Anexo 1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X

1. OBJETO

Adquisición, instalación y puesta en funcionamiento de un espectrómetro de fluorescencia de rayos X de longitud de onda dispersiva (WDXRF) y de energía dispersiva (EDXRF) Zetium 4KW marca Malvern Panalytical, junto con sus equipos complementarios y accesorios para la Dirección de Laboratorios del Servicio Geológico Colombiano.

2. CODIGOS UNSPSC

El objeto a contratar debe clasificarse en cualquiera de los códigos del clasificador de bienes y servicios de Naciones Unidas (UNSPSC), relacionados a continuación:

Clasificación	Segmentos	Familias	Clases
CÓDIGO	41000000	41110000	41115400
NOMBRE	Equipos y Suministros de Laboratorio, de Medición, de Observación y de Pruebas.	Instrumentos de medida, observación y ensayo	Equipo Espectroscópico
CÓDIGO	41000000	41100000	41101800
NOMBRE	Equipos y Suministros de Laboratorio, de Medición, de Observación y de Pruebas.	Equipo de laboratorio y científico	Equipo de física de electrones y de estado sólido para laboratorios
CÓDIGO	81000000	81100000	81101700
NOMBRE	Servicios basados en Ingeniería, Investigación y Tecnología	Servicios profesionales de ingeniería y arquitectura	Ingeniería eléctrica y electrónica
CÓDIGO	81000000	81140000	81141500
NOMBRE	Servicios basados en Ingeniería, Investigación y Tecnología	Tecnologías de fabricación	Control de calidad

No.	Nombre del bien o servicio	Unidad de medida	Cantidad
Espectrómetro de fluorescencia de rayos X de longitud de onda dispersiva (WDXRF) (Equipo principal):	**Óptica:** Espectrómetro de fluorescencia de rayos X de óptica simultánea de longitud de onda dispersiva (WD) y de energía dispersiva (ED).		
	Tipo de muestra a analizar: Muestras sólidas: rocas, suelos, sedimentos, minerales, aleaciones metálicas, cenizas de carbón y otros materiales de origen geológico. Se analizan pastillas prensadas y perlas fundidas de 40 mm de diámetro.		
	Elementos de interés: Muestras sólidas: debe permitir el análisis cualitativo y cuantitativo desde flúor (F) hasta Uranio (U).		
	Límites de detección: ▪ Para el elemento flúor es de ≤ 100 mg/kg * ▪ Para los elementos trazas Sc, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Cs, Ba, La, Nd, Sm, Yb, Hf, Ta, W, Tl, Pb, Bi, Th, y U, el límite de detección solicitado es ≤ 30 mg/kg.		
	Potencia: 4 kW o superior; 60 kV, 150 mA o superior.		
	Tubo de rayos X de mínimo 4 kW con ánodo de Rodio (Rh); ventana de berilio (Be) de 50 µm máximo incluyendo el sistema que evite la contaminación con material particulado asociado a las muestras	Unidad	**1**
	Generador para el tubo de 4 kW con estabilidad ≤ 0,0005 %.		
	Mínimo cuatro (4) filtros con intercambiador automatizado, seleccionables por Software, para eliminar las líneas características del tubo de rayos X y mejorar la relación señal/ ruido. Estos filtros deben ser los adecuados para los cristales y colimadores ofertados. NOTA: Los filtros ofertados deben ser los necesarios para el montaje y el óptimo funcionamiento de las Aplicaciones que se solicitan.		
	Un (1) filtro Al 200 µm o filtro equivalente que permita mejorar el fondo y los límites de detección de los elementos entre el Hierro y Germanio (6 a 10 keV).		
	Un (1) filtro Brass 400 µm o filtro equivalente, para disminuir las líneas K del Rodio del tubo de rayos X.		
	Un (1) filtro Al 750 µm o filtro equivalente, para mejorar el fondo y los límites de detección de los elementos entre el Rubidio y Niobio (13 a 17 keV).		
	Un (1) filtro Brass 100 µm o filtro equivalente para mejorar el fondo y los límites de detección de los elementos entre Paladio y Cesio (20 a 30 keV).		

	Mínimo tres (3) colimadores con intercambiador automatizado seleccionables por Software, que garanticen la detección y cuantificación de elementos en el rango de interés: desde el flúor (F) hasta uranio (U). NOTA 1: Los colimadores suministrados deben ser los requeridos para el montaje de las Aplicaciones que se solicitan y todos aquellos adicionales que permitan obtener mejores resultados en el rango de elementos de interés (por ejemplo, una mejor resolución entre las señales). Para el análisis de elementos livianos se emplea un colimador de baja resolución (≈4000 μm), para los elementos pesados uno de alta resolución (150 μm), y para los elementos intermedios uno de resolución media (300 μm). NOTA 2: Si para la lectura existe un colimador de un espaciado específico enfocado a obtener el mejor límite de detección del elemento flúor (F), debe suministrarse dicho colimador en lugar del colimador de 700 μm.		
	Un (1) Colimador Primario de 150 µm de espaciado o colimador equivalente que permita reducir solapamientos de líneas cercanas.		
	Un (1) Colimador Primario de 300 µm de espaciado o colimador equivalente para uso general.		
	Un (1) Colimador Primario de 700 µm de espaciado o colimador equivalente para aumentar la sensibilidad de los elementos ligeros entre el Oxígeno y el Cloro.		
	Goniómetro: Tetha - 2 tetha desacoplado, Precisión Angular: ≤ 0.0025° tetha/ 2tetha. , Exactitud angular: ≤ 0.0025° tetha/ 2tetha. Reproducibilidad angular: ≤ 0.0001° tetha/ 2tetha.		

	Mínimo seis (6) cristales analizadores con intercambiador automatizado seleccionables por Software. Los cristales ofertados deberán cubrir, como mínimo, el rango de los elementos desde flúor (F) hasta uranio (U). NOTA 1: En caso de que los cristales de la configuración básica definida por fábrica y los cristales requeridos para el montaje de las aplicaciones solicitadas no puedan ser modificados, se deben incluir cristales adicionales que se requieran para alcanzar los límites de detección solicitados. Los cristales adicionales deben ser curvos.		
	Un (1) cristal PE002 curvo o PET curvo: o cristal curvo equivalente De aluminio a cloro para mejorar la intensidad de las señales respecto al cristal PE002 plano o PET plano, permitiendo disminuir los límites de detección.		
	Un (1) cristal PX10 o cristal curvo equivalente: De potasio a uranio para mejora resolución y sensibilidad de las señales respecto a un cristal LiF200.		
	Un (1) cristal PX1 curvo o cristal curvo equivalente: Para mejorar la detección de Flúor.		
	Un (1) cristal PX8 o RX35 o XS-55 o cristal curvo equivalente: De oxígeno a magnesio. Mejora resolución y sensibilidad. No es tóxico ni se degrada afectando los resultados como sucede con un cristal TLAP en este rango de análisis.		
	Un (1) cristal LiF220: Alta resolución para los elementos entre el Vanadio y el Uranio.		
	Un (1) cristal Ge111 curvo: Remoción de las interferencias de segundo orden para los elementos Azufre, Fósforo y Cloro.		
	Un (1) cristal LiF420: Para mejorar la detección y la resolución de los elementos de tierras raras, resulta ideal para muestras de Columbita y Tantalita.		
	Máscaras: Mecanismo programable de intercambio automático de al menos tres tamaños, donde una sea de diámetro entre 34 mm y 37 mm, y las otras dos entre 20 mm y 30 mm.		
	Detectores: con electrónica de conteo de alta precisión con correcciones automáticas que garanticen, como mínimo, la detección y cuantificación de los elementos que van desde flúor (F) hasta uranio (U). Deben incluir al menos:		

	Un (1) detector de Flujo y un (1) detector sellado de Xenón que entre los dos aseguren una detección real cuya señal debe ser de 3500 kcps o superior. Ó detectores equivalentes para análisis de elementos livianos (a partir del sodio).		
	Un (1) detector de centelleo de 3,5 Mcps o superior de alta respuesta lineal **ó detectores equivalentes**. Para el análisis de los elementos más pesados (a partir de Mn)		
	Un (1) detector de Energía Dispersiva **con conteos de 1 Mcps o superior ICR enfriado por Peltier**, requerido para el análisis rápido de los elementos entre el Sodio y el Americio. Resolución < 140 eV @ 5,9 keV/ 100 kcps (ICR) o de mejor especificación.		
	Dos (2) muestras de calibración para el detector Energía Dispersiva.		
	Un (1) SET de atenuadores para detector ED, programables para optimizar los resultados de las Aplicaciones, al menos uno de 27 mm y otro de 37 mm.		
	Un (1) paquete exclusivo configurado para el elemento Flúor, para recolectar únicamente esta señal. Incluye detector EDX. Y el cristal PX1 curvo o equivalente. El paquete debe asegurar un límite de detección de 100 mg/Kg.		

	Cambiador de muestras: Cambiador de muestras tipo X-Y-Z desatendido con capacidad para ubicar la mayor cantidad de bandejas para pastillas prensadas y perlas fundidas de 40 mm de diámetro. La configuración debe permitir ubicar mínimo 70 muestras sólidas de 40 mm Bandejas para pastillas prensadas y perlas fundidas de 40 mm de diámetro. La configuración debe permitir ubicar mínimo 70 muestras sólidas de 40 mm. Incluir todas las bandejas que se requieran para ubicar las 70 muestras en el equipo. Incluir 8 copas de lectura portamuestras aptas para pastillas prensadas y perlas fundidas de 40 mm de diámetro. Configurar el sistema para el cargue de dos muestras simultáneamente. Continuos Loading. Carga de la segunda muestra cuando aún está leyendo la primera. Sistema Direct Loading para carga de muestras sólidas. Esta configuración permite alojar mayor número de muestras en las bandejas portamuestras del equipo y realizar lecturas continuas. Dispositivo removedor de polvo de pastillas prensadas antes del ingreso a la torreta. Durante la lectura se requiere sistema Sample Spinner para corregir las imperfecciones de la superficie de la muestra. **Un (1) Sample Spinner de 0,5 rev/s o de mejor especificación.**		
SISTEMAS COMPLEMENTARIOS ESENCIALES PARA SU FUNCIONAMIENTO			

El equipo se ubicará en el edificio de la sede CAN del Servicio Geológico Colombiano en un primer piso, en el cual se debe instalar el espectrómetro de FRX y los equipos complementarios. **El proveedor debe hacer el suministro y la conexión del espectrómetro de FRX, UPS, chiller, compresor y otros. Incluye todos los elementos requeridos para las conexiones del espectrómetro y equipos complementarios (tomas, tableros auxiliares, canaletas y otros) desde el tablero eléctrico, deben ser suministrados por el proveedor.** **"El espectrómetro de FRX, el chiller y el computador deben ser soportados por la UPS".**			
Condiciones eléctricas	**Tablero:** con protección eléctrica para sobretensiones, sobrecarga y cortocircuito, breakers suficientes para protección y distribución de la energía eléctrica para la conexión de equipos principales y auxiliares.	Unidad	**1**
	Acometida eléctrica: trifásica para 20 o 25 kW; 210-230 V A.C. 60 Hz. Tres (3) Fases, un (1) Neutro y una (1) Tierra. Esta debe ser confirmada por el proveedor, previa verificación en sitio.	Visita	**1**
Sistema de flujo de gas	**Para el detector de flujo solicitado:** * Los detectores de flujo requieren de la mezcla de gas P10 para su óptimo funcionamiento y desempeño. * Se debe instalar línea de gas desde la jaula ubicada en el primer piso hasta el sitio indicado, aproximadamente 20 m. Incluir todos los reguladores de presión necesarios tanto en la jaula de gases especiales como en el puesto de trabajo. *La instalación debe ser verificada y contar con prueba de hermeticidad satisfactoria.	Unidad	**1**

Aire acondicionado	**El aire acondicionado debe mantener la temperatura del laboratorio sobre 21 °C, con una variación de ± 2 °C.** **Humedad relativa** < 70 %, sin condensación. **Voltaje de operación:** 208 - 220 V A.C. **Conexión bifásica.** Frecuencia: 60 Hz. **Capacidad:** Sugerida (3 T.R.= 36000 Btu/h), esta debe ser calculada y verificada por el proveedor del equipo; en caso de ser mayor, deben verificar la capacidad eléctrica de todos los equipos a conectar **Tipo sugerido:** Split. Otro tipo debe ser indicado y justificado por el proveedor del equipo. **Tecnología de enfriamiento:** Inverter. **Tipo de tubería: Cobre.** **Refrigerante:** R410 u otro que sea ecológico. **Purificador de aire:** preferible. **Protección anticorrosión:** incluida. **Control remoto:** incluido. **Bomba de condensado:** incluida en la instalación, de ser necesaria. **NOTA 1:** El proveedor debe realizar la Instalación eléctrica del aire acondicionado desde el tablero de red normal del laboratorio hasta su ubicación final en dicho laboratorio. El proveedor estudiará la mejor ubicación de la unidad intercambiadora de calor.	Unidad	**1**
Centro de cableado de datos	Incluir todos los componentes requeridos para asegurar una conexión de red de datos desde el rack principal del SGC hasta el rack en el edificio de laboratorios. Y desde el el rack en el edificio de laboratorios hasta el puesto de trabajo. **Rack de datos:** Suministrar un Rack de datos y un sistema de cableado estructurado (cables, conectores, canaletas y otros dispositivos) que permitan establecer una infraestructura de comunicación efectiva con la red institucional del SGC y para la asistencia remota de diagnóstico del espectrómetro y control.	Unidad	**1**
Computador de escritorio	**Procesador:** Intel Core i5 – 14600K o superior.	**Unidad**	**1**
	Disco duro: Disco de estado sólido SDD de 512 GB o superior.		
	Disco duro externo: Suministrar un disco externo de 2 TB para realizar Back-Ups de la información.		
	Memoria RAM: 32 GB o superior.		

	Tarjeta de red: RJ-45 (10/100/1000). En caso de que el espectrómetro utilice tipo de comunicación RJ-45, debe contar con una tarjeta de red RJ-45 (10/100/1000) adicional.		
	Puertos USB 3.0: 3		
	Puerto HDMI: 1-Display port y 1 HDMI		
	Sistema Operativo: Windows 11 pro a 64 bits o el más reciente.		
	Monitor pantalla plana: Dos (2) pantallas de 23 pulgadas o superior, (mínimo de 1.920 x 1.080) o de mejor especificación.		
	Office: Última versión profesional o versión compatible con el Software. El office debe estar licenciado para el Servicio Geológico Colombiano.		
	Accesorios: Incluir teclado, mouse y cables de conexión. Si la pantalla o la CPU no tiene parlantes incluidos, incluir sistema de altavoces.		
	El equipo debe contar con la capacidad de conectarse o de unirse a la funcionalidad de directorio activo.		
	El equipo debe tener instalado la última versión estable de drivers y firmwares.		
Software:	**Software:** El equipo debe incluir un único Software que permita acceder a todas las aplicaciones, operar y evaluar los parámetros de operación del equipo, medir muestras de rutina, hacer calibraciones, configurar nuevos métodos y revisar resultados. Debe permitir exportar datos en formato TXT y/o CSV y/o XLSX. En caso de que el Software de operación no permita realizar Back-Ups, se debe instalar un Software complementario para realizar dicha tarea. El software debe incluir actualizaciones ilimitadas sin costo adicional y licencia por tiempo indefinido a nombre del Servicio Geológico Colombiano. Debe ser compatible con Windows 11 Pro-64 bits o superior y con sistemas LIMS. Mínimos tres (3) licencias para el software. El software debe tener permisos: al menos permiso de acceso para administrador que permita crear métodos y usuario de rutina. Todos los softwares deben estar licenciados para el Servicio Geológico Colombiano.	Unidad	**1**
	Un (1) paquete de Software con Control de procesamiento estadístico.		

<table>
<tr><td></td><td>Una (1) Suite de asistencia remota, para soporte analítico.</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Aplicación de Mayores</td><td>Un (1) paquete con la aplicación de elementos mayoritarios, que permita la lectura de óxidos de los elementos mayores en muestras de Fosfatos, Calizas, Lodos, Yesos, Minerales, Suelos, Cerámicas, Cementos y Arcillas y otras de origen geológico.

a) Incluir aplicación para el análisis de elementos mayoritarios: Para el análisis de al menos 14 elementos mayoritarios (Si, Ti, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K, P, Mn, S, Cr, Zn y Sr) con rangos de análisis entre ≤ 0.01 % y ≥ 90 %, el cual puede variar dependiendo del elemento a analizar. Estos rangos se especifican en la tabla.
<table>
<tr><th>Elemento</th><th>Rango (%)</th><th>Elemento</th><th>Rango (%)</th><th>Elemento</th><th>Rango (%)</th></tr>
<tr><td>Na_2O</td><td>0,01 a ≥10</td><td>P_2O_5</td><td>0,01 a ≥50</td><td>TiO_2</td><td>0,01 a ≥40</td></tr>
<tr><td>MgO</td><td>0,02 a ≥40</td><td>SO_3</td><td>0,03 a ≥50</td><td>Mn_3O_4</td><td>0,01 a ≥30</td></tr>
<tr><td>Al_2O_3</td><td>0,05 a ≥60</td><td>K_2O</td><td>0,01 a ≥15</td><td>Fe_2O_3</td><td>0,01 a ≥80</td></tr>
<tr><td>SiO_2</td><td>0,50 a 100</td><td>CaO</td><td>0,03 a ≥80</td><td>Cr_2O_3</td><td>0,01 a ≥5</td></tr>
<tr><td>ZnO</td><td>0,01 a ≥10</td><td>SrO</td><td>0,01 a ≥15</td><td>---</td><td>---</td></tr>
</table></td><td>Unidad</td><td>1</td></tr>
</table>

	Set de materiales de referencia de calibración. Debe incluir estándares de calibración, los cuales se deben suministrar en polvo para la preparación de las perlas fundidas en proporción 1:10. Entregar certificado de cada uno de los estándares de calibración. Debe incluir mínimo dos (2) monitores de deriva. NOTA: La aplicación debe permitir la adición de materiales de referencia certificado MRC's de materiales geológicos a dicha aplicación.		
Aplicación de elementos menores:	Un (1) paquete con la aplicación de elementos menores:	Unidad	1

	para análisis de elementos en baja concentración en las muestras de origen geológico, leído sobre pastillas prensadas, con Software capaz de manejar algoritmos matemáticos que permitan corregir el background y los solapamientos provenientes de distintas matrices y del tubo de rayos X. a) Incluir aplicación para el análisis de menores y trazas: Para el análisis de mínimo 36 elementos entre menores y trazas (Sc, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Cs, Ba, La, Nd, Sm, Yb, Hf, Ta, W, Tl, Pb, Bi, Th, U) con rangos de análisis entre ≤ 0.05 mg/kg y ≥ 10000 mg/kg. Debe incluir mínimo dos (2) monitores de deriva. NOTA: Ya que el Servicio Geológico Colombiano cuenta con Materiales de Referencia Certificados (MRC's) trazables internacionalmente, la aplicación debe permitir la adición de MRC's del laboratorio a dicha aplicación. Un (1) SET de Especímenes Blanco, para determinar los fondos espectrales reales producidos en el equipo con el tubo instalado y los factores de solapamiento. Un (1) SET de Monitores para la Aplicación, el cual debe incluir al menos un monitor de geología. Un (1) SET de Materiales de calibración, para los siguientes elementos:		

<table>
<tr><td></td><td><table>
<tr><th colspan="6">Elementos</th></tr>
<tr><td>Sc</td><td>Ni</td><td>Br</td><td>Ag</td><td>Ba</td><td>La</td></tr>
<tr><td>Ti</td><td>Cu</td><td>Rb</td><td>Cd</td><td>Hf</td><td>Ce</td></tr>
<tr><td>V</td><td>Zn</td><td>Sr</td><td>Sn</td><td>Ta</td><td>Nd</td></tr>
<tr><td>Cr</td><td>Ga</td><td>Y</td><td>Sb</td><td>W</td><td>Sm</td></tr>
<tr><td>Mn</td><td>Ge</td><td>Zr</td><td>Te</td><td>Tl</td><td>Yb</td></tr>
<tr><td>Fe</td><td>As</td><td>Nb</td><td>I</td><td>Pb</td><td>Th</td></tr>
<tr><td>Co</td><td>Se</td><td>Mo</td><td>Cs</td><td>Bi</td><td>U</td></tr>
</table></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Paquete Standardless</td><td>Un (1) paquete Standardless con su Software y Licencia. Configurado en fábrica antes de su envío a Colombia. Emplear la máscara colimadora de mayor diámetro para pre-calibrar la aplicación. para el análisis preliminar de materiales geológicos de naturaleza desconocida, para el análisis semicuantitativo desde flúor (F) hasta Uranio (U) en un rango de concentración desde 1 mg/kg hasta el 100 % por medios matemáticos.

Debe incluir al menos (1) MONITOR para la Aplicación standardless.

NOTA: La aplicación standardless Se requiere para analizar Coltán, arenas negras , Casiterita, Titanita, Ferroniobio, Ferrotántalo y minerales de Tunsgteno y Plomo.</td><td>Unidad</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Chiller (Sistema de enfriamiento externo)</td><td>El proveedor debe instalar el chiller en un cuarto diferente al que se destine para ubicar el espectrómetro, con una distancia aproximada de 10 m. El chiller que se instale debe tener la capacidad suficiente para funcionar apropiadamente a pesar de la distancia a la cual estará del espectrómetro.</td><td>Unidad</td><td>1</td></tr>
</table>

	El Chiller ofertado debe cumplir con los requerimientos técnicos necesarios para garantizar el correcto funcionamiento del espectrómetro de FRX ofertado. Debe incluir cables, mangueras y demás accesorios requeridos para su instalación.		
	El chiller debe ir soportado por la UPS a la cual también se conectará el espectrómetro o la bomba del chiller debe estar en modo "Jump" By–pass seft junto con la UPS. Esto se podrá modificar según la recomendación del fabricante.		
	Un (1) Chiller de para uso interior de bajo ruido: 70 dB. Puede enfriar el espectrómetro a 15 °C cuando la temperatura ambiente es de hasta 32 °C en regiones tropicales. Refrigerante R410A u otro de tipo ecológico.		
	Realizar la conexión del chiller de enfriamiento del tubo de rayos X desde el recinto destinado o caseta hasta el equipo espectrómetro. El proveedor deberá suministrar todos los elementos necesarios para la instalación y puesta en marcha del chiller (tomacorrientes, canaletas, mangueras y otros).		
Compresor de aire	Compresor de aire, para el funcionamiento de las partes neumáticas del equipo principal, como las compuertas de carga y descarga. compresor que no requiera aceite y tenga un nivel de ruido bajo: máximo 50 dB.	Unidad	1
UPS	**UPS de 15 kVA**	Unidad	2
	Potencia nominal: Mínimo 15 kVA.		
	Autonomía: Al menos de 20 minutos.		
	Baterías: modulares.		
	Frecuencia: 60 Hz con variación máxima de ± 5 %.		
	La UPS ofertada debe cumplir con los requerimientos técnicos necesarios para garantizar el correcto funcionamiento del espectrómetro de FRX ofertado y del chiller.		
	Cuando haya un corte de energía, debe dar el tiempo suficiente para abortar la medición y apagar el espectrómetro. (al menos 20 minutos)		

	La UPS asociada al espectrómetro debe soportar el voltaje de operación del espectrómetro y del PC y la UPS asociada al chiller debe soportar el voltaje de operación del chiller. El chiller debe ir conectado a la UPS debido a que cuando suceda un corte eléctrico, el chiller está suministrando el agua de refrigeración al tubo de rayos X, por lo tanto, se debe permitir el apagado adecuado del tubo de rayos X.		
	Un (1) Transformador de aislamiento a la salida, incluir banco de baterías externo.		
Calificación operacional	Calificación operacional del espectrómetro de acuerdo al manual de fábrica	Calificación	1
Entrenamiento	Entrenamiento en operación del instrumento mínimo de cuarenta (40) horas en una semana	Horas	40
Entrenamiento avanzado con experto de fábrica	El contratista debe suministrar la hoja de vida del experto o la certificación de fábrica que acredite la competencia del experto en aplicaciones para fluorescencia de rayos X. Entrenamiento de cuarenta (40) horas presenciales. El entrenamiento se debe dar en idioma español. Se debe dar apoyo en la implementación de mínimo dos métodos personalizados.	Horas	40

3. PERSONAL MINIMO REQUERIDO

PARA LA INSTALACIÓN: Para la instalación y puesta en funcionamiento del espectrómetro de fluorescencia de rayos X, el contratista debe contar con el personal idóneo y con experiencia.
PARA EL SERVICIO POSTVENTA: Para el servicio postventa del espectrómetro de fluorescencia de rayos X, el contratista debe contar con el personal idóneo y con experiencia y en el momento de presentar un requerimiento de servicio sea telefónico o por medio del correo electrónico el contratista debe en un término no mayor a cuarenta y ocho horas prestar el servicio de garantía o apoyo.

4. PLAZO DE EJECUCIÓN Y LUGAR DE EJECUCIÓN

El término de ejecución estimado de contrato será 8 meses contados a partir del cumplimiento de los requisitos de perfeccionamiento y ejecución del contrato, contados a partir de la suscripción del acta de inicio.

El espectrómetro de fluorescencia de rayos X debe ser entregado en sitio de instalación, dentro de las veintidós (22) semanas o cinco (5) meses a partir del inicio de la ejecución del contrato y el tiempo restante de ejecución que equivale a tres (3) meses, corresponderá a la instalación y puesta en servicio del espectrómetro y sus equipos periféricos, instalación de aplicaciones, calificación operacional, entrenamiento básico y entrenamiento especializado.

El contratista debe entregar, instalar y dejar en funcionamiento el espectrómetro de fluorescencia de rayos X así como de los elementos que lo componen en la sede:

Sede	Dirección	Ciudad
Servicio Geológico Colombiano sede CAN	Carrera 50 # 26 – 20. Laboratorio de fluorescencia de rayos X	Bogotá