

ANEXO – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ESTUDIO PREVIO PRESTACIÓN DE SERVICIOS PARA LA REALIZACIÓN DE PERFORACIONES VERTICALES LINEALES DISTRIBUIDAS EN UN MÍNIMO DE DOS AGUJEROS DE GRADIENTE TÉRMICO Y CONOCIMIENTO GEOLÓGICO (AGT-CG) EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE PAIPA (BOYACÁ)

Bogotá D.C., octubre 2019

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO ©

Oscar Paredes Zapata
Director General

Mario Andrés Cuellar Cárdenas
Director Técnico de Geociencias Básicas

Claudia María Alfaro Valero
Coordinadora Grupo de Trabajo
Investigación y Exploración de Recursos Geotérmicos

Investigación y Exploración de Recursos Geotérmicos

CONFIDENCIAL

CONTENIDO

1.	GENERALIDADES	4
1.1	LOCALIZACIÓN	4
1.2	MARCO GEOLÓGICO	6
2.	OBJETIVO	8
3.	ACTIVIDADES	8
3.1	LOGÍSTICA Y ADMINISTRACIÓN	9
3.2	INFRAESTRUCTURA DE LAS PLATAFORMAS	10
3.3	PERFORACIONES	13
3.4	NÚCLEOS, REGISTROS Y MUESTREOS	18
3.4.1	DESCRIPCIÓN DE NÚCLEOS	19
3.4.1.1	FOTOGRAFÍA DE NÚCLEOS AGT	20
3.4.2	REGISTROS FÍSICOS	20
3.4.2.1	REGISTROS DE PRESIÓN – TEMPERATURA DURANTE LA PERFORACIÓN	21
3.4.2.2	MEDICIONES DE TEMPERATURA POST-PERFORACIÓN	22
3.4.2.3	CONTROL DE CALIDAD DE LOS REGISTROS	22
3.4.2.4	CALIBRACIÓN DE EQUIPOS	23
3.4.3	TOMA DE MUESTRAS DE AGUA	23
3.4.4	MUESTREO DE LODOS PARA DETERMINACIÓN DE SULFATOS	23
3.4.5	MEDICIONES DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	24
3.5	FINALIZACIÓN DE LOS AGUJEROS	24
3.6	TAPONAMIENTO, ABANDONO Y REMEDIACIÓN	25
3.7	INFORMES	26
3.7.1	INFORMES DIARIOS	27
3.7.1.1	INFORMES DE PERFORACIÓN	27
3.7.1.2	INFORMES DE LOGUEO Y RECUPERACIÓN DE NÚCLEOS	28
3.7.2	INFORMES FINALES	28
3.7.2.1	INFORME DE REGISTROS FÍSICOS POR POZO	29
3.7.2.2	INFORME TÉCNICO FINAL INDIVIDUAL DE AGUJERO AGT	29
3.7.2.3	INFORME TAPAR, ABANDONAR Y REMEDIAR	30
3.7.2.4	INFORME DE SOCIALIZACIÓN	30
3.8	MANEJO AMBIENTAL Y SOCIAL	30
3.9	PROPUESTA ECONÓMICA	33
4.	OBLIGACIONES ESPECÍFICAS DEL CONTRATISTA	34

ANEXO – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. GENERALIDADES

Localización

El Servicio Geológico Colombiano (en adelante SGC) por más de una década ha venido estudiando diferentes regiones del departamento de Boyacá lo que ha permitido al Grupo de Exploración de Recursos Geotérmicos delimitar progresivamente el área objeto de estudio hasta configurar el actual proyecto geotérmico de Paipa.

Este proyecto está ubicado geográficamente en la zona central del departamento de Boyacá y principalmente sobre un sector rural del municipio de Paipa que en total conforman un área menor a 143 Km² (figura 1).

El casco urbano de Paipa es el centro poblado más cercano ubicado al norte de la zona de estudio. Este casco urbano se localiza a una distancia de 40 Km de Tunja (capital de Boyacá) y a 184 Km de Bogotá. La distancia de la zona de estudio al centro poblado de Paipa es tan solo de ocho kilómetros que representan un promedio de 20-30 minutos en recorrido vehicular.

La Troncal Central del Norte - Ruta Nacional 55, es la principal vía que comunica a Paipa con Bogotá, Tunja, Duitama, Tuta y Soatá. Adicionalmente, desde el centro poblado de Paipa se distribuye una red vial de segundo y tercer orden que lo comunica con toda la zona de estudio, vías que además permiten el acceso a los municipios de Tuta y Firavitoba.

El turismo permanente en la zona contribuye a que el acceso vial se mantenga en buenas condiciones, a que exista una diversa infraestructura hotelera y además posibilita la disponibilidad/oferta de insumos, herramientas y suministros que pueden requerirse en los trabajos de perforación requeridos.

El centro poblado de Paipa está ubicado en las siguientes coordenadas: 5°46'50.98" N y 73°07'05.828" W (sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS) y cuenta con una temperatura y elevación promedio de 13 °C y a 2525 msnm, respectivamente. La zona de estudio está delimitada por los siguientes pares de coordenadas planas (MAGNA-SIRGAS, ORIGEN Bogotá):

Coordenadas área de proyecto

NORTE	ESTE
1.102.000	1.130.000
1.113.000	1.130.000
1.102.004	1.117.000
1.113.000	1.117.000

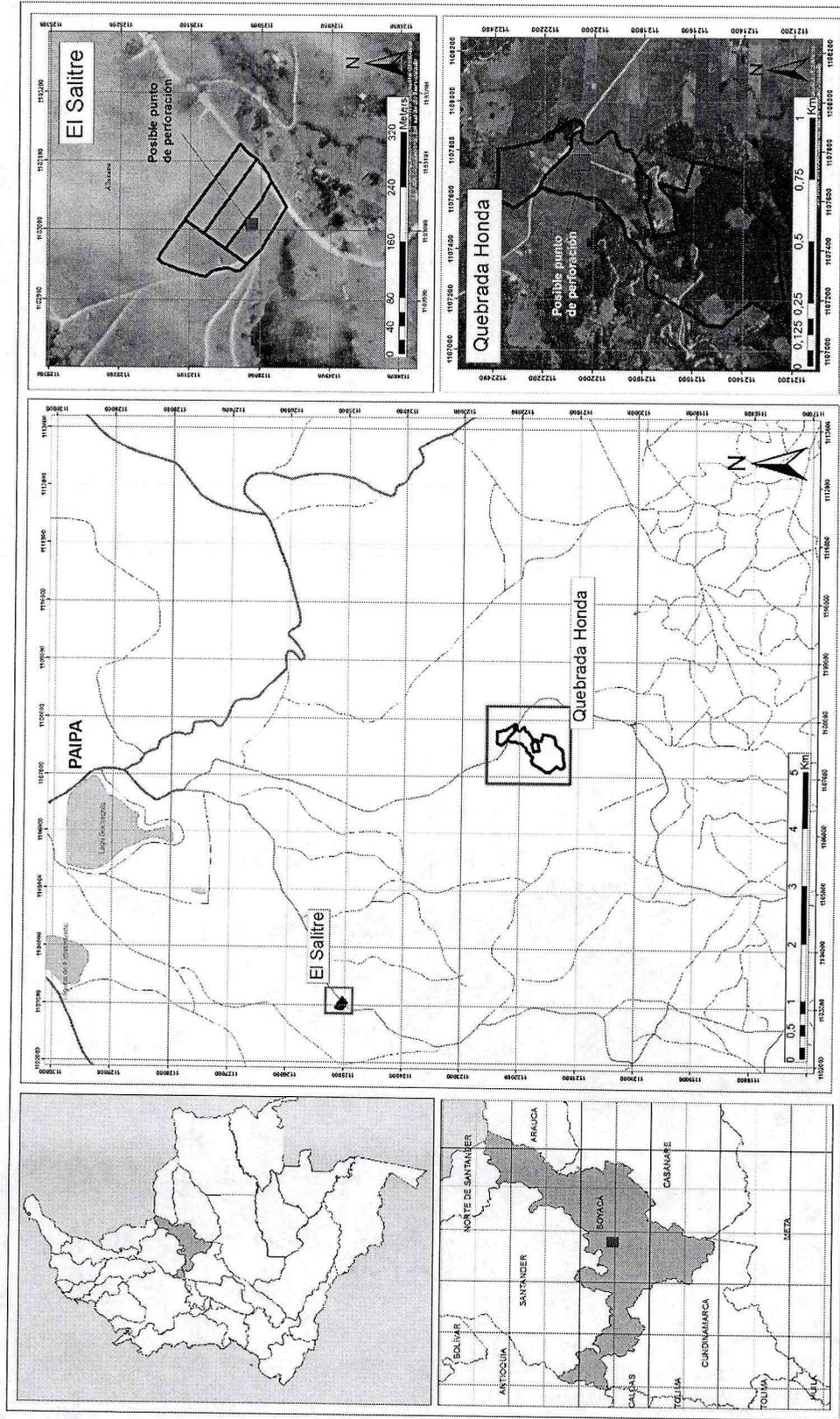


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio con los puntos planeados de perforación.

Aclaración: En caso de adelantarse todas las actividades previas y de socialización requeridas, y no poderse ejecutar las actividades de perforación en el área inicialmente determinada por los profesionales del SGC, por causas de caso fortuito o fuerza mayor aprobadas por el Supervisor, el SGC podrá, si lo considera pertinente, reasignar éstas áreas a otras de interés con características técnicas similares.

Marco Geológico

El sistema geotérmico de Paipa es ampliamente conocido en Colombia por sus aguas termales y su aprovechamiento principalmente en balnearios. No obstante, no existe suficiente divulgación del conocimiento existente sobre el vulcanismo de Paipa.

El Servicio Geológico Colombiano ha llevado a cabo diversos trabajos de cartografía geológica y estructural (figura 2), estudios vulcanológicos, geofísicos y geoquímicos orientados hacia la investigación de los recursos geotérmicos de la zona Paipa.

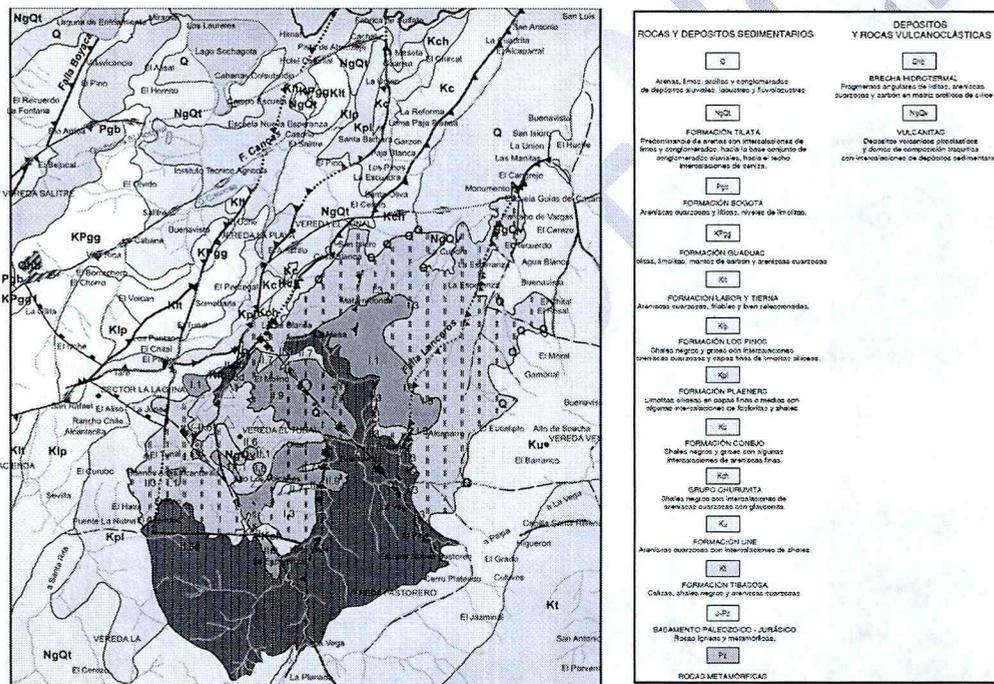


Figura 2. Esquema de las Unidades geológicas identificadas en la zona de estudio. Tomado de Velandia, 2003¹ y Cepeda & Pardo, 2004².

¹ Velandia, F. 2003. Cartografía geológica y estructural sector sur del municipio de Paipa. Informe Técnico. Servicio Geológico Colombiano. 31 p. Bogotá D.C.

² Cepeda, H. y Pardo, N. 2004. Vulcanismo de Paipa. Informe técnico. Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear. INGEOMINAS. 104 p. Bogotá D.C.

A continuación, se resumen las prognosis basadas en cortes geológicos de los puntos planeados a perforar, para tener una referencia del consecutivo y ubicación de las perforaciones:

1) Perforación AGT-1

Ubicación: Salitre

Objetivo: Medir gradiente geotérmico, confirmar aporte al modelo geotérmico por calentamiento del intrusivo de El Durazno.

Prognosis AGT-1

Desde (m)	Hasta (m)	Nombre Unidad	Litología
0	54	Formación Guaduas	Arcillolitas y limolitas color violeta, gris y crema en capas medias a muy gruesas con mantos de carbón, en la parte superior arenitas grano fino con matriz arcillosa.
54	142	Formación Labor-Tierna	Arenitas cuarzosas de grano grueso a fino, friables.
142	237	Formación Los Pinos	Limolitas negras a verdes en capas gruesas a muy gruesas con intercalaciones de arenitas cuarzosas en capas delgadas, liditas sílceas y limolitas laminadas.
237	466	Formación Plaeners	Liditas sílceas intensamente fracturadas, con niveles de fosforitas.
466	500	Formación Conejo	Shales negros en capas medias a muy gruesas con intercalaciones de arenitas de grano fino, limolitas y calizas.

2) Perforación AGT-2

Ubicación: Quebradahonda.

Objetivo: Medir gradiente geotérmico y confirmar aporte al modelo geotérmico.

Prognosis AGT-2

Desde (m)	Hasta (m)	Nombre Unidad	Litología
0	21	Cuaternario	Arenas limos, arcillas y conglomerados de origen aluvial, lacustre y fluvio lacustre.

Desde (m)	Hasta (m)	Nombre Unidad	Litología
21	77	Vulcanitas	Depósitos volcánicos piroclásticos (lapilli y cenizas) con intercalaciones de depósitos sedimentarios, posibles domos porfiríticos, traquíticos y riolíticos.
77	500	Formación Une	Arenitas friables de grano fino a muy fino, con óxidos de hierro, algunas intercalaciones menores de shales negros.

2. OBJETIVO

El objeto de este contrato es la prestación de servicios para la realización de perforaciones verticales lineales distribuidas en un mínimo de dos Agujeros de Gradiente Térmico y Conocimiento Geológico (AGT-CG) en la zona rural del municipio de Paipa.

Los objetivos técnicos de las perforaciones son realizar las mediciones de temperatura y otras variables físicas de las formaciones geológicas interceptadas, tomar muestras de núcleos y de agua de formación y realizar pruebas de bombeo en fondo de pozo en caso de que se intercepte un acuífero.

3. ACTIVIDADES

Las actividades inherentes al objeto del contrato incluye la ejecución de las siguientes operaciones: construcción de la infraestructura necesaria para el acceso de la maquinaria (vías, accesos y plataformas), perforación con recuperación de núcleos con entrega de los mismos en las instalaciones de la Litoteca Nacional localizada en Piedecuesta (Santander), registro geológico ("*logging*"), toma de registros físicos, muestreo de agua de acuíferos interceptados a lo largo de la perforación, taponamiento, abandono y remediación del área.

El objeto a contratar incluye prestar los servicios para realizar la perforación bajo los siguientes escenarios:

- Perforar hasta 500 metros de profundidad los AGT de acuerdo a la Figura 6 "*Esquema general de diseño para la perforación de los agujeros AGT*", o perforar hasta alcanzar una temperatura de 190°C o por decisión técnica tomada y justificada por el SGC, en cabeza de la interventoría y el supervisor designado por la institución.
- Garantizar la recuperación total de núcleo durante todo el tramo de las perforaciones y realizar registros físicos.

- En caso de encontrar un acuífero durante la perforación, se deberá realizar pruebas de bombeo o ensayo Lugeon y captar muestras de agua con la herramienta Bailer o la que sea necesaria para ello previa aprobación de la interventoría.
- Tomar las medidas necesarias para garantizar que, al finalizar la perforación y las mediciones físicas, el taponamiento y abandono de los pozos perduren, teniendo en cuenta condiciones con alto contenido de sulfatos en las zonas a perforar.

El SGC se reserva el derecho de modificar, ampliar o reducir dichas condiciones conforme a los escenarios, e incluso contemplará el modificar especificaciones de número de perforaciones y/o profundidad teniendo presente el precio por metro perforado, traslado de equipo y construcción de plataformas adicionales. Es decir, si en las dos plataformas no se alcanzan los 1.000 m de perforación vertical, se usará el saldo para un tercer agujero cuya profundidad dependerá del costo de la movilización y construcción de la nueva plataforma.

Para definir las especificaciones técnicas de las perforaciones AGT-CG, el SGC ha identificado ocho (8) actividades que conforman los trabajos de perforación requeridos y un ítem que especifica las características generales del personal a cargo del **CONTRATISTA** que debe ejecutar los trabajos de perforación:

1. Logística y Administración.
2. Infraestructura de las Plataformas.
3. Perforaciones AGT (1.000 m verticales).
4. Núcleos, Registros y Cemento.
5. Finalización de los Agujeros.
6. Taponamiento y Abandono.
7. Informes.
8. Control Ambiental.

Estas actividades involucran tanto las tareas y procesos que requieren una directriz general del proyecto, la cual a criterio del SGC se expresa mediante los siguientes lineamientos y criterios técnicos mínimos a considerar por el **CONTRATISTA**.

3.1. Logística y Administración

- El **CONTRATISTA** asumirá el suministro de agua que se requiera para ejecutar las perforaciones AGT (1.000 m) requeridas, y aquellas actividades involucradas en la búsqueda de este objetivo. Para el suministro, el **CONTRATISTA** deberá considerar asuntos relacionados con la captación, el transporte, el almacenamiento y la disposición final, así como el ejercicio de un control ambiental eficiente de los recursos involucrados. La administración del agua hace parte del correcto manejo ambiental que se señala en el apartado denominado Manejo Ambiental.

- El hospedaje del personal y su alimentación serán contratados localmente con el objetivo de extender el vínculo social entre las comunidades con el proyecto de perforaciones.
- El personal involucrado en las perforaciones debe conservar un comportamiento respetuoso, cordial y honesto con las comunidades en sus diferentes interrelaciones dentro y fuera de la zona de trabajo.
- Disponer de por lo menos un (1) vehículo permanente para atender las contingencias que sean identificadas con claridad en los programas de salud ocupacional y programas de planificación del agujero. Deberá ser camioneta 4x4 con doble cabina y platón.
- El **CONTRATISTA** deberá costear los pagos adicionales por afectaciones civiles y/o a los recursos naturales cuyo origen esté relacionado con la falta de control del personal vinculado a las perforaciones.
- Para el SGC es imprescindible que el **CONTRATISTA** no maneje incentivos (bonos, permisos, etc.) y/o acuerdos con su personal operativo, que puedan poner en riesgo la calidad de los agujeros AGT y el impacto negativo sobre los recursos naturales, así como la integridad del personal mismo.
- El **CONTRATISTA** incorporará en su oferta el costo de toda la logística necesaria para la realización de los trabajos de perforación: movilización y desmovilización, tasa diaria del equipo de perforación, demás equipos y servicios auxiliares; y gastos administrativos y generales.
- Si el **CONTRATISTA** hace uso de subcontratistas, estos deberán brindar las mismas garantías de competencia y exigencias técnicas que el SGC estima a lo largo del presente documento, para prestar servicios de conformidad con el contrato.

3.2. Infraestructura de las Plataformas

El diseño definido por el SGC se describe a continuación:

- El área prevista para la ubicación de todas las instalaciones equipos, herramientas, tanques de agua, oficina de sitio, taller de lodos, tráiler de lodos, la máquina de perforación, y cualquier otro equipo previsto por el **CONTRATISTA** será aproximadamente de 32 m de largo por 28 m de ancho como se ilustra en el diseño de la plataforma establecida por el SGC, presentada en la figura 3.
- Hace parte de las instalaciones un “sump” o piscina con las siguientes dimensiones sugeridas o superiores a 10 m de largo por 7 m de ancho y 2 metros de profundidad; y un cellar o contrapozo con dimensiones sugeridas de 2 m de largo, 2 metros de ancho, y 1 m de profundidad o superior (figura 4).
- El **CONTRATISTA** será quien acondicione la plataforma de perforación y su respectiva distribución atendiendo la premisa de optimización y reducción de los espacios ocupados para limitar el área de impacto ambiental.
- El **CONTRATISTA** debe tener la capacidad de proveer fuentes de agua para las operaciones de perforación y otros usos industriales durante las 24 horas del día, así

como para el personal de manera independiente, con almacenamiento en el área de la plataforma.

- Presentar para evaluación por parte de la interventoría y/o SGC, el formato de inventario de herramientas, repuestos e insumos.
- Disponer en la zona de trabajo del Inventario documentado en formato de herramientas, repuestos e insumos.
- El **CONTRATISTA** debe proveer y asegurar su propia fuente de energía y abastecimiento eléctrico para todas las operaciones durante las 24 horas del día.
- Por motivos de seguridad:
 - ✓ El **CONTRATISTA** asegurará un área de espacio libre de interferencias equivalente o superior al tamaño de la máquina de perforación (espacio de influencia que no debe ser ocupado para que la máquina de perforación en sus movimientos no genere un riesgo a la seguridad de las personas o daños a la propiedad).
 - ✓ Instalación de un punto de encuentro o reunión claramente señalado que será determinado antes de empezar las operaciones y después de la construcción.
 - ✓ Se proveerá de al menos 5 anemoscopios para determinar la dirección del viento en cualquier sitio de la operación.
 - ✓ En la piscina de lodos instalar un sensor multivariable para lectura y registro de sulfuro de hidrógeno, dióxido de carbono y metano en formato aprobado por el SGC.

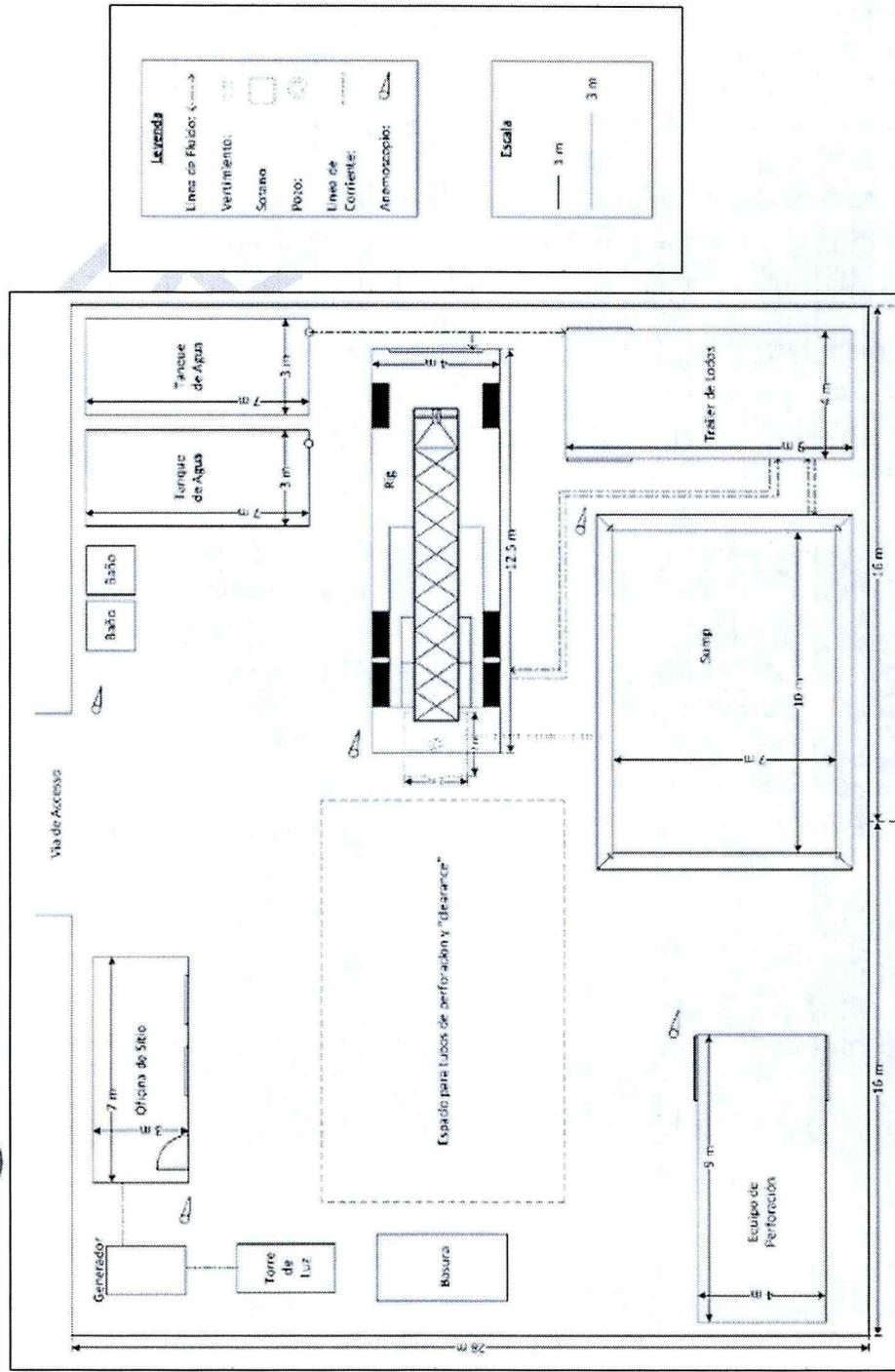


Figura 3. Área prevista para la ubicación de todas las instalaciones equipos, herramientas, tanques de agua, oficina de sitio, taller de lodos, tráiler de lodos, la máquina de perforación, y cualquier otro equipo previsto. Tomado de Dewhurst Group, 2016. Informe de asesoría: Reunión Técnica para Intercambio de Información para la Perforación de Tres Agujeros de Gradiente Geotérmico. Documento de Trabajo. SGC. Bogotá D.C.

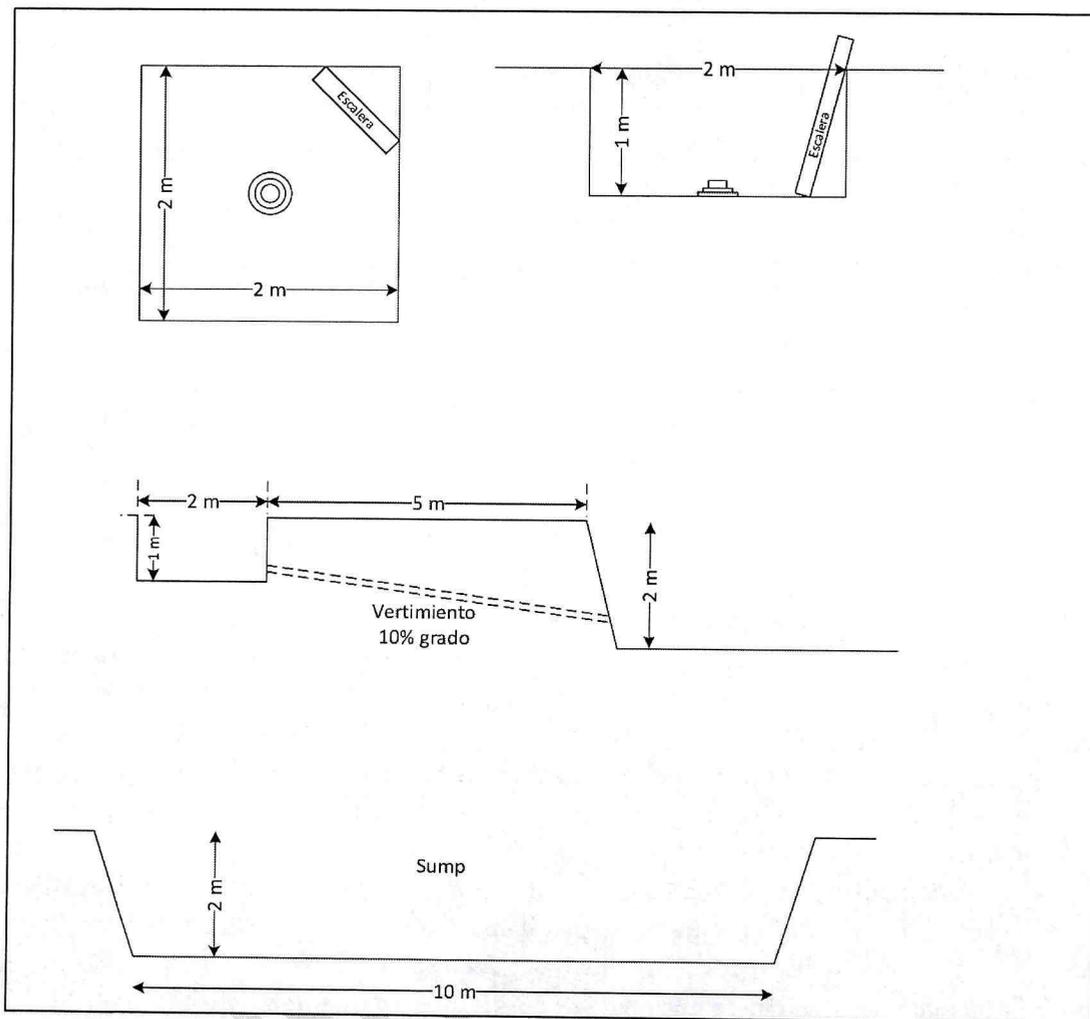


Figura 4. Instalaciones sugeridas del "sump" o la piscina. Tomado de Dewhurst Group, 2016. Informe de asesoría: Reunión Técnica para Intercambio de Información para la Perforación de Tres Agujeros de Gradiente Geotérmico. Documento de Trabajo. SGC. Bogotá D.C.

3.3. Perforaciones

Antes de iniciar el proceso de perforación el **CONTRATISTA** deberá realizar un ejercicio de simulación de la perforación estimando todos los aspectos logísticos, administrativos y operativos necesarios para ejecutar exitosamente las perforaciones (*Drill on paper*) este requisito es **OBLIGATORIO** antes de iniciar las perforaciones y debe ser aprobado por la interventoría.

El **CONTRATISTA** deberá incluir (pero no limitarse) a describir lo siguiente:

- Calendario detallado de trabajo.
- Describir servicios de perforación que se proporcionan. (Máquina de perforación, brocas, camisas, revestimientos entre otros).
- Descripción detallada de los principales equipos de perforación: tipo de equipos, fabricante, la edad de los equipos, rango de profundidad que alcanzan, potencia y otros datos técnicos relevantes.
- Procedimientos de perforación.
- Describir el método de medición y control de ruido.
- Programa de fluido:
 - ✓ Describir el lodo de perforación que se utilizará (suministros y servicios).
 - ✓ Describir el método de contención y eliminación de residuos de perforación y agua de pozo.
 - ✓ Describir el método de suministro de agua.
- Indicar el número de turnos y horario de trabajo para el inicio y finalización de las perforaciones.

Para la perforación de los agujeros de gradiente térmico se estiman los siguientes requisitos, de acuerdo al diseño de la figura 5, el cual es el diseño requerido con las mínimas características de seguridad para la zona:

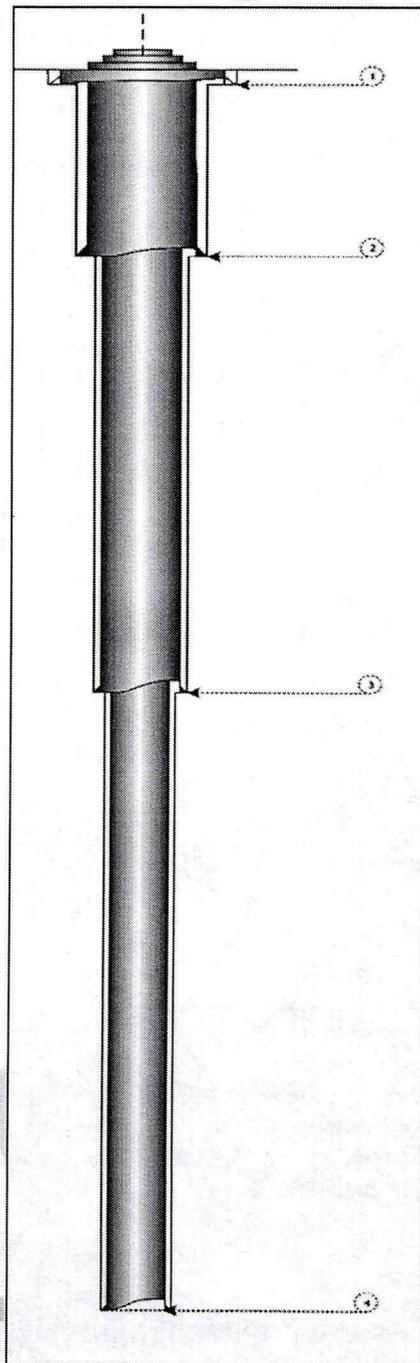
- El equipo de perforación requerido deberá tener la potencia suficiente para perforar un agujero de diámetro HQ (externo 95.6 mm; interno 63.5 mm) hasta 800 m de profundidad.
- Solo para los primeros metros se usará perforación tricónica para ajustar el diámetro del agujero para el cabezal y la válvula BOP. El resto de la perforación será diamantina con extracción de testigo de roca.
- Un diámetro mínimo de núcleo de perforación HQ o superior.
- El **CONTRATISTA** realizará un manejo adecuado de las presiones presentes durante la perforación, para ello deberá contar con un sistema preventivo de reventones (en adelante BOP) cuyos componentes serán debidamente inspeccionados, la prueba de preventores se realizará a la presión máxima establecida por las normas IADC (*International Association of Drilling Contractors*) y también será divulgado el instructivo de contingencias entre los operarios. Si existiesen fallas durante las pruebas, el tiempo que tome la reparación de las mismas se considerará como tiempo de reparación y corre a cargo del **CONTRATISTA**.
- Es indispensable que el manejo de presiones contemple todas las medidas a que haya lugar para preservar las condiciones ambientales y la seguridad del personal que trabaja en la zona. Las condiciones de la BOP estarán sujetas a aquellos estándares considerados en las siguientes normas: API SPEC 6A / ISO 10423, API SPEC 16A, API SPEC 16C, API y API RP53, ISO 14313:1999 / API SPEC 6D.5.2
- Los requisitos mínimos de la **BOP** son:

- 1) Revestimiento de 6-5/8".
- 2) Brida de 6" con especificación ANSI 400.
- 3) Carreta con dos puertos para nipples soldadas.
- 4) Dos válvulas de 1-1/2" especificación ANSI 400 tipo "Gate Valve".
- 5) Válvula de 6" tipo Gate Valve con especificación ANSI 400.
- 6) Preventor anular de 6" -2M (2000 PSI).
- 7) Línea de flotación (véase figura 6).

- El tubo de revestimiento para anclaje de la BOP debe tener una profundidad igual o mayor a 75 m, profundidad suficiente que garantice la seguridad del personal de la zona y el correcto funcionamiento de la misma.
- La presión máxima de trabajo para la tubería de anclaje de la BOP debe superar 185 PSI, la presión máxima de las válvulas de la BOP debe ser de 840 PSI (estándar ANSI 400) y la presión máxima del preventor anular debe ser de 2000 PSI (2M).
- El espacio anular del tubo de revestimiento para el anclaje debe ser mayor a 1,5 (1-1/2) pulgadas, permitiendo la adecuada cementación del revestimiento.
- El **CONTRATISTA** incorporará al menos un desviador de flujo o línea de flote para el control de las presiones en la BOP.
- La oferta deberá describir el tipo de sistema BOP propuesto y sus respectivas especificaciones técnicas.
- Revestimientos finales NW, HW o HWT que cubran la longitud total del agujero, para obtener un agujero sellado y lleno de agua.
- El juego de tuberías, brocas y demás componentes de la sarta de perforación deberán garantizar la recuperación continua de núcleos cuando sea posible.
- La tubería de revestimiento (o casing), incorporará insumos adecuados conforme a los estándares de fabricación impuestos por la industria.
- Las uniones implementadas garantizarán su correcto funcionamiento evitando posibles filtraciones.
- Los procedimientos y las herramientas implementadas durante las operaciones de construcción deberán garantizar que se adelante la toma de registros físicos (Registros de pozo y mediciones de presión y temperatura) a lo largo de la profundidad total alcanzada.
- Durante todas las operaciones de perforación, el **CONTRATISTA** deberá tomar las precauciones del caso para evitar que los agujeros se tapen u obstruyan, de cualquier forma, si esto sucediere deberá realizar la limpieza o reperforación en caso de obstrucción hasta completar la profundidad pactada de la perforación (500 m) a satisfacción del SGC.
- El **CONTRATISTA** incorporará a su oferta el tipo de fluidos de perforación a utilizar, mencionando para cada uno sus características técnicas y ventajas para las

condiciones del terreno. Como información básica para determinar el tipo de fluido el **CONTRATISTA** deberá revisar los informes suministrados por el SGC.

- El SGC verificará a través de la interventoría que el **CONTRATISTA** siempre contemple la planificación y fiscalización de todos los componentes y actividades de perforación buscando reducir los impactos ambientales y garantizando el manejo correcto durante la limpieza y desarrollo del agujero.
- Los fluidos de perforación y sus componentes serán controlados adecuadamente para evitar efectos negativos al ambiente por emisión, vertimiento, filtración, escape o derrame. En este mismo sentido las piletas o piscinas de los fluidos, serán debidamente impermeabilizadas y drenadas cuando el operador estime oportuno.
- Previo a los procesos de cementación, tapado y abandono el **CONTRATISTA** deberá realizar pruebas a la calidad del cemento que garanticen su estabilidad química ante las aguas de formación de alta temperatura o que sean corrosivas por concentraciones elevadas de sales como las previstas en el área de Paipa, o por pH extremo.
- En el momento de interceptar un acuífero el **CONTRATISTA** deberá realizar los procedimientos de muestreos de agua y medidas de temperatura y aplicar los mecanismos para garantizar que el acuífero no será contaminado.
- Durante la perforación, en caso de encontrar un acuífero, el **CONTRATISTA** deberá realizar pruebas de bombeo o ensayo Lugeon, garantizando que el acuífero no será contaminado y la estabilidad del agujero.
- El registro del fluido y la recuperación de núcleos debe llevarse a cabo de forma rutinaria durante el curso de la operación de perforación.
- La perforación deberá ejecutarse de tal manera que se garantice la mayor recuperación posible (especialmente en rocas fracturadas, alteradas o depósitos no consolidados) con herramientas y procedimientos que controlen rigurosamente el agua de lavado, los fluidos y presiones de perforación, la longitud del sector perforado, y demás factores que incidan en este procedimiento.
- En el proceso de perforación se implementará la metodología de núcleo orientado (**Oriented Coring**) siempre que la competencia de la formación lo permita.



Sección	Diámetro agujero	Revestimiento	Detalles
1	Driven	10-3/4"	Conductor
2	8"	6-5/8"	Con Tricono
3	PQ	HW	Diamantina
4	HQ	NW	Sellado y lleno de H ₂ O

Figura 5. Esquema general de diseño para la perforación de los agujeros AGT. Tomado de Dewhurst Group, 2016. Informe de asesoría: Reunión Técnica para Intercambio de Información para la Perforación de Tres Agujeros de Gradiente Geotérmico. Documento de Trabajo. SGC. Bogotá D.C.

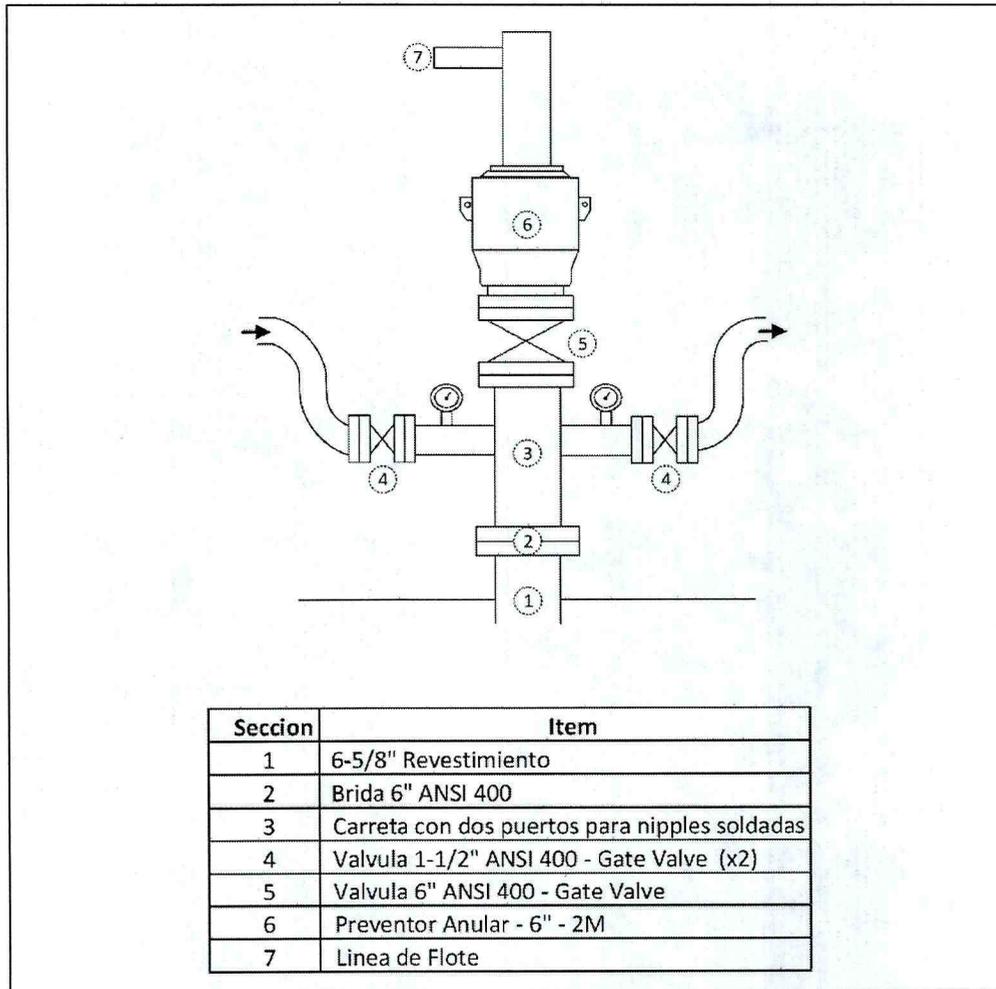


Figura 6. Tipo de sistema BOP requerido y sus respectivas especificaciones técnicas. Tomado de Dewhurst Group, 2016. Informe de asesoría: Reunión Técnica para Intercambio de Información para la Perforación de Tres Agujeros de Gradiente Geotérmico. Documento de Trabajo. SGC. Bogotá D.C.

3.4. Núcleos, Registros y Muestras

Procedimiento para el almacenamiento e identificación de núcleos:

- Lavar para eliminar residuos de perforación.
- Escurrir y secar.
- Acomodar en caja.
- Empacar con vinipel y papel aluminio.
- Rotular.
- Registro fotográfico.

Seguir las condiciones estándar de almacenamiento teniendo en cuenta que una caja de núcleos se lee igual que un libro de izquierda a derecha, y de arriba a abajo. Ubicando el núcleo de tope a base, marcar cada pieza individual con una línea negra a la derecha, y una línea roja a la izquierda.

3.4.1. Descripción de núcleos

La descripción de los núcleos se hará a partir del diligenciamiento del formato aprobado por el SGC, previa revisión de la propuesta del **CONTRATISTA**, para este propósito.

Los núcleos tomados deberán ser almacenados en cajas porta-núcleos plásticas (Caja plástica con canaleta PVC, color azul según estándar ANH) y aquellos segmentos de núcleo entero serán cortados en tramos definidos por las dimensiones de las cajas bajo la supervisión del geólogo residente y verificación a cargo de la interventoría. Los núcleos deberán ser empacados y estar debidamente orientados, marcados y sellados por parte del **CONTRATISTA** quien implementará la nomenclatura definida previamente por el SGC reportando siempre la profundidad correcta.

El manejo de los núcleos seguirá las condiciones definidas por la Norma ASTM D 2113 "*Diamond Core Drilling for Site Investigation*".

Las cajas listas para almacenar fuera del área de trabajo, serán transportadas por el **CONTRATISTA** y entregadas en las instalaciones de la Litoteca Nacional del SGC localizada en Piedecuesta (Santander) en los horarios que este último defina. El transporte de las muestras de núcleos hasta la Litoteca, será asumido por el **CONTRATISTA** garantizando siempre que la manipulación se llevará a cabo de forma adecuada para preservar las muestras.

Los formatos de registro de perforación, logueo, recuperación de núcleos, toma de muestras de lodos y medición de conductividad de lodos serán aprobados por el SGC, previa revisión de la propuesta del **CONTRATISTA** y deberán ser tramitados en su totalidad en cada turno de trabajo.

Dentro de la actividad para el etiquetado del núcleo, se adelantará la toma de fotografías con una cámara digital de alta resolución y zoom óptico superior a los 14 mega pixeles.

Esta toma de fotografías implementará cartas de colores para roca de uso reconocido a nivel internacional y que sirvan de referencia para la descripción de los núcleos. Para garantizar la calidad de la imagen, el **CONTRATISTA** tomará la fotografía en un sitio donde no haya contraluz y existe suficiente luz natural. Los archivos digitales obtenidos serán etiquetados conforme a los criterios que defina el SGC antes de iniciar el muestreo.

Las actividades de logueo, toma de fotografías, organización y rotulación de los núcleos, así como de las cajas de almacenamiento y transporte serán realizadas por personal calificado.

El geólogo residente y el auxiliar encargado de colocar los núcleos en las cajas deberán trazar la línea del eje de perforación dada por la marca del proceso de ***Oriented Coring***.

El geólogo residente en sus formatos de trabajo debe consignar el valor de ángulo de azimut de las estructuras (fracturas naturales) y su valor de apertura, para que posteriormente se puedan conocer sus parámetros estructurales. La rotulación debe seguir el formato suministrado por el SGC.

Fotografía de núcleos AGT

Las siguientes instrucciones son para la fotografía únicamente en campo:

- Tomar fotografías digitales del tramo del núcleo almacenado en la caja en alta resolución incluyendo escala de colores y escala de longitud en la fotografía.
- Tomar fotografías adicionales de las características importantes en el núcleo, asegurándose de incluir la profundidad.
- Fotografiar el núcleo, ya sea con el uso de luz natural o iluminación fotográfica adecuada. Si lo fotografía con luz natural, fotografíe el núcleo con la luz del sol oblicua, no con luz solar directa; la luz solar directa creará un resplandor. Si fotografía con luz artificial, no use luz fluorescente; la luz fluorescente hará que el color se distorsione.
- Ajuste el balance de blancos antes de fotografiar.
- Restablecer el balance de blancos sobre una base.
- Utilizar como escala de colores la tabla de separación de colores de Tiffen (FKA Kodak) o la tabla de colores de Munsell.
- Fotografiar la carta cada vez que el balance de blancos se pone a cero e incluir la carta de colores en cada fotografía.

3.4.2. Registros físicos

Los registros físicos deberán correrse en agujero desnudo a lo largo de todo el tramo de perforación (antes de encamisar), siempre y cuando no haya problemas técnicos que impidan la realización de los registros, lo cual será aprobado por la interventoría y el SGC.

Los registros físicos se deben realizar en los intervalos de los tres (3) cambios de tubería y hasta el fondo del agujero, teniendo como referencia el diseño de la figura 5. En cualquier caso, el **CONTRATISTA** debe garantizar una cobertura total del pozo desnudo por las herramientas de registro físico, es decir, no deben quedar segmentos de pozo sin registros una vez se haya colocado el cemento y el revestimiento.

Solamente el registro de temperatura y presión tendrá un esquema de mediciones diferentes como se explicará más adelante dentro de este mismo capítulo.

Estos registros son requeridos para las perforaciones AGT exclusivamente y corresponden a:

- Presión/Temperatura:
 - ✓ En fluido de perforación
 - ✓ De fondo de agujero (BHT).
 - ✓ Perfil de temperatura.
- Litológicos:
 - ✓ Rayos gamma natural
 - ✓ Potencial espontáneo.
 - ✓ Resistividad Latero log o Induction Log de acuerdo al caso
- Porosidad:
 - ✓ Densidad.
 - ✓ Neutrón/Neutrón.
 - ✓ Sónico.
- Registro de verticalidad (Reflex o Gyro)
- Caliper

Estos registros se realizarán en hueco desnudo antes de cementar, y uno de los tres registros de temperatura (Perfil) se realizará una vez el pozo este encamisado como se describe en el siguiente aparte.

3.4.2.1. Registros de presión – temperatura durante la perforación

Los agujeros AGT con diámetro HQ en el fondo de agujero contratados por el SGC, requieren herramientas de medición con diámetros menores adecuados para revestimiento NW, se deben usar las herramientas adecuadas para temperaturas intermedias (<125°C) y altas (hasta 190 °C).

Las características técnicas de la herramienta deben ser presentadas por el **CONTRATISTA** antes de iniciar el proyecto de perforación (durante el ejercicio de *Drill On Paper*).

El SGC necesita los siguientes procedimientos para los registros de presión y temperatura durante la construcción del agujero:

Las mediciones durante la perforación se harán de la siguiente manera:

- En agujero abierto (superficie del agujero desnudo lleno de lodo), cada vez que se intercepta un acuífero y/o en cada cambio de tubería si el agujero es telescópico.

- Es importante tener en cuenta que cuando se realiza la medida de temperatura el flujo o bombeo de lodo debe detenerse completamente, el lodo debe permanecer estático o sin flujo por el mayor tiempo que sea posible (hasta donde las condiciones del lodo lo permitan) con el fin de obtener una medida de temperatura libre de afectaciones por la circulación del lodo.
- Al completar la profundidad del agujero el **CONTRATISTA** hará medidas de temperatura de fondo de agujero (BHT) vs. tiempo de cese de circulación (hasta donde las condiciones del lodo lo permitan).
- Al completar la construcción del agujero AGT el **CONTRATISTA** se encargará de preparar el pozo (llenar con columna de agua) para realizar mediciones de temperatura a lo largo de toda la extensión del agujero; es de aclarar que el pozo debe estar completamente sellado tanto en las paredes como en el fondo para evitar derrumbes y garantizar una estabilización de la temperatura.

3.4.3. Mediciones de temperatura post-perforación

- Las mediciones de temperatura (y presión) post-perforaciones se harán también después de la desmovilización de la torre de perforación, por un período de dos meses hasta la fecha establecida para tapar y abandonar el agujero. Las mediciones se hacen cada 10 m de profundidad hacia abajo y hacia arriba hasta el fondo del agujero.
- Las características óptimas de la columna de perforación para realizar los registros de temperatura post-perforación son los siguientes:
 - ✓ El agujero debe estar encamisado y con un tapón de cemento en el fondo que impida la circulación de fluidos.
 - ✓ Verificar la solidez e integridad estructural del revestimiento de cemento.
 - ✓ Hacer el cambio total de lodo por agua limpia en la columna de perforación una vez concluya el encamisado.
 - ✓ Verificar que no hay revestimiento doblado, obstrucciones o taponés de cemento o lodo en el interior de la columna de perforación.

Si las condiciones anteriores se cumplen a cabalidad, la perforación está preparada para la realización de las medidas de temperatura post-perforación.

3.4.4. Control de calidad de los registros

El **CONTRATISTA** estará encargado de subcontratar un petrofísico independiente que se encargue de recolectar la información de los registros físicos y verifique que se realizaron las correcciones necesarias para la calibración de cada uno de los registros físicos que se mencionan en el inicio de ésta sección. El petrofísico debe realizar este proceso para cada una de las perforaciones.

3.4.5. Calibración de equipos

El **CONTRATISTA** debe demostrar que todas las herramientas y equipos utilizados para los registros físicos (litológicos, presión, temperatura) tienen un certificado de calibración, o se les realizó una prueba de calibración que permite un uso correcto.

Este certificado debe demostrar el tipo de prueba al que fueron sometidos los equipos y los valores de medida obtenidos de acuerdo a la herramienta y la propiedad física medida.

3.4.6. Toma de muestras de agua

- Para el proceso de muestreo previamente en el ejercicio de *Drill On Paper* el **CONTRATISTA** deberá especificar un plan de muestreo en el que explique detalladamente la metodología a seguir para realizar el muestreo de agua minimizando el impacto que tiene la densidad del fluido de perforación para detectar la presencia de acuíferos.
- Disponer de equipo de muestreo de agua y conocer los procedimientos para su utilización.
- El **CONTRATISTA** deberá informar a la interventoría sobre acuíferos interceptados y proceder a realizar el muestreo correspondiente.
- Las muestras se deben recolectar por duplicado una de ellas será entregada a los funcionarios del SGC.
- Las muestras para el SGC deben ser recolectadas en recipientes de polietileno de alta densidad blancos, así: 250 mL de muestra filtrada por 0,45 micras y acidificada a pH < 2, 1000 mL de muestra sin tratamiento hasta el tope del recipiente y 100 mL de muestra sin tratamiento hasta el tope del recipiente.
- Una de las muestras debe ser analizada por el **CONTRATISTA** a través de un laboratorio químico acreditado.
- Los análisis químicos solicitados son: pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, litio, sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, estroncio, boro, sílice, sulfatos, cloruros, fosfatos, carbonatos, bicarbonatos, Deuterio y Oxígeno 18.

3.4.7. Muestreo de lodos para determinación de sulfatos

El **CONTRATISTA** debe recolectar una muestra "blanco" de lodo antes de iniciar la circulación y cada vez que haga un cambio de composición; y en el proceso de perforación se realizará una toma de muestras de lodo para medición cuantitativa de sulfatos. La muestra deberá ser tomada cada 5 m de perforación en recipientes de 100 mL de polietileno de alta densidad con tapa de seguridad debidamente rotulados acorde a la profundidad. Las muestras se entregarán al personal de turno del SGC a través de documento firmado.

Nota: Es importante tener en cuenta **NO** usar barita (sulfato de bario) para evitar que la composición del lodo enmascare la ocurrencia natural de sulfatos en el agua de formación, si el **CONTRATISTA** necesita una composición de lodo más densa para el control adecuado del pozo debe utilizar un aditivo que no contenga sulfatos y debe cumplir con los estándares de la autoridad ambiental para el tratamiento de este lodo alternativo.

3.4.8. Mediciones de conductividad eléctrica

El **CONTRATISTA** debe hacer mediciones de conductividad eléctrica del lodo cada 5 m de perforación a la par del muestreo de sulfatos.

3.5. Finalización de los Agujeros

Para el proceso de finalización del agujero AGT, el **CONTRATISTA** tendrá en cuenta los siguientes criterios:

- La terminación de la perforación se hará de acuerdo con los criterios de profundidad, temperatura o limitaciones técnicas: 500 m, 190°C o falta de progreso por condiciones de litología o atrapamiento de herramienta o tubería sin éxito en la recuperación. En cualquier caso, la decisión será tomada por el SGC.
- En el caso de traslado o construcción de otra plataforma, el avance en las perforaciones no deja saldo suficiente para movilización, construcción de otra plataforma y perforación de por lo menos 100 m, el SGC cancelará un pago proporcional a los metros perforados.
- Se cementará todo el volumen anular hasta la profundidad final del pozo e incluso el fondo de la perforación.
- Al terminar la perforación de cada agujero, se debe preparar la perforación para las mediciones de temperatura como se describe en el aparte anterior.
- Para la finalización del agujero, el ante-pozo será relleno del material previamente excavado hasta el nivel medio de la plataforma.
- El antepozo será protegido con una base de cemento, cuyas dimensiones estarán acorde a las necesidades de protección que exija cada agujero. Sobre la base citada anteriormente se instalará un cerramiento que proteja el agujero de vandalismo o hurto.
- La piscina de lodos será rellena con el material de la excavación, hasta igualar el nivel del suelo. El lodo deberá ser preparado para su disposición fuera del área de la perforación.

3.6. Taponamiento, abandono y remediación

El contrato contendrá la descripción de todas las actividades de abandono y restauración de áreas intervenidas, que serán propuestas por el **CONTRATISTA** al SGC, pactadas con el propietario del terreno y acorde a las regulaciones que contemple la autoridad ambiental.

Previo a los procesos de cementación, tapado y abandono el **CONTRATISTA** deberá realizar pruebas a la calidad del cemento que garanticen su estabilidad química ante las aguas de formación de alta temperatura o que sean corrosivas por pH extremo

Para el proceso de taponamiento y abandono del agujero AGT, el **CONTRATISTA** tendrá en cuenta las siguientes actividades:

- La campaña de tapar y abandonar para cada uno de los dos (2) agujeros comenzará al día siguiente de la finalización de los registros de temperatura post-perforación. Se busca en todo caso rellenar con una lechada de cemento todo el volumen al interior de la porción entubada del pozo, procurando que la base del cemento se extienda algunas decenas de metros debajo de la zapata del casing más profundo. Esto no puede realizarse en una sola operación, así que se procederá por fases: un primer tapón en la parte más profunda inyectado en proximidad de la zapata o un poco más abajo; luego se sigue con fases sucesivas hasta rellenar todo el pozo hasta la superficie.
- El **CONTRATISTA** debe garantizar que el concreto de los tapones cumple con las normas establecidas y resisten las presiones del agua de formación (presión límite de 2000 PSI) y las condiciones químicas de cada agujero, teniendo en cuenta que posiblemente se encontrará alto contenido de sulfatos en las zonas perforadas.
- Se anclará una placa que contenga la identificación del agujero (cuya información será previamente definida por el SGC). Incluirá las coordenadas geográficas WGS84 y la altura de la placa.
- La remediación consistirá en recuperar la capa vegetal que fue extraída para la ubicación de las plataformas, a las condiciones anteriores a la perforación. Además, el **CONTRATISTA** deberá implementar actividades de reforestación de un área equivalente a una hectárea con especies nativas de árboles o arbustos en áreas de importancia hídrica tales como rondas de protección de quebradas, ríos o nacimientos y áreas de recarga.
- El contratista deberá reforestar el área intervenida con especies aptas. Según los pisos altitudinales de Paipa, que discurren desde el páramo hasta la zona de bosque andino, se pueden plantar gran variedad de especies forestales:

N°	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
1	Mortiño	<i>Hesperomeles goudotiana</i>	Rosaceae
2	Laurel de cera	<i>Myrica parvifolia</i>	Myricaceae

3	Arrayán	<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	Myrtaceae
4	Hayuelo	<i>Dodonea viscosa</i>	Sapindaceae
5	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	Betuliaceae
6	Corono	<i>Xylosma speculiferum</i>	Salicaceae
7	Raque	<i>Vallea stipularis</i>	Elaeocarpaceae
8	Encenillo	<i>Weinmannia tomentosa</i>	Cunoniaceae
9	Garrocho	<i>Viburnum tinoides</i>	Caprifoliaceae
10	Espino	<i>Berberis goudotii</i>	Berberidaceae
11	Colorado	<i>Polylepis quadrijuga</i>	Rosaceae
12	Pagoda-rodamonte	<i>Escallonia myrtilloides</i>	Escalloniaceae
13	Roble	<i>Quercus Humboldtii</i>	Fagaceae
14	Tobo	<i>Escallonia paniculata</i>	Escalloniaceae
15	Gaque	<i>Clusia multiflora</i>	Clusiaceae
16	Romero de páramo	<i>Hypericum sp.</i>	Hypericaceae
17	Tuno esmeraldo	<i>Miconia squamulosa</i>	Melastomataceae
18	Cocubo	<i>Solanum ovalifolium</i>	Solanaceae
19	Palo Blanco	<i>Buddleja bullata</i>	Buddlejaceae
20	Cedro Negro	<i>Juglans neotropica</i>	Juglandaceae
21	Pino colombiano	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>	Podocarpaceae

Entre otras muchas especies, pero es importante resaltar que todo debe ser consultado y aprobado por el profesional forestal que haga parte del equipo de trabajo del contratista. La distribución de la plantación en el terreno deberá decidirse por la pendiente, por el tipo de suelo y su estado de conservación, adicional al estado y ocupación de bosques naturales remanentes. La responsabilidad del contratista debe estar amarrado a la siembra de las especies, los cuidados de las mismas estarán bajo la responsabilidad de la comunidad Paipana. En todo caso, las especificaciones técnicas de la reforestación, se harán siguiendo las indicaciones de CORPOBOYACÁ.

3.7. Informes

El **CONTRATISTA** generará los siguientes informes de actividades y operaciones de construcción del agujero. Los formatos de todos los informes serán aprobados por el SGC previo acuerdo con el **CONTRATISTA**. Los informes diarios, finales, formatos (digitales e imágenes) y toda la información generada en este proyecto deberán ser cargados a una carpeta virtual dispuesta para ello por el SGC, con la misma frecuencia de su adquisición.

Los informes requeridos al **CONTRATISTA** son:

- Dos (2) informes diarios: perforación y logueo geológico.
- Cuatro (4) informes finales:
 - a. registros físicos,
 - b. informe final de pozo,
 - c. informe de la etapa Tapar, Abandonar y Remediar por cada pozo y

- d. uno general de socialización.
- El informe de manejo ambiental y social será entregado y aprobado por CORPOBOYACÁ antes de iniciar las actividades de perforación.

Estos informes deberán una vez tenga el visto bueno del interventor, ser entregados al SGC. Además de los informes citados, el **CONTRATISTA** deberá entregar la documentación requerida por la autoridad ambiental según se describe en el apartado de *Manejo Ambiental y Social*. Todos los informes serán remitidos al SGC según frecuencia de elaboración.

3.7.1. Informes Diarios

3.7.1.1. Informes de Perforación

El Informe diario incorporará como mínimo los siguientes aspectos:

- Nombre del proyecto, coordenadas de localización del agujero, cota del terreno, fecha del día, nombre del supervisor y el nombre asignado para el agujero conforme lo defina el SGC.
- Métodos, equipos y elementos de perforación empleados conforme al avance de las operaciones.
- Profundidades de los cambios de litología y de herramienta, tasa de perforación diaria total según la litología encontrada.
- Diámetro(s) de la perforación.
- Tamaño de la broca, tipo de fluido.
- Volumen de los fluidos de perforación utilizados.
- Si existen pérdidas de circulación o afluencia se deberán reportar los flujos en volumen.
- Reportar los litros en el tanque, en el hueco y el caudal de la bomba de los fluidos de perforación.
- Reportar las temperaturas de los fluidos al ingreso y salida (cada 10 metros de avance).
- Tiempos y presiones de operaciones en caso de tapones de cemento en zonas de pérdidas.
- Cualquier otra información que a juicio del SGC sea indispensable consignar de acuerdo con formato aprobado por el SGC.
- Aspectos técnicos de la cementación, presiones de circulación, volumen de retornos, presión final y máxima alcanzada.
- Cualquier otra información que a juicio del **CONTRATISTA** considere importante consignar.
- Copia de la bitácora manual y de todos los formatos de registro que sean diligenciados.
- Porcentaje de recobro diario y el acumulado por agujero.
- Color del agua recuperada y/o volumen de pérdidas en cada tramo de perforación.
- Nivel del agua en el agujero antes y después de cada jornada de perforación.

- Presión de perforación, tasa de penetración (según litología y dada en metros por hora) y revoluciones por minuto registradas.
- Observaciones relevantes que permitan aclarar las condiciones y tipo de roca, y las medidas tomadas debido a estas variaciones (por ejemplo, cambios en el sistema de perforación, daños de equipo, excesos de vibraciones en la tubería de perforación).
- Registro de verticalidad del agujero.
- Registro de temperatura de agujero según metodología descrita en el numeral 3.4.2.1 del presente documento.
- Registro de datos adquiridos o alarma del sensor multivariable.
- Identidad del personal en campo.
- Registro de actividades de salud ocupacional y seguridad industrial registrando información como: Incidentes, accidentes, condiciones peligrosas y actividades de prevención como charlas de seguridad.
- Informe de logueo geológico y recuperación de núcleos.

3.7.1.2. Informes de Logueo y Recuperación de Núcleos

Estos informes se basan en los formatos diligenciados por el **CONTRATISTA** y aprobados por el SGC y deben contener como mínimo lo siguiente:

- Nombre del proyecto, coordenadas de localización del agujero, fecha de inicio y de avance, nombre del supervisor y de la empresa ejecutora, así como el nombre asignado para el agujero.
- Descripción del núcleo.
- Descripción litológica del material encontrado.
- Grado de meteorización.
- Cálculo y presentación gráfica del RQD.

3.7.2. Informes Finales

Los informes finales como se describió anteriormente corresponden a registros físicos por agujero, técnico final individual y Tapar, Abandonar y Remediar, los cuales se entregarán a la terminación de cada perforación; además del informe general de socialización, es decir que son en total siete (7) informes individuales. No se cuenta el Informe de Manejo Ambiental y Social porque éste va dirigido a CORPOBOYACÁ.

3.7.2.1. Informe de Registros Físicos por Pozo

El Informe de los registros físicos será entregado al término de la ejecución de los registros que se correrán una vez concluida la perforación, excepción hecha de las mediciones de temperatura según aparte *Registros de presión – temperatura*.

El contenido de este informe será previamente aprobado por el SGC y como mínimo contendrá lo siguiente:

- Sistema de medición empleado, diámetro de perforación.
- Nombre del operario y fecha de las mediciones.
- Gráfica de profundidad (en metros) vs. variable física medida.
- Archivo digital de los registros (.las) y registros gráficos si están disponibles.
- Registro de observaciones de elementos o condiciones que interfieran o afecten las medidas en la perforación.
- Descripción de las herramientas de medición.
- Archivos de calibración.
- Métodos de corrección de los datos.
- Compilación de todos los datos de las mediciones y registros físicos obtenidos durante la perforación, hasta los registros de temperatura hechos una vez alcanzada la profundidad máxima del agujero. Es decir que los sondeos de temperatura post-perforación, serán anexados a los informes de registros individuales de cada perforación.

3.7.2.2. Informe Técnico Final Individual de Agujero AGT

El contenido de este informe será previamente aprobado por el SGC y como mínimo contendrá lo siguiente:

- Al finalizar el agujero se elaborará un informe final cuyo contenido y formato será aquel que el SGC haya aprobado para tal asunto.
- El informe final contendrá como mínimo los aspectos técnicos de diseño, problemas frecuentes, nombres del personal que estuvo a cargo de las operaciones de perforación, síntesis de la perforación, integración geológica y geofísica y lecciones aprendidas para el agujero siguiente.
- Una memoria descriptiva completa de los trabajos efectuados.
- Registro de pruebas de sulfato en lodo a lo largo de toda la perforación que será entregado por los funcionarios del SGC que realizaron los análisis en las muestras tomadas.
- Compilación de descripción de los núcleos y su correspondiente registro fotográfico.

3.7.2.3. Informe Tapar, Abandonar y Remediar

- Registros fotográficos de rellenos y remediación de ante-pozo y piscina de lodos.
- Registro de disposición final de desechos, con evidencia fotográfica.
- Registro fotográfico del terreno de antes y después de la perforación en conjunto con las actas de vecindad.
- Registro de conformidad en la entrega del área ocupada por la perforación a los propietarios del predio, según acuerdo previo escrito, con fotografías y constancia firmada por el propietario de recibido a satisfacción.
- Registro fotográfico de instalación de placa de identificación del agujero.

3.7.2.4. Informe de Socialización

Este documento debe contener de una manera ordenada los registros del proceso de socialización que realizó el **CONTRATISTA** con las comunidades y las autoridades gubernamentales. Debe contener y no está limitado a los siguientes aspectos:

- Imágenes de la señalización utilizada en el proyecto.
- Actas de acuerdos con los propietarios de los predios sobre uso y canon y arrendamiento.
- Actas de las charlas y acercamientos realizados a la comunidad en general.

3.8. Manejo Ambiental y Social

El **CONTRATISTA** generará un informe de manejo ambiental que deberá ser presentado a CORPOBOYACÁ con el siguiente contenido como mínimo y según lo establezca dicha autoridad ambiental:

- Plan de socialización del proyecto: Delimitación, señalización.
- Tiempo de ejecución del proyecto.
- Localización.
- Movilización de maquinaria, equipos e instalaciones provisionales.
- Método de perforación.
- Diámetros y tipos de revestimientos.
- Profundidades estimadas.
- Proceso de manejo de escombros, lodos y agua que pueda aflorar, producto de la perforación.
- Plan de manejo, recolección y adecuada disposición de sobrantes de combustible, aceite y grasas usados en la máquina que se empleará para la perforación.

- Plan de manejo y disposición de residuos sólidos generados por los operarios durante el proceso de perforación.
- Tipos de sellos sanitarios utilizados para evitar contaminación de aguas subterráneas.
- Medidas de precaución con el fin de evitar riesgos sobre la vida humana de trabajadores y transeúntes.
- Planes de contingencia.
- Plan de cierre de las perforaciones.

El Informe de Manejo Ambiental será presentado a la Corporación Autónoma Regional de Boyacá – CORPOBOYACÁ y se considerará aprobado cuando esta entidad así lo estime. El SGC será el intermediario en toda la comunicación entre CORPOBOYACÁ y el **CONTRATISTA**, y ofrecerá su disponibilidad para que el proceso con la autoridad ambiental tenga éxito.

Algunos de los principios que el **CONTRATISTA** deberá involucrar durante la fase de adecuaciones y montaje, serán los siguientes:

- Anticiparse y tomar medidas de precaución para evitar la afectación de cauces y nacimientos de agua.
- Elaborar actas de vecindad de los sitios donde se van a realizar las movilizaciones de equipo, y de los predios vecinos donde se construirá la plataforma en conjunto con registros fotográficos de los predios involucrados en las movilizaciones y en la construcción de las plataformas.
- Impermeabilizar los sitios en donde puedan presentarse filtraciones al suelo.
- Disminuir el área intervenida mediante la optimización de los espacios de trabajo, lo cual va de la mano a largo plazo de reducir la necesidad de efectuar actividades de restauración.
- Las acciones de prevención y mitigación de impactos ambientales deberán iniciar desde la movilización de maquinaria, implementando buenas prácticas de operación y gestión, que implique de ser necesario una modificación o sustitución de materias primas o procesos de producción, insertando prácticas de reciclaje o de reutilización dentro de las instalaciones de trabajo, o vinculación a empresas externas que pueden realizar estos procesos.
- Contar con un plan en el que se detalle el suministro de agua y las empresas a las que el **CONTRATISTA** contactó para conseguir dicho suministro, si es un acuerdo con propietarios de terrenos en los que hay fuentes de agua superficial, en dicho plan se debe adjuntar un documento (minuta) escrito en el que se detalle el acuerdo alcanzado con el propietario.
- Evitar pasivos sociales, es decir, mantener buenas relaciones con miembros de la comunidad, el contratista debe asegurarse que sus empleados actúen con principios

éticos y sean prudentes cuando interactúen con los diferentes miembros de la comunidad.

- El **CONTRATISTA** asumirá por su cuenta y riesgo los eventos adversos y/o vías de hecho que atenten contra el desarrollo de las perforaciones y el personal a cargo. Si por motivo de dichas afectaciones el proyecto no puede avanzar, el SGC se reserva el derecho de detener el desarrollo del proyecto haciendo pago de los hitos contractuales cumplidos en su totalidad hasta ese momento.
- El **CONTRATISTA** deberá comunicarse con la autoridad ambiental (**CORPOBOYACÁ**) para realizar procesos de reforestación en el área intervenida, deberá adjuntar los documentos donde se especifiquen la cantidad de árboles a plantar, la especie y el área donde la autoridad ambiental le autoriza la realización del proceso de reforestación.

Adicionalmente al plan de suministro de agua, el **CONTRATISTA** debe tener documentos con los permisos que haya tramitado ante las autoridades municipales (en caso necesario) para conseguir el suministro de agua de predios públicos o de cuerpos de agua administrados por el municipio.

Durante la construcción de los agujeros se deberá:

- Revisar los equipos (inspección, calibración, mantenimiento, etc.) con un minucioso registro de libre acceso.
- Verificar continuamente el cumplimiento de la legislación ambiental: leyes y exigencias ambientales, quejas e inconformidades de la comunidad.
- Implementar un sistema de prevención de incidentes, accidentes y condiciones peligrosas de trabajo (similar al sistema STOP patentado por Dupont).
- Reportar toda capacitación y entrenamiento del personal, así como de accidentes, incidentes, situaciones de emergencia y respuesta ante ellos.
- Reportar los impactos ambientales registrados, registrar las actividades realizadas para evaluar y mitigar el impacto incluyendo la descripción de las causas y consecuencias, dictámenes de las auditorías ambientales al respecto y los testimonios de afectados.
- La gestión integral de residuos sólidos y líquidos generados en el marco de las actividades de perforación (desde la clasificación, generación, producción, composición, recolección, transporte, almacenamiento temporal, así como el manejo y la disposición final), se hará de acuerdo con el reglamento de la autoridad ambiental y considerando para la disposición final únicamente las zonas legalmente aprobadas por las autoridades ambientales y de servicios públicos.
- El **CONTRATISTA** deberá describir en su oferta todas las adecuaciones locativas requeridas para el correcto manejo de aquellos desechos que sean generados a partir de labores cotidianas ocurridas durante el proyecto de perforación. En este sentido por ejemplo es necesario incorporar baños químicos portátiles cuya cantidad y la

frecuencia de renovación de la solución química serán las convenientes para cumplir su finalidad.

3.9. Propuesta Económica

El **CONTRATISTA** en el proceso de contratación deberá presentar al SGC una propuesta económica, esta propuesta económica deberá detallar los costos de todos los elementos necesarios para la realización exitosa de las perforaciones.

Si el **CONTRATISTA** es extranjero deberá presentar la propuesta en dólares americanos (USD) y tener presente el promedio de la tasa representativa del mercado en los últimos seis (6) meses para realizar una conversión a pesos colombianos (COP) ajustada a la realidad.

El **CONTRATISTA** deberá presentar la propuesta económica a todo costo discriminando como mínimo los siguientes ítems:

Tabla 4. Ítems a tener en cuenta en el momento de la presentación de la propuesta económica.

Ítems Propuesta económica	Elementos
Preliminares	Socialización y permiso de servidumbres
	Movilización total
	Movilización entre plataformas
	Desmovilización total
Preparación de <i>site</i>	Construcción de obras (Accesos+ Adecuación plataforma + Construcción de Contrapozo + Piscina)
Perforación	Suministro BOP (*costo diario)+ Conductor + Perforación (*discriminar el valor de perforación por metro)
Revestimiento	Suministro + instalación + cementación: Revestimiento total (*discriminar el valor de revestimiento cementado por metro)
Registros físicos	Registros PT en pozos (*valor de uso de la herramienta por día)
	Registros eléctricos (*incluir valor de realización de registro por metro)
Manejo de muestras	Toma, manejo y empaque de muestras de roca + Transporte y entrega Núcleos Litoteca Nacional
	Recolección muestras de agua y lodo
Taponamiento, abandono y remediación	Cementado para abandono + remediación

4. OBLIGACIONES

OBLIGACIONES GENERALES DEL CONTRATISTA

El Contratista queda obligado a:

1. Cumplir con el objeto y las obligaciones establecidas en el presente contrato y las obligaciones específicas del Anexo 1 "*Especificaciones Técnicas*".
2. Cumplir con la totalidad de las "*Especificaciones Técnicas*". El proponente deberá aportar el documento de aceptación de dichas especificaciones debidamente suscrito por el representante legal, con el cual se obliga, en caso de resultar seleccionado en el presente proceso, a cumplir con la totalidad de las condiciones que allí se exigen.
3. Atender cualquier requerimiento que el SGC le realice.
4. Garantizar la calidad de los servicios prestados, de acuerdo con el Anexo1 – Especificaciones Técnicas y la Oferta presentada al SGC.
5. Ejecutar con plena autonomía técnica, administrativa y financiera el objeto contractual.
6. Constituir la garantía única de conformidad con lo establecido en el contrato y mantener vigente la misma por el tiempo pactado en el contrato, así como de las modificaciones que se presenten en la ejecución del mismo.
7. Acatar y aplicar de manera diligente las observaciones, lineamientos y recomendaciones impartidas por el Supervisor del contrato, para tal efecto debe corregir de forma inmediata cualquier falla o error que se cometa en la ejecución del objeto contractual.
8. Dar a conocer al SGC cualquier reclamación que indirecta o directamente pueda tener algún efecto sobre el objeto del Contrato o sobre sus obligaciones.
9. Comunicarle al SGC cualquier circunstancia política, jurídica, social, económica, técnica o de cualquier tipo, que pueda afectar la ejecución del Contrato.
10. Actuar con reserva y discreción en el cumplimiento de las labores encomendadas.
11. Mantener con carácter confidencial, toda la información de propiedad de SGC a la que tenga acceso en desarrollo del objeto del contrato, y no podrá utilizarla o divulgarla a terceras personas, para lo cual se obliga a suscribir un acuerdo de confidencialidad.
12. Obrar con lealtad y buena fe en las etapas contractuales, evitando dilataciones y entramamientos.
13. Responder ante las autoridades competentes por los actos u omisiones que ejecute en desarrollo del contrato cuando en ellos se cause perjuicio a la administración o a terceros en los términos del artículo 52 de las Ley 80 de 1993.
14. No acceder a las peticiones o amenazas de quienes actúen por fuera de la Ley, con el fin de obligarlo a hacer u omitir algún acto o hecho. En tal evento, avisar inmediatamente al SGC y demás autoridades competentes, sobre la ocurrencia de dichas peticiones o amenazas.
15. Reparar los daños e indemnizar los perjuicios que cause al SGC por el incumplimiento del contrato.
16. Responder civilmente por las demandas impuestas por terceros derivadas de su actividad.
17. Suscribir las actas que resulten con ocasión y ejecución del contrato.

18. Cumplir con la afiliación al Sistema de Seguridad Social Integral previsto en la Ley 100 de 1993, riesgos profesionales y demás normas pertinentes.
19. Las demás inherentes al objeto del contrato y que por Ley le correspondan.

OBLIGACIONES ESPECÍFICAS DEL CONTRATISTA

1. Presentar plan de trabajo y organigrama general del proyecto. El plan de trabajo es un plan detallado de cada etapa para cumplir con la ejecución del objeto contractual, teniendo en cuenta la información presentada en la propuesta, que incluya la representación gráfica del cronograma con todas sus actividades discriminando por semanas mediante un Diagrama de Gantt y contemplando el plazo fijado para cumplir con el objeto contractual.
2. Los programas detallados deberán informar de la secuencia y duración de cada una de las actividades, para ello contendrá el día inicial y final de cada actividad, la ruta crítica, el programa para el recurso humano en la ejecución de los trabajos, la jornada de trabajo a utilizar (días y horas laborales por semana), programa de suministros de insumos y equipos detallado.
3. El plan de trabajo es de obligatorio cumplimiento para el **CONTRATISTA**. Dicho plan solamente podrá ser modificado previa solicitud y autorización del SGC y la interventoría. Si no se cumpliera el programa aprobado, el SGC tendrá la autoridad para exigir al **CONTRATISTA** las acciones necesarias para el cumplimiento del programa (por ejemplo, el aumento de turnos, de jornadas de trabajo, del equipo y/o de los insumos, etc.) sin que por la realización de tales acciones se genere costo adicional alguno para el SGC.
4. Realizar el ejercicio de simulación de perforación describiendo todos los detalles administrativos, logísticos y operativos para una realización exitosa de la misma (*Drill on paper*).
5. El organigrama general del proyecto debe contener las líneas de mando y coordinación, los niveles de decisión, el número del recurso humano ofrecido en la propuesta y requerido para la ejecución de los trabajos, las funciones del personal que interactuará con el SGC y a quien éste último designe como Interventor durante la ejecución del contrato, así como una corta descripción de las políticas de manejo de personal relacionadas con seguros de trabajo, seguridad social y seguridad industrial.
6. Suscribir un acta de inicio con el SGC, una vez el plan de trabajo general y organigrama sean aprobados.
7. Los retrasos en el cronograma deben ser debidamente documentados y justificados por el **CONTRATISTA** quien asumirá los costos de tiempos muertos.
8. Disponer de un espacio adecuado como bodega de repuestos, herramientas e insumos y un inventario detallado de los mismos.
9. Preparar el sitio a perforar de acuerdo al diseño de plataforma aprobado (*Drill On Paper*)

10. Presentar un plan de socialización del proyecto en el que se especifique la metodología para realizar los acercamientos, negociaciones y pagos de cánones de arrendamiento y servidumbres que sean necesarias para la ejecución del proyecto, en el cual se incluyan cinco (5) actividades de socialización concertados previamente con el SGC.
11. Realizar y documentar las actividades con la comunidad para ejecutar exitosamente el proyecto; estas actividades deberán estar contempladas en el plan de socialización.
12. Delimitar físicamente la zona de trabajo de manera que sea restringido el acceso para personal ajeno y animales. El **CONTRATISTA** instalará una valla informativa de 4 m x 2 m, cuyo modelo e información serán suministrados por el SGC, esta valla deberá permanecer por todo el tiempo que duren las labores en cada sitio y será ubicada en un lugar visible al público. Además de la valla, el **CONTRATISTA** deberá instalar todas las señales informativas y preventivas que sean pertinentes para garantizar la seguridad del personal que ejecuta la obra y del personal externo a la misma.
13. Suministrar todos los equipos, maquinaria, herramientas, materiales e insumos para las fechas programadas según el calendario de trabajo previamente aprobado, lo que debe incluir el envío y recepción de los mismos al sitio de trabajo.
14. Garantizar la disponibilidad de la maquinaria, herramientas, materiales e insumos, a través de certificación de propiedad o copia del contrato de arrendamiento o préstamo de la maquinaria.
15. Garantizar la buena calidad de los materiales y elementos utilizados para el cumplimiento del objeto del contrato a través de certificaciones con una entidad externa o una carta de compromiso.
16. Disponer de un inventario actualizado de herramientas, materiales e insumos con el fin de evitar tiempos muertos durante la ejecución de los trabajos.
17. Antes de poner en marcha la maquinaria, el **CONTRATISTA** presentará al SGC en el sitio a perforar, a todo el equipo humano de trabajo que se indicó en su oferta, estos señalarán su responsabilidad para cada una de las fases de ejecución.
18. Entregar los documentos que acrediten la experticia de cada miembro del equipo de trabajo, y los respectivos documentos legales que posibiliten sus labores en aquellos casos en que la ley así lo exija (matrícula o tarjeta profesional vigente, certificaciones, etc.). El personal de relevo tendrá como mínimo las mismas condiciones de experiencia general y específica que el personal evaluado técnicamente.
19. De ser necesario el cambio de profesionales o técnicos requeridos y ofrecidos, esta modificación exigirá del **CONTRATISTA** una solicitud de sustitución del personal emitida por escrito que contenga las justificaciones correspondientes y los soportes que acrediten el cumplimiento de las calidades profesionales o técnicas y la experiencia general y específica del nuevo personal. Dicha solicitud será evaluada por el SGC quien emitirá su autorización.



20. Contar con una oficina central que brinde el soporte a los asuntos de orden técnico, legal, administrativo, financiero y contable. Esta oficina central tendrá una ubicación física en Colombia.
21. Responder ante reclamaciones judiciales o extrajudiciales instauradas o impulsadas por causa o con ocasión del contrato.
22. Obtener por su cuenta y riesgo el suministro de servicios públicos requeridos para la ejecución del proyecto y deberá mantener por todo el proyecto el aprovisionamiento de estos servicios mientras sea necesario. Si el consumo de dichos servicios públicos demanda desembolsos, estos serán asumidos por el **CONTRATISTA** al igual que aquellos gastos originados por adecuaciones de las redes para la obtención del servicio.
23. Someter a revisión y aprobación del SGC todos los formatos a utilizar en el registro de la actividad, como bitácora diaria y todos los informes especificados en la sección *Informes* de este documento.
24. Llevar una bitácora diaria (foliada y firmada) que contenga todos los eventos ocurridos, las decisiones tomadas en la ejecución de los trabajos, las órdenes emitidas por el SGC y por la interventoría y el reporte de la visita de los funcionarios que tengan que ver con el proyecto.
25. Utilizar para el desarrollo del objeto contractual los estudios técnicos y especificaciones que sean entregadas por el SGC como referencia, sin que la entrega del SGC al **CONTRATISTA** implique la transferencia u otorgamiento de algún derecho de propiedad intelectual o licenciamiento. **Nota:** Cualquier modificación a los diseños de las perforaciones o la BOP deberán ser aprobados por el SGC respaldado por la interventoría.
26. Ejecutar y controlar los trabajos de construcción de la infraestructura y la perforación propiamente dicha, bajo el enfoque de gestión de calidad, salud ocupacional, manejo y protección ambiental.
27. Adquirir un seguro contra reventones/explosiones de pozo, daños por efluentes de lodos y contaminaciones varias (**Well Blowout Insurance**) que cubra el costo del proyecto incluyendo re-perforación y remediación ambiental, a costo del **CONTRATISTA**.
28. Tener certificación vigente de las normas ISO 9001 para el sistema de gestión de calidad en perforaciones exploratorias (hidrocarburos, minería, aguas subterráneas).
29. Tener certificación vigente de las normas ISO 18001 para el sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional en perforaciones exploratorias (hidrocarburos, minería, aguas subterráneas).
30. Tener certificación vigente de las normas ISO 14001 para el Sistema de Gestión Ambiental en perforaciones exploratorias (hidrocarburos, minería, aguas subterráneas).
31. Entregar los núcleos a la Litoteca Nacional Tierra de Paz, en sistema de almacenamiento (cajas y rótulo) de acuerdo con cronograma, formatos y condiciones de la litoteca, que serán comunicadas formalmente por el SGC al **CONTRATISTA**. Esta entrega se hará una vez concluido cada pozo.

32. El **CONTRATISTA** debe preparar el lodo para su disposición final fuera del área de la perforación y asumir los costos correspondientes.
33. Llevar a cabo todos los registros físicos señalados en el ítem *Registros físicos* de este documento.
34. Presentar y entregar todos los registros e informes definidos en el numeral *Informes* de este documento.
35. La empresa **CONTRATISTA** será considerada instalada en el sitio y apta para el inicio de los trabajos solamente después de que se verifique en dicho sitio la presencia de la máquina perforadora, los equipos, las herramientas y el material con capacidad y cantidad suficiente para asegurar la ejecución de los trabajos.
36. Abandonar el terreno intervenido una vez sean terminados los trabajos. Este abandono será posterior al acondicionamiento del terreno lo que incluye la nivelación y la limpieza de la superficie en toda el área de trabajo siguiendo los procedimientos detallados en la sección de *Taponamiento, abandono y remediación* de este documento.
37. Hacer una visita a las áreas recuperadas de las plataformas en conjunto con el SGC, para verificar su estado final, una vez haya terminado el proceso Tapar, Abandonar y Remediar. Dejar como evidencia un acta de la visita.
38. Realizar los ajustes requeridos por el SGC y CORPOBOYACÁ para el Informe de Manejo Ambiental, previo a su ejecución.
39. Realizar un proceso de reforestación del área intervenida de acuerdo a los lineamientos de CORPOBOYACÁ.
40. Entregar quincenalmente un informe de avance del cumplimiento de las actividades y obligaciones contenidas en el Informe de Manejo Ambiental.
41. Asumir los costos de las acciones y medidas adoptadas (por causa u omisión) con ocasión del contrato en relación a los impactos ambientales y sociales (previstos o no).
42. Asumir el riesgo de vías de hecho o eventos adversos que perjudiquen el desarrollo del proyecto por cuenta de terceros.
43. En casos de crisis, emergencias y evacuaciones médicas el **CONTRATISTA** deberá contar y seguir el Sistema de Manejo de Incidentes y asumirá todos los gastos y costos que origine la evacuación de su personal o sub-contratistas.
44. El **CONTRATISTA** debe contar con un sistema de manejo de emergencias o procedimientos de respuesta a emergencia que en el ejercicio de *Drill On Paper* deberá presentar al SGC.
45. El **CONTRATISTA** deberá garantizar a través de certificaciones que ha capacitado a su personal no solo en los aspectos técnicos relacionados con el objeto del presente contrato, sino con relación a los riesgos laborales específicos identificados con el objeto contractual.
46. El **CONTRATISTA** proveerá al personal a su cargo de todo el equipo de protección personal debidamente certificado y adecuado al trabajo a realizarse en cumplimiento de



las normas internacionales, además de que este equipo deberá estar en perfecto estado de uso incluyendo el historial de la máquina de perforación a usar los últimos 3 años.

47. El **CONTRATISTA** instruirá a su personal para las interacciones con la comunidad evitando los pasivos sociales, es decir, las personas a cargo del contratista se comportarán con prudencia y principios éticos evitando confrontaciones y problemas con los demás miembros de la comunidad.
48. El **CONTRATISTA** contratará personal de la región para las labores de adecuación de áreas o labores que no requieran personal especializado como muestra de su compromiso con la comunidad, los contratos deberán ser a término fijo y el **CONTRATISTA** se asegurará de cumplir y pagar todos los términos y prestaciones de ley que haya lugar con motivo de estas contrataciones. Una vez termine el proyecto las personas de la comunidad que con motivo del contrato hayan cambiado de régimen subsidiado a régimen contributivo, el **CONTRATISTA** se compromete a afiliarlas nuevamente al régimen subsidiado en el que se encontraban.

CONFIDENCIAL

