ciclónicos, líneas de descarga, medidores de caudal másico, sensores de presión y temperatura, así como sistemas de control y seguridad superficial.
- Medición inicial de condiciones estáticas: registro de presión y temperatura en fondo y superficie, con el pozo cerrado, a fin de establecer la línea base de comportamiento del reservorio.
- Descarga controlada y ensayo de flujo: apertura gradual del pozo para medir caudal másico (kg/s), presión dinámica y entalpía del fluido (energía térmica por unidad de masa), verificando la estabilidad del flujo y las condiciones de seguridad operativa.
- Ensayo prolongado de producción: operación continua durante un periodo definido (mínimo 24–72 horas), para evaluar la capacidad de entrega sostenida y posibles variaciones de presión, temperatura y caudal.

- Toma de muestras y análisis de laboratorio: recolección de muestras representativas de agua, vapor y sólidos para análisis físico-químico, isotópico y mineralógico, que permitan caracterizar la composición del fluido geotérmico y sus implicaciones operativas.
- Interpretación y análisis de datos: estimación de permeabilidad, volumen del reservorio y energía térmica recuperable, aplicando metodologías reconocidas internacionalmente.

9. Secuencia Detallada de Ensayos

- **Definición de Objetivos:** El ensayo de producción debe tener como propósito principal determinar la capacidad de flujo sostenible del pozo, así como la temperatura, presión, entalpía y composición del fluido geotérmico. Adicionalmente, busca evaluar la estabilidad térmica e hidráulica del sistema durante una producción prolongada, identificando posibles caídas de presión, enfriamientos o cambios en la química del fluido. Los resultados permitirán dimensionar preliminarmente la planta de generación y estimar la energía térmica recuperable del reservorio.
- **Preparación del Pozo:** Antes de iniciar las pruebas, se instala todo el equipamiento de superficie y fondo requerido, incluyendo válvulas maestras, manifold de control, separador bifásico, silenciador, medidores de caudal másico, sensores de presión y temperatura, y líneas de muestreo químico. Se verifican las pruebas de integridad mecánica (MIT) y de presión en válvulas y cabezal, asegurando la hermeticidad del sistema. Asimismo, se revisan los sistemas de venteo, drenaje, detección de gases y control de ruido, conforme a las normas de seguridad industrial y ambiental aplicables.


- **Medición de Línea Base:** Previo al inicio del flujo, se registran los parámetros estáticos de presión y temperatura tanto en fondo como en superficie, con el pozo cerrado y estabilizado térmicamente. Esta información constituye la línea base que servirá para comparar las variaciones durante las pruebas. Las mediciones deben realizarse con sensores calibrados y registradores de alta precisión, garantizando su trazabilidad y repetibilidad.
- **Inicio de Flujo:** Se procede a la apertura controlada de las válvulas de producción, incrementando gradualmente el caudal del fluido geotérmico para observar la respuesta inicial del pozo y del reservorio. Cada etapa de incremento debe mantenerse estable durante el tiempo suficiente para obtener datos representativos de presión, temperatura, caudal y entalpía. El objetivo es determinar los límites de extracción segura, evitar sobrepresiones y definir las condiciones operativas óptimas.
- **Monitoreo Continuo:** Durante todo el ensayo, se registran de manera continua la presión dinámica, el caudal másico, la temperatura, la composición química y la entalpía del fluido producido. El sistema de adquisición de datos debe contar con redundancia de sensores, almacenamiento en tiempo real y respaldo periódico. Adicionalmente, se monitorean las concentraciones de gases (CO_2 , H_2S , CH_4) y se implementan medidas de control de ruido y emisiones para asegurar condiciones seguras de trabajo.
- **Calidad del fluido:** Se determina la proporción de vapor respecto al total del fluido producido, lo que indica el tipo de sistema (líquido dominante, bifásico o vapor seco) y su potencial energético.

- **Evaluación de Estabilidad:** Una vez alcanzado el caudal objetivo, se mantiene la producción continua durante un periodo prolongado (horas o días), observando la estabilidad del flujo, la variación de presión y temperatura, y la respuesta del reservorio ante la extracción sostenida. Esta etapa permite identificar signos de agotamiento, daño a la formación o enfriamiento prematuro del sistema, definiendo así la capacidad real de entrega del pozo y su sostenibilidad operativa.
- **Ensayos de Variación de Caudal:** Posteriormente, se realizan ensayos con caudales escalonados o decrecientes para evaluar la respuesta transitoria del reservorio y del sistema de producción bajo diferentes condiciones de extracción. Este procedimiento ayuda a estimar la permeabilidad efectiva, la transmisividad y la elasticidad del sistema, así como a definir curvas de comportamiento presión-caudal y límites de operación segura.
- **Muestras de Fluidos y Sólidos:** Durante la prueba se recolectan muestras representativas de agua, vapor y sólidos (precipitados o incrustaciones) para su análisis en laboratorio, con el fin de determinar las propiedades fisicoquímicas y mineralógicas del sistema.
- **Análisis de Resultados:** Con los datos obtenidos se ejecuta el análisis técnico y energético del pozo, aplicando métodos de balance de masa y energía, correlaciones termodinámicas y modelos numéricos (analíticos o Monte Carlo) para estimar la energía térmica útil, el volumen efectivo del reservorio y la potencia equivalente del sistema. Se incluyen evaluaciones de incertidumbre, sensibilidad y proyecciones de producción a mediano plazo.

- **Instrumentación y Control de Calidad de Datos:** Todas las mediciones deben realizarse con equipos calibrados y certificados, incluyendo medidores de presión tipo quartz gauge o piezómetros, termopares de alta precisión, caudalímetros másicos, y equipos de muestreo y análisis químico en campo y laboratorio. Los registros deben contar con respaldo digital y control de trazabilidad para asegurar la confiabilidad de los datos obtenidos.
- **Informe Final:** Al cierre del ensayo, se elabora un informe integral que documenta el diseño, los procedimientos operativos, los resultados obtenidos y su interpretación técnica. El informe debe incluir gráficos de presión, temperatura, caudal y entalpía, análisis químico del fluido, estimaciones de potencia térmica recuperable y recomendaciones para fases posteriores, como pruebas de reinyección o ensayos a largo plazo.

10. Manejo de Aguas de formación y Requerimientos Normativos

Licencia o Permiso de Vertimiento: En caso de que los ensayos contemplen la descarga del fluido geotérmico o de formación hacia cuerpos de agua superficiales, suelos o sistemas de drenaje, se requiere el Permiso de Vertimientos ante la autoridad ambiental competente según la corporación o el ente regulador según la ubicación del pozo. Este trámite se sustenta en el Decreto 1076 de 2015 y la Resolución 631 de 2015, que establecen los parámetros, límites máximos permisibles y las obligaciones de monitoreo. El permiso debe incluir el plan de manejo del fluido, puntos de descarga, periodicidad de muestreo y reporte de resultados.

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS</p> <p align="center">FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121</p> <p>31/11/2023</p> <p>Versión N°4</p> <p>Página 45 de 58</p>
---	--	---

Disposición Mediante Gestor Autorizado: Cuando no sea viable la reinyección o el vertimiento directo, se podrá optar por la recolección, transporte y entrega del fluido a un gestor ambiental autorizado. En este caso, se deberán anexar manifiestos de transporte, certificados de disposición final y balances de masa, garantizando la trazabilidad completa del proceso. Los tanques y líneas de conducción deben contar con sistemas de contención secundaria y válvulas de cierre rápido.


Plan de Manejo de Fluidos de Prueba: El contratista deberá implementar un plan de manejo que defina las rutas de manejo, almacenamiento temporal, disposición final y medidas de control ambiental. Este plan debe incluir monitoreo de parámetros fisicoquímicos (pH, temperatura, conductividad, sólidos suspendidos, aceites y grasas, metales y cloruros), procedimientos para la prevención de derrames y protocolos de atención de emergencias. Asimismo, se debe contemplar la gestión de residuos peligrosos derivados del proceso, en especial si se detectan hidrocarburos líquidos o gaseosos, considerando la probada presencia de sistemas petrolíferos en las zonas.

XI. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución del contrato es hasta el 31 de diciembre de 2026 inclusive, previo cumplimiento de los requisitos de perfeccionamiento y ejecución.

XII. ENTREGABLES

Como parte fundamental para el control del desarrollo del proyecto, los entregables se organizan por categorías y fases, garantizando trazabilidad, calidad y cumplimiento normativo. Todos los entregables deberán presentarse en formato digital (PDF y editable),

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS</p> <p align="center">FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121</p> <p>31/11/2023</p> <p>Versión N°4</p> <p>Página 46 de 58</p>
---	--	---

con metadatos obligatorios (pozo, coordenadas, fecha, responsable) y cumplir protocolos de QA/QC.

1. Entregables Técnicos

- a) *Cronograma inicial y Programa Detallado de Trabajo (PDT): Incluye todas las actividades por fases, en formato Gantt, con ruta crítica y recursos asignados.*
- b) *Programa de Perforación (Well Dossier): Diseño del pozo, secuencia operativa, programa de abandono y AFE proyectado.*

Reportes operativos:

- a) *Diarios: Perforación (parámetros, equipos, problemas y soluciones) y geología (mud logging), direccional, fluidos de perforación, control de sólidos, brocas, gestión ambiental, gestión social, HSE.*
 - b) *Quincenales y mensuales: Avance físico, análisis técnico, indicadores de gestión.*
 - c) *Registros eléctricos y geofísicos: Secuencia operativa, perfiles adquiridos, intervalos registrados. Plazo máximo: 3 días después de cada sección.*
 - d) *Informe de corazonamiento y análisis de núcleos: Incluye descripción litológica, resultados de tomografía y análisis especiales. Plazo: 5 días después de la operación.*
- Informe Final del Proyecto:*
- e) *Documento integral que consolide toda la información técnica obtenida durante la perforación y pruebas, incluyendo:*
 - *Interpretación geológica, geofísica y geoquímica.*
 - *Análisis del gradiente geotérmico y comportamiento térmico-hidráulico del reservorio.*
 - *Resultados de ensayos (caudal, entalpía, estabilidad del flujo).*

- *Modelado preliminar del sistema geotérmico y estimación de energía térmica recuperable.*
- *Recomendaciones técnicas para fases posteriores (pruebas a largo plazo, diseño de planta). Este informe será la base para la toma de decisiones estratégicas y constituye el núcleo del proyecto. Plazo: 30 días después del abandono del pozo.*
- *Una vez finalizado cada pozo del proyecto, el contratista deberá presentar un informe de lecciones aprendidas, en el cual se documenten los aspectos operacionales, técnicos, ambientales y de seguridad relevantes, así como las oportunidades de mejora identificadas durante la ejecución de las actividades.*

2. Productos Físicos

- *Núcleos (Total 10.000 ft) y muestras de zanja (seca y húmeda), preservadas y enviadas a la Litoteca Nacional (SGC) conforme al manual EPIS.*
- *Bitácora del pozo: Memoria diaria de operaciones, decisiones y visitas, debidamente foliada y firmada.*

Nota: *La entrega de muestras litológicas a la Litoteca Nacional debe cumplir con los manuales y especificaciones técnicas vigentes del referido ente.*

3. Análisis, Digitalización y Edición

- *Digitalización de registros, núcleos y perfiles litológicos (Litholog).*
- *Escaneo de alta resolución y tomografía computarizada para análisis estructural y petrofísico.*

4. Entregables HSE y Ambientales


- *Plan de Gestión Ambiental (PGA) y Plan HSE antes del inicio de perforación.*
- *Informes diarios, semanales y mensuales sobre cumplimiento HSE.*
- *Evidencias fotográficas y constancias de disposición de residuos líquidos y sólidos en empresas autorizadas.*
- *Reportes de monitoreo ambiental (aire, ruido, agua) con análisis comparativo frente a normatividad vigente.*

5. Entregables Sociales

- *Plan de Gestión Social (PGS) y actas de socialización con autoridades y comunidades.*
- *Documentación de negociación y adquisición de servidumbres.*
- *Informes periódicos y final del componente social, incluyendo indicadores de impacto y lecciones aprendidas.*

6. Informe Final del Proyecto

Documento consolidado en formato Word y PDF que compile, en orden cronológico, todos los informes y registros del proyecto, con información clara, completa y verificable. La información correspondiente a núcleos, registros, muestreo y ripios será entregada bajo el estándar EPIS, mientras que la totalidad de la información generada como resultado de la perforación del pozo estratigráfico geotérmico será incorporada al Banco de Información (BIEN), como parte del informe final del proyecto, una vez se encuentre consolidado y vigente el manual o documento oficial de entrega de información del BIEN.

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS</p> <p align="center">FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121</p> <p>31/11/2023</p> <p>Versión N°4</p> <p>Página 49 de 58</p>
---	--	---

XIII. OBLIGACIONES

Las obligaciones aquí mencionadas son referenciales y podrán ser ajustadas en el eventual proceso contractual. Este resumen tiene carácter informativo y busca orientar a los interesados sobre los aspectos generales que podrían considerarse en una futura contratación.

1. Obligaciones Técnicas (Referenciales)

Perforación de pozos geotérmicos con profundidad de 3300 pies.

Adquisición de registros geofísicos y litológicos básicos para caracterización del subsuelo.

Muestreo de núcleos y fluidos para análisis geoquímico preliminar.

2. Obligaciones Ambientales y HSE (Referenciales)

Implementación de medidas de manejo ambiental y seguridad industrial conforme a normativa vigente.

Gestión de permisos ambientales y sociales cuando aplique.

Disposición segura de residuos líquidos y sólidos mediante gestores autorizados.

3. Obligaciones Sociales (Referenciales)

Desarrollo de actividades de socialización con comunidades del área de influencia.

Promoción de empleo local y capacitación básica.

Presentación de informes sociales indicativos.

XIV. PERSONAL MINIMO

Cantidad	Cargo por desempeñar	Formación Académica	Experiencia General (en años)	Experiencia Específica			% dedicación en la duración total, del contrato
				Como/En:	Número de años o proyectos	Requerimiento particular	
1	Director de proyecto	Ingeniero de Petróleos o ingeniero geólogo o geólogo con posgrado en gerencia o gestión de proyectos o procesos o petróleo o gas o de Hidrocarburos	10	Gerente o director o coordinador de Proyectos en Proyectos de perforación de pozos exploratorios o estratigráficos. y/o experiencia comprobada en la planeación, perforación y control operativo de pozos geotérmicos y de gradiente térmico	6	Contar con certificación en perforación de pozo en geotermia y Rig pass. requisito mínimo, deberá haber participado en al menos un (1) proyecto de perforación o caracterización geotérmica,	100
2	Ingeniero de perforación	Ingeniero de Petróleos o ingeniero mecánico	8	Ingeniero de Perforación en Proyectos de perforación de pozos exploratorios o Desarrollo o estratigráficos. y/o experiencia comprobada en la planeación, perforación y control operativo de pozos geotérmicos y de gradiente térmico.	6	Mínimo uno (1) de los proyectos acreditados debe ser en operaciones de corazonamiento de pozos. El profesional deberá contar con certificación específica en pegas de tubería, control de pozos y actividades de pesca. requisito mínimo, deberá haber participado en al menos un (1) proyecto de perforación o caracterización geotérmica,	100

2	Geólogo Well side	Geólogo ingeniero geólogo	o	8	Geólogo en proyectos donde Haya realizado recopilación de información geológica (incluyendo corazonamiento) y/o experiencia especializada en la caracterización de sistemas geotérmicos	8	Deberá conocer sobre la realización de descripción litológica requisito mínimo, deberá haber participado en al menos un (1) proyecto de perforación o caracterización geotérmica,	100
1	Profesional en Geotermia	Geólogo o ingeniero geólogo, Ingeniería de Petróleos, y/o Geofísica, y/o Ingeniero Mecánica,		8	Experiencia en supervisión de programas de perforación, análisis de reservorios, modelado térmico/hidráulic o, Experiencia relevante en exploración o desarrollo de recursos geotérmicos, o en campos análogos (hidrocarburos, aguas termales, ingeniería de pozos profundos).	8	Desarrollar, planificar, supervisar y optimizar proyectos de exploración y producción de energía geotérmica, mediante la integración de geología, geofísica, reservorios, perforación, geomecánica y análisis térmico, certificación en perforación de pozo en geotermia	100
2	Paramédico	Técnico o tecnólogo en Atención Prehospitalaria		4	Proyectos de perforación.	2	Mínimo uno (1) de los proyectos acreditados debe tener dentro de su alcance actividades como paramédico	100


2	Company Man	Ingeniero de petróleos o ingeniero mecánico	8	con experiencia como Ingeniero de Perforación con mínimo ocho (8) años en la planificación y ejecución de proyectos de perforación de pozos exploratorios y/o desarrollo y/o estratigráficos,	8	Contar con certificación específica en pegas de tubería, control de pozos, actividades de pesca y rig pass requisito mínimo, deberá haber participado en al menos un (1) proyecto de perforación o caracterización geotérmica,	100
2	Profesional HSE	Profesional (Profesional en Salud Ocupacional, Ingeniería Industrial, Administración, Ambiental, Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Ingeniería Forestal, Ingeniería Ambiental e Ingeniería Civil), especialista en el área HSEQ	5	Experiencia como supervisor HSEQ y/o interventor y/o auditor en HSEQ durante mínimo CINCO (5) años en pozos petroleros, con licencia en Seguridad y Salud en el Trabajo (anteriormente Salud Ocupacional)	5	5 proyectos como coordinador, director, o supervisor HSE en proyectos de perforación de pozos.	100
2	Profesional Ambiental	Título Profesional (Administración Ambiental, Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Ingeniería Forestal, Ingeniería Ambiental e Ingeniería Civil), especialista en áreas Ambientales o	5	Experiencia como supervisor Ambiental y/o interventor y/o auditor en Medio Ambiente, en CINCO (5) pozos petroleros.	5	Proyectos como coordinador o director o supervisor de medio ambiente en proyectos de perforación de pozos	100

		<i>afines,</i>					
1	<i>Profesional de actas</i>	<i>Profesional con título de pregrado en ingeniería ambiental y sanitaria y forestal o civil o arquitectura o hidrogeología o geología.</i>	4	<i>Como profesional de actas</i>	5	<i>Proyectos como experiencia en levantamiento de actas viales y socioambientales.</i>	<i>Mientras dure el levantamiento de las actas pre y post.</i>
2	<i>Coordinador Social</i>	<i>Opción 1: Profesional con título de Pregrado como Trabajador social o sociólogo o antropólogo o comunicador social o profesional de las ciencias sociales. Opción 2: Profesional con título de Pregrado de las ciencias sociales con postgrado en Gerencia Social o Gestión y Planeación de proyectos de desarrollo o Responsabilidad social.</i>	5	<i>Como Profesional social o Coordinador o director o supervisor o interventor de Gestión y/o responsabilidad Social</i>	5	<i>10 proyectos en el área de hidrocarburos, preferiblemente en pozo estratigráficos</i>	100

2	Profesional de apoyo social	Profesional con título de Pregrado de las ciencias sociales	2	Como Profesional en Gestión o responsabilidad social en el sector privado o público	3	3 proyectos en el área de responsabilidad o gestión social en el sector de hidrocarburos	100
2	Administrador	Profesional en el área de administración o finanzas o economía o contaduría	3	Como profesional en administración de proyectos	3	3 proyectos en el área de administración en el sector de hidrocarburos	100
1	Profesional civil	Ingeniero civil	5	Experiencia en construcción de locaciones para la industria petrolera	3	3 proyectos en el área de construcción de locaciones en el sector de hidrocarburos (perforación) y 3 proyectos en el área de mantenimiento de vías	75 % (para la construcción y desmantelamiento de la locación, durante las obras de mantenimiento de la vía (inicial, durante y final del proyecto)

Nota 1: Para el desarrollo de los pozos geotérmicos objeto del presente proyecto, se requiere la conformación y disponibilidad de dos (2) equipos de trabajo, de acuerdo con la solicitud de perfiles establecida en el cuadro del sondeo de mercado, con el fin de garantizar la ejecución eficiente y oportuna de las actividades operacionales, permitiendo la optimización de tiempos, la continuidad de las operaciones y el cumplimiento del cronograma establecido. Cada equipo deberá contar con el personal, equipos y recursos necesarios para la ejecución integral de las actividades asignadas.

XV. PROPUESTA ECONOMICA

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS</p> <p align="center">FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121</p> <p>31/11/2023</p> <p>Versión N°4</p> <p>Página 55 de 58</p>
---	--	---

Se requiere cotizar el presente proyecto por productos. Se adjunta la hoja de cálculo Excel para mayor facilidad en su diligenciamiento.

NOTA 1: La tabla de cotización se debe diligenciar en pesos colombianos y debe tener incluido todos los costos directos e indirectos, con sus respectivas tasas e impuestos, además de todos los gastos contingentes y todos aquellos que resulten necesarios para la ejecución del contrato en las condiciones de tiempo requeridos.

NOTA 2: Cotización por productos:


Las tarifas deben ser sumas fijas, no sujetas a reajuste o modificaciones de ninguna clase.

En los valores unitarios de cada producto deben estar incluidos todos los costos administrativos, financieros y técnicos como (personal técnico, equipos, servicios) indispensables para la ejecución del proyecto.

NOTA 3: Se solicita DILIGENCIAR LA FORMA DE COTIZACIÓN POR PRODUCTOS SIN CAMBIAR LAS TABLAS ECONÓMICAS PROPUESTAS con el fin de que puedan ser comparadas y analizadas 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.

NOTA 4: Para efectos de análisis y verificación presupuestal, se solicita a los contratistas que todas las cifras incluidas en sus ofertas sean presentadas en miles, garantizando uniformidad en la estructura económica y una adecuada comparación entre oferentes.

NOTA 5: Para efectos de estandarización y transparencia en la evaluación económica, se solicita que el presupuesto sea formulado bajo las condiciones económicas del año 2026, incluyendo explícitamente el IVA aplicable, la inflación estimada para dicho periodo y demás cargas o ajustes

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS</p> <p align="center">FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121</p> <p>31/11/2023</p> <p>Versión N°4</p> <p>Página 56 de 58</p>
---	--	---

financieros que incidan en el valor total de la oferta. Lo anterior garantiza coherencia con la vigencia contractual y evita desbalances derivados de proyecciones desactualizadas.

NOTA 6: Para efectos de la presentación de la información económica, se establece que todos los valores deberán ser cotizados y expresados en miles de pesos colombianos (COP), con el fin de mantener uniformidad en los criterios de análisis y comparación de las propuestas.

MIPYMES:

Por favor marcar con una X si el cotizante es o no MIPYME domiciliada en Colombia, observándose los rangos de clasificación empresarial establecidos, de conformidad con la Ley 590 de 2000 y el Decreto 1074 de 2015.

SI_____ NO_____

EMPRENDIMIENTOS Y EMPRESAS DE MUJERES:

Por favor marcar con una X si el cotizante es o no emprendimiento o empresa de mujeres, entendida esta cuando:

Más del cincuenta por ciento (50%) de las acciones, partes de interés o cuotas de participación de la persona jurídica pertenezcan a mujeres y los derechos de propiedad hayan pertenecido a estas durante al menos el último año.

Cuando por lo menos el cincuenta por ciento (50%) de los empleos del nivel directivo de la persona jurídica sean ejercidos por mujeres y éstas hayan estado vinculadas laboralmente a la empresa durante al menos el último año en el mismo cargo u otro del mismo nivel.

Se entenderá como empleos del nivel directivo aquellos cuyas funciones están relacionadas con la dirección de áreas misionales de la empresa y la toma de decisiones a nivel estratégico. En este sentido, serán cargos de nivel directivo los que dentro de la organización de la empresa se encuentran ubicados en un nivel de mando o los que por su jerarquía desempeñan cargos encaminados al cumplimiento de funciones orientadas a representar al empleador.

Cuando la persona natural sea una mujer y haya ejercido actividades comerciales a través de un establecimiento de comercio durante al menos el último año.

Para las asociaciones y cooperativas, cuando más del cincuenta por ciento (50%) de los asociados sean mujeres y la participación haya correspondido a estas durante al menos el último año.

SI ____ NO ____

PLAZO PARA SOLICITAR ACLARACIONES AL SONDEO DE MERCADO: Las firmas interesadas podrán formular observaciones y aclaraciones al presente documento al correo electrónico estudios.mercado@anh.gov.co, hasta el día 29 de abril 2026.



XVI. ENTREGA DE INFORMACIÓN DEL SONDEO DE MERCADO.

Las firmas invitadas deberán presentar la información solicitada en el presente sondeo de mercado al correo electrónico: estudios.mercado@anh.gov.co, antes del día 30 de abril 2026.



MARIA CRISTINA ACOSTA NUÑEZ
Vicepresidenta Técnica
VICEPRESIDENCIA TÉCNICA

Anexo: Tablas de cotización para cada área.

Aprobó: Hugo Hernán Buitrago Garzón/Gerente de Gestión del Conocimiento 
Revisó: José Fernando Osorno Monsalve/Experto 6/Componente técnico 
Proyectó: Andrés Ricardo López Escobar/Contratista/ Componente técnico 