

---

TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA EL LEVANTAMIENTO Y PROCESAMIENTO  
DE DATOS GEOFÍSICOS MEDIANTE REGISTROS AEROTRANSPORTADOS DE  
MAGNETOMETRÍA Y RADIOMETRÍA, EN LA CORDILLERA ORIENTAL Y ZONA  
SUBANDINA

CONTRATO DE PRÉSTAMO N°. 4989/OC-EC

CÓDIGO SEPA: GSRS-42-LPI-S

---

MAYO 2023  
IIGE

**Instituto de Investigación Geológico y Energético**

Dirección: Av. de la República E7-263 y Diego de Almagro, Edificio Sky  
Código postal: 170518 / Quito-Ecuador  
Teléfono: +593-2 393 1390  
[www.geoenergia.gob.ec](http://www.geoenergia.gob.ec)

Página 1 de 43

Contenido

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Antecedentes .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Objetivo de la Contratación .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3. Objetivos Específicos .....</b>	<b>4</b>
<b>1.4. Alcance .....</b>	<b>5</b>
<b>2. METODOLOGÍA .....</b>	<b>7</b>
<b>Equipo .....</b>	<b>7</b>
Aeronaves y Operador Aéreo .....	7
Magnetómetro.....	10
Espectrómetro .....	12
Sistema de posicionamiento GPS .....	12
Altimetros .....	14
Cámara de vídeo .....	14
Otros sistemas y equipos.....	14
<b>Etapas:</b>	
<b>Etapas 1: Revisiones, pruebas y calibraciones .....</b>	<b>15</b>
Pruebas y calibraciones del GPS .....	15
Pruebas y calibraciones de los altímetros .....	16
Pruebas y calibraciones del magnetómetro.....	16
Verificaciones y pruebas de la espectrometría de rayos gamma.....	17
<b>Etapas 2: Adquisición de datos.....</b>	<b>19</b>
<b>Etapas 2: Procesamiento .....</b>	<b>26</b>
Compilación de la trayectoria de vuelo .....	26
Datos magnéticos.....	26
Formato .....	26
Ploteo de ruta de vuelo .....	27
Nivelación del Campo Magnético total .....	27
Grillas.....	28
Contornos .....	28
<b>Etapas 3: Interpretación .....</b>	<b>28</b>
Imágenes de contorno y de color .....	28
Logística .....	29
Aspectos ambientales y sociales.....	30
<b>3. PRODUCTOS E INFORMES .....</b>	<b>31</b>
<b>3.1. Etapas 1: Adquisición de datos.....</b>	<b>32</b>
Productos .....	33
<b>3.2. Etapas 2: Procesamiento (productos) .....</b>	<b>37</b>
Datos Digitales.....	38
<b>3.3. Etapas 3: Interpretación (producto) .....</b>	<b>39</b>
<b>4. MÉTODOS DE TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO .....</b>	<b>41</b>
<b>5. PLAZO Y PRESUPUESTO REFERENCIAL.....</b>	<b>42</b>
Forma y cronograma de pagos.....	42
<b>6. FIRMAS DE RESPONSABILIDAD.....</b>	<b>43</b>

## **TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA EL LEVANTAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE DATOS GEOFÍSICOS MEDIANTE REGISTROS AEROTRANSPORTADOS DE MAGNETOMETRÍA Y RADIOMETRÍA, EN LA CORDILLERA ORIENTAL Y ZONA SUBANDINA**

### **1. INTRODUCCIÓN**

#### **1.1. Antecedentes**

- Con fecha 22 de diciembre de 2020, la República del Ecuador y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) suscribieron el Contrato de Préstamo No. 4989/OC-EC, con el objeto de acordar los términos y condiciones en que el Banco otorga un préstamo al Prestatario para contribuir a la financiación y ejecución del Programa de Gestión Sostenible de Recursos del Subsuelo e Infraestructura Asociada, en adelante el “Programa”, por un monto de hasta USD 78’400.000,00 (SETENTA Y OCHO MILLONES CUATROCIENTOS MIL DÓLARES AMERICANOS) el mismo que será ejecutado por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables – MERNNR y el Instituto de Investigación Geológico y Energético – IIGE, como parte del proyecto “Investigación Geológica y Disponibilidad de Ocurrencias de Recursos Minerales en el Territorio Ecuatoriano”.
- El componente 2 de este programa, tiene por objeto financiar el relevamiento y la compilación de información geológica necesaria para la toma de decisiones sobre los recursos del subsuelo, con el fin de identificar oportunidades para la explotación de recursos minero-metálicos, incluyendo: (i) levantamiento de cartografía geológica en zonas de interés minero; y (ii) adquisición de equipamiento para prospección geológica. Los mismos que serán ejecutados por el IIGE.
- Mediante Resolución No. 2021-028-DE de 21 de mayo de 2021, el Mgs. Martín Cordovéz Dammer, Director Ejecutivo del Instituto de Investigación Geológico y Energético (IIGE), resolvió “Aprobar el Reglamento Operativo del Proyecto: Programa de Gestión Sostenible de Recursos del Subsuelo e Infraestructura Asociada (EC-L1257), del Contrato de Préstamo No. 4989/OC-EC, que consta como anexo al presente instrumento”
- Con Oficio Nro. SNP-SPN-2021-1312-OF del 29 de diciembre de 2021, la Subsecretaria de Planificación Nacional perteneciente a la Secretaría Técnica de Planificación-Planifica Ecuador, emite dictamen de actualización por alineación al Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025, al proyecto “Investigación Geológica y Disponibilidad de Ocurrencias de Recursos Minerales en el Territorio Ecuatoriano”, CUP: 144270000.0000.375789, Período: 2014 – 2025, por un Monto Total:

91'503.923,33 USD (NOVENTA Y UN MILLONES QUINIENTOS TRES MIL NOVECIENTOS VEINTE Y TRES 33/100 DÓLARES AMERICANOS).

- Mediante sumilla inserta “Aprobado ST” en el Memorando Nro. IIGE-ST-2022-0070-M, con fecha 01 de febrero del 2022 la Subdirección Técnica aprueba la Planificación del Proyecto para el año 2022.
- El Componente 2 del referido proyecto, en su Actividad 2.2 menciona: *“Levantamiento, procesamiento e interpretación de datos geofísicos mediante registros aerotransportados de magnetometría y radiometría, en la Cordillera Oriental y Zona Subandina”*. El Instituto de Investigación Geológico y Energético (IIGE), en calidad de ejecutor del “Proyecto de Investigación Geológica y Disponibilidad de Ocurrencias de Recursos Minerales en el Territorio Ecuatoriano”; y en cumplimiento a la actividad antes descrita, para el año 2022 planificó la contratación para levantar, procesar e interpretar datos geofísicos aerotransportados.
- Estos Términos de Referencia fueron desarrollados con base al **“INFORME JUSTIFICATIVO PARA LA CONTRATACIÓN DEL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN GEOFÍSICA AEROTRANSPORTADA MAGNETOMETRÍA Y RADIOMETRÍA DEL PROYECTO “INVESTIGACIÓN GEOLÓGICA Y DISPONIBILIDAD DE OCURRENCIAS DE RECURSOS MINERALES EN EL TERRITORIO ECUATORIANO”** en el cual se indican los diferentes apartados para el levantamiento de información de geofísica aerotransportada como es: trabajos previos, metodología de vuelo (altura de vuelo, velocidad, tipo de aeronaves), definición de áreas de estudio, métodos geofísicos aerportados (magnetometría y radiometría), reglamentos de vuelo entre otros aspectos importantes relacionados al estudio.

## 1.2. Objetivo de la Contratación

- Levantar, procesar e interpretar datos geofísicos mediante registros aerotransportados de magnetometría y radiometría, en la Cordillera Oriental y Zona Subandina.

## 1.3. Objetivos Específicos

- Generar la base de datos digitales de registros aerotransportados mediante magnetometría y radiometría de la Cordillera Oriental y Zona Subandina del territorio ecuatoriano con una adquisición de datos de altitud de  $100\pm 20$ m.
- Identificar zonas de anomalías magnéticas y radiométricas en la Cordillera Oriental y Zona Subandina a escala 1:100.000, con el fin de determinar áreas interés geológico-

minero que aporten al desarrollo del proyecto de “Investigación Geológica y Disponibilidad de Ocurrencias de Recursos Minerales en el Territorio Ecuatoriano.

#### **1.4. Alcance**

Estos Términos de Referencia han sido elaborados para proceder con la contratación del levantamiento y procesamiento inicial de datos geofísicos, mediante registros aerotransportados de magnetometría y radiometría en la Cordillera Oriental y Zona Subandina del territorio ecuatoriano, donde la Empresa Proveedoradora adjudicada deberá ajustarse a los términos proporcionados en el presente documento para llevar a cabo su trabajo, y cualquier cambio significativo en la instrumentación o actividad a aplicarse en el trabajo del levantamiento, deberá ser aprobado por el IIGE y deberá demostrarse que no afecta a la calidad de los datos obtenidos durante el levantamiento ni incumple con lo establecido en el Contrato de Préstamo No. 4989/OC-EC, el Reglamento Operativo del Proyecto (ROP) ni las políticas emitidas por el BID para el manejo de sus operaciones.

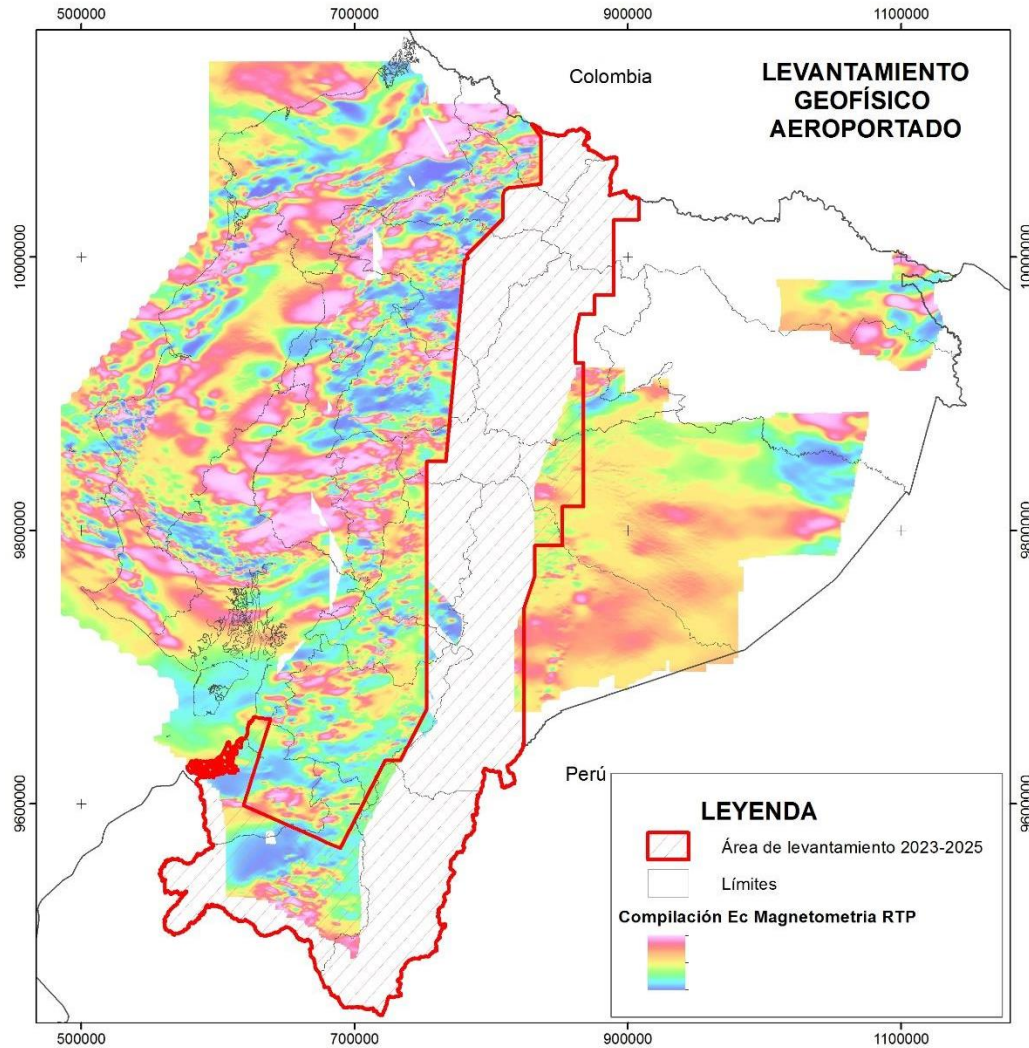
Además, deberá incluir los certificados de experiencia del personal asignado para este levantamiento y mecanismos para su verificación por parte de entes externos independientes.

En las áreas que se lleve a cabo el levantamiento de información de geofísica aerotransportada, la Empresa Proveedoradora deberá regirse a los Términos de Referencia definidos en este documento, sin embargo, la Empresa Proveedoradora podrá realizar el trabajo con mejoras a los Términos de Referencia definidos, siempre y cuando sean revisadas, aprobadas por el IIGE, e incrementen la calidad y/o reduzcan el costo del levantamiento de información aerotransportada.

La Empresa Proveedoradora seleccionada deberá llevar a cabo un levantamiento aerotransportado de magnetometría y radiometría completo sobre el área especificada del Ecuador, de acuerdo con las características topográficas y geológicas del territorio ecuatoriano considerando la variación lineal en kilómetros (185.624 km aproximados) incluyendo líneas de control, las mismas que serán coordinadas con las instituciones competentes del Ecuador.

La Empresa Proveedoradora deberá cumplir con la movilización de las aeronaves de acuerdo con la planificación de los vuelos, siempre y cuando, se tome en cuenta las probables condiciones climáticas y otras variables asociadas a operaciones seguras para el levantamiento de información geofísica aerotransportada.

Para la ejecución del levantamiento mediante magnetometría y radiometría se contempla cubrir una superficie de 64 519 km<sup>2</sup> que incluye la Cordillera Oriental y Zona Subandina del territorio ecuatoriano (Figura 1), considerando el desarrollo de este estudio en 3 etapas.



**Figura 1.-** Mapa de Ubicación de los bloques considerados en el estudio

**ETAPA 1: Adquisición de datos**

En esta etapa, la Empresa Provedora realizará el levantamiento de información geofísica aerotransportada bajo el alcance y los Términos de Referencia establecidos en este documento. Previo al levantamiento de información de geofísica aerotransportada, la Empresa Provedora realizará las pruebas, verificación y calibración de equipos para el levantamiento de información magnetométrica y radiométrica en un área de 64 519 km<sup>2</sup> del territorio ecuatoriano. Adicionalmente la planificación del levantamiento deberá considerar el empate con información magnetométrica obtenida en años anteriores, que será provista por parte del IIGE a la potencial firma adjudicataria, bajo sus políticas de seguridad de la información y suscripción de acuerdos de buen uso de esta. Se requiere un mínimo de dos aeronaves volando en forma simultánea. La totalidad del levantamiento (aproximadamente 185,624 km lineales) debe ser finalizado en no más de 555 (quinientos cincuenta y cinco) días

calendario, a partir de la entrega del anticipo, estos 555 días comprenden, 525 días para el levantamiento de información y 30 días para el procesamiento e interpretación.

La Empresa Proveedoradora debe volar con un mínimo de 2 (dos) aeronaves, no obstante, podrá agregar más aeronaves para cumplir con el levantamiento. En todos los casos se debe presentar la simulación de vuelo (Drape) por cada tipo de aeronave presentada.

Los productos y actividades de ejecución de la Empresa Proveedoradora, serán verificados por la empresa consultora en control de calidad contratada por el IIGE para realizar el control de calidad en cada una de las etapas del levantamiento de información de geofísica aerotransportada, de acuerdo con lo generado en el marco del contrato, así como la correcta aplicación de los mecanismos de confidencialidad y seguridad de la información que debe observar la Empresa Proveedoradora.

Esta etapa generará una base de datos crudos de alta calidad, misma que será verificada por la empresa consultora de control de calidad QA/QC contratada por el IIGE.

### **ETAPA 2: Procesamiento**

En esta etapa la Empresa Proveedoradora realizará el procesamiento de los datos obtenidos en la etapa 1, con el fin de obtener los diferentes productos especificados en los capítulos subsiguientes del presente documento (ver subcapítulo 3.2).

### **ETAPA 3: Interpretación**

En esta etapa la Empresa Proveedoradora realizará la interpretación de información para la identificación de zonas de interés de ocurrencias minerales; así como, la identificación de características geológicas relevantes para la cartografía geológica del territorio ecuatoriano a escala 1:100 000 (ver subcapítulo 3.3).

## **2. METODOLOGÍA**

### **Equipo**

La adquisición, procesamiento e interpretación de datos de magnetometría y radiometría aerotransportada en la Cordillera Oriental y Zona Subandina del territorio ecuatoriano demandará el siguiente equipamiento:

### **Aeronaves y Operador Aéreo**

Debido a las condiciones geográficas y climatológicas del Ecuador, se requieren las siguientes características para esta adquisición de levantamiento de información de geofísica aerotransportada: Aeronaves (*ala fija y/o rotatoria*, de tal manera que se asegure el cumplimiento de los objetivos expuestos en este documento); cualquiera que sea la aeronave seleccionada de marca o modelo debe considerar las siguientes características:

- La aeronave deberá estar equipada con los instrumentos tecnológicos para geofísica aerotransportada en las técnicas de magnetometría y radiometría necesaria para la obtención de datos de alta calidad y el tipo de aeronave que se seleccione, debe cumplir con los requerimientos necesarios de seguridad, capacidad operativa

- (rendimiento, altura de vuelo y maniobrabilidad, etc.) y demás condiciones de acuerdo con las características topográficas, logísticas y de infraestructura de cada bloque definidos por la Asociación Internacional de Seguridad en Geofísica Aerotransportada (IAGSA <https://www.iagsa.ca>) por sus siglas en inglés) y por la Dirección de Aviación Civil del Ecuador (DGAC) (<https://www.aviacioncivil.gob.ec/>).
- La Empresa Proveedora deberá contar con todo el equipo técnico y de instrumentación, con repuestos necesarios para la ejecución del levantamiento aerogeofísico que permitan cumplir con el objeto del contrato.
  - Para poder operar en el Ecuador, las aeronaves deben dar fiel cumplimiento a la legislación, normativa y demás requisitos de la DGAC cuando realice los sobrevuelos para el estudio indicado. Para tal efecto, la Empresa Proveedora, deberá garantizar que todas las aeronaves utilizadas cuenten con los permisos, documentación y certificaciones exigidos por las autoridades competentes durante toda la vigencia de ejecución del contrato y durante las operaciones a realizarse en el marco de este. Las aeronaves deben pertenecer a una empresa legalmente constituida y el operador aéreo debe estar autorizado a operar en el Ecuador durante toda la vigencia del contrato, debiendo contar con la aprobación de la DGAC a la fecha planteada para el inicio de operaciones, en el cronograma de trabajo a aprobarse por parte del IIGE a través de la administración del contrato. La Empresa Proveedora deberá cumplir durante toda la vigencia del contrato con las prescripciones previstas en la Ley Reformatoria a la Ley de Aviación Civil y del Código Aeronáutico vigentes y normativa complementaria emitida por la DGAC, siendo el único responsable de tramitar y obtener los permisos de operación para realizar los servicios de trabajos aéreos, en los que se incluirán la o las pólizas de seguro o su equivalente determinadas en las leyes antes mencionadas, por lo que, deberán presentar una póliza de multiriesgos y/o multiriesgos industrial, así como, una póliza de responsabilidad civil y daños a terceros; las cuales deben representar el 10% del valor del contrato.
  - Debe cumplir con los lineamientos de operación segura establecidos por la International Airborne Geophysics Safety Association (IAGSA) en su contrato anexo (<https://www.iagsa.ca>) o equivalente con mecanismo de trazabilidad.
  - Contar con el Certificado de Tipo Suplementario (STC) aprobado por la Dirección General de Aviación Civil (DGAC) y/o Autoridad Aeronáutica Civil equivalente dentro de los países signatarios del convenio BID. La Empresa Proveedora deberá garantizar que las aeronaves previstas para la ejecución del levantamiento, según el cronograma aprobado, se encuentren en Ecuador, listas para operación tanto legal, regulatorio como operativamente, cuando sea acreditado el pago del anticipo. Sin embargo, la Empresa Proveedora, una vez que se adjudique el contrato, por cuenta y riesgo propio, podrá iniciar los trámites para operación de las aeronaves en Ecuador; con el fin de cumplir con las actividades, productos y tiempos establecidos en estos Términos de Referencia.
  - La Empresa Proveedora debe presentar los certificados de la Dirección General de Aviación Civil (DGAC) y/o Autoridad Aeronáutica Civil equivalente dentro de los



- países signatarios del convenio BID que verifique los índices de accidentes, incidentes y peligros operacionales dentro de los últimos cinco (5) años de operación.
- Las aeronaves que se seleccionen deben cumplir con los siguientes requerimientos:
    - a) Performance para altura y temperatura promedio de todas las zonas de vuelo con tablas fuera de efecto suelo (HOGÉ), con un (1) piloto, un (1) copiloto, un (1) operador con STC instalado y la autonomía requerida para el vuelo.
    - b) Requerimientos logísticos de abastecimiento de combustible con controles de calidad acordes a la actividad y permisos reglamentarios. La Empresa Provedora será responsable de gestionar las autorizaciones correspondientes para las operaciones de abastecimiento de combustible ante autoridades nacionales de tipo energético, ambiental, aeronáutico, seguridad, entre otras competentes y estarán a su exclusivo cargo las tasas o cánones requeridos para operar en el Ecuador.
  - La aeronave debe contar con una autonomía que cumpla con los estándares de seguridad de aviación (IAGSA - DGAC) además, la aeronave debe contar con una reserva mínima de combustible para retornar a la base.
  - La Empresa Provedora debe garantizar y demostrar que cuenta con al menos una (1) aeronave de reemplazo (back-up) del mismo tipo, modelo y performance, con el fin de no afectar a la prestación del servicio durante toda la ejecución contractual.
  - La Empresa Provedora debe garantizar que el operador aéreo, al menos, cuente con la tripulación mínima requerida en estos TDR, siendo el único responsable de garantizar y acreditar que toda la tripulación y personal propuesto es suficiente para realizar una operación segura y continua de acuerdo con la normativa vigente de la DGAC y de la región (tiempos de servicio y descanso).
  - La Empresa Provedora debe garantizar y demostrar que cuenta en su nómina de personal con tripulaciones calificadas bajo la estandarización de IAGSA y DGAC.
  - La tripulación de las aeronaves en coordinación y autorización de la empresa consultora de control de calidad QA/QC y el IIGE, previa a un análisis técnico de condiciones meteorológicas, podrá cambiar de zona de vuelo con el objetivo de avanzar en el cumplimiento del objeto propuesto del contrato, tomando en cuenta que en ciertas áreas de operación las condiciones meteorológicas predominantes en ciertas épocas del año son adversas, sin desconocer otras variables que pueden afectar los aspectos logísticos requeridos.
  - La aeronave debe operar con un equipo de profesionales con experiencia en el uso de equipos para levantamiento de datos magnetométricos y radiométricos, de acuerdo con los perfiles establecidos en este documento.
  - Teniendo en cuenta las consideraciones de seguridad, la adquisición de los datos se la realizará con una superficie de control sobre el terreno de  $100 \pm 20$  m, intentando no exceder los  $\pm 20$  m en una distancia de más de 1 km. Esta tolerancia se aplicará en donde las condiciones de seguridad lo permitan (revisar sección 2.3.1 Drape). La Empresa Provedora podrá sugerir una combinación de aeronaves de ala fija y rotatoria para cumplir con las especificaciones de altura de vuelo de  $100 \pm 20$  m solicitadas. En tal caso, el plan de vuelo deberá ser aprobado por la empresa

- consultora de control de calidad QA/QC y revisado por el IIGE y consistirá en bloques completos (incluyendo líneas de amarre), los cuales serán volados en su totalidad por cada tipo de aeronave. No se permitirá líneas de vuelo independientes con una aeronave distinta, dentro de un bloque hecho con otro tipo de aeronave (e.g. líneas de helicóptero dentro de un bloque de ala fija o viceversa).
- La velocidad aerodinámica normal de la aeronave de ala fija para la toma de datos no podrá exceder de 157 nudos (290 km/h  $\pm$  20 km/h), con las respectivas variaciones en áreas de terreno accidentado, sin embargo, en zonas de sitio crítico que no pueda volar las aeronaves de ala fija (zonas de topografía muy rugosa, valles erosivos y de sedimentación), con el nivel de tolerancia especificado, la Empresa Provedora podrá cambiar de aeronave a ala rotatoria (velocidad de vuelo 70 nudos o 130 km/h) asegurando la calidad de adquisición de los datos. La combinación de aeronaves de ala fija y rotatoria deberá ser planificada con anticipación y ser aprobada por el IIGE (ver sección 2.3.1 Drape), no se permitirá líneas de vuelo independientes con una aeronave distinta, dentro de un bloque hecho con otro tipo de aeronave (e.g. líneas de helicóptero dentro de un bloque de ala fija o viceversa). Cada sobrevuelo deberá contar con la inspección de la empresa consultora de control de calidad QA/QC.
  - La frecuencia de muestreo para el espectrómetro de rayos gamma será de 1 segundo.
  - La frecuencia de muestreo del magnetómetro será de al menos 10 Hz (10 muestras por segundo), lo cual resulta en un intervalo de muestreo de alrededor de 8,06 metros a lo largo de la línea topográfica para el caso de aeronaves de ala fija, y 3.6 metros para aeronaves del tipo rotatorio.
  - El sistema de navegación (GPS, altímetros de radar y laser) tendrán una frecuencia de muestreo de 1 segundo, lo cual resulta en un intervalo de medición similar al del espectrómetro.

### **Magnetómetro**

Se requiere de un magnetómetro de preferencia fijado en las aeronaves mediante un sistema de agujón o stinger (para el caso de helicópteros) o montado en la parte posterior o las alas, en caso de una aeronave de ala fija, siempre y cuando ésta no influya en la altura de vuelo nominal de la aeronave. Se requiere también de un magnetómetro de base (en tierra) que medirá en forma continua y será localizado a no más de 200 km del área de sobrevuelos, en un área de bajo gradiente magnético. La base de operaciones y los relojes del sistema de adquisición de datos de la aeronave serán sincronizados al inicio de cada día de vuelos. En caso de que se utilice más de una base de operaciones, éstas serán vinculadas y la diferencia entre ellas será medida para facilitar la nivelación de la información.

El registro de los valores del campo magnético debe hacerse sin filtros, excepto el impuesto por el intervalo de muestreo en sí. Las condiciones de turbulencia durante el levantamiento deben ser evitadas. En los casos de presencia de altos niveles de ruido causados por la turbulencia del aire o variación diurna del campo magnético, los vuelos deberán terminarse y la parte de la línea de levantamiento con esas condiciones deberá ser revolada con cargo a la Empresa Provedora. Los niveles de ruido se deberán calcular de manera previa a cualquier filtrado de los datos. La variación diurna del campo magnético no deberá exceder 3.0 nT (amplitud máxima de pico a pico) para una

cuerda equivalente a un período de un minuto para cada estación base. Para evitar micropulsaciones por ondas ULF, se considera también una tolerancia máxima de 0.5 nT (pico a pico) respecto a una cuerda equivalente a un período de 15 segundos para cada estación base. Estas especificaciones serán verificadas en el campo antes de la desmovilización por parte de la empresa consultora de control de calidad QA/QC. El ruido de origen cultural por zonas fuera del control de la Empresa Provedora es excluido de esta especificación. En caso de pérdidas de información magnética que excedan el 10% de las lecturas dentro de un intervalo de 120 segundos, la Empresa Provedora deberá repetir los vuelos y asumir los costos que ello implique. La idoneidad de dicha información será determinada por parte de la empresa consultora de control de calidad externo a ser vinculado para este trabajo por parte del IIGE.

El sensor magnético aerotransportado que se utilizará para el estudio debe ser un magnetómetro de alta resolución, de vapor de cesio, de campo total, que se instale y se acople perfectamente a la aeronave (modo stinger) o cuelgue debajo de la aeronave, con las siguientes características:

- Sensibilidad (nT):  $\pm 0.01$
- Precisión absoluta (nT):  $\pm 0.1$
- Rango dinámico 20 000 y 100 000 nT
- Intervalo de la muestra (segundos): 0.1 o superior
- Nivel de ruido:  $\pm 0.01$  nT

En caso de usar la configuración de stinger, se requerirá de un sistema de compensación para remover los efectos magnéticos causados por la aeronave. Este sistema como mínimo requerirá la medición de las componentes del vector magnético (Bx, By, Bz) con magnetómetros de flujo (fluxgate) en forma continua y con un muestreo similar al del magnetómetro móvil.

Las estaciones magnéticas en tierra, provistas por la Empresa Provedora, registrarán de manera digital la variación diurna del campo magnético, y operarán continuamente a lo largo de las operaciones del estudio. La estación base estará sincronizada con el sistema aerotransportado por hora GPS y se deberá realizar un monitoreo constante y verificar el almacenamiento digital diario. Deberá cumplir con los siguientes requisitos mínimos.

- Sensibilidad (nT):  $\pm 0.01$
- Intervalo de registro (segundos): 1
- Nivel de ruido (nT):  $<0.10$

Durante las operaciones de estudio, el magnetómetro base hará un muestreo a un ritmo de una vez por segundo. La Empresa Provedora deberá asegurar que el sensor del magnetómetro esté en una ubicación y con un gradiente magnético bajo. Además, deberá ser ubicado lejos de objetos ferrosos en movimiento como vehículos y líneas de transmisión de energía eléctrica; estas fuentes de ruidos hechos por el hombre no excederán 0.1 nT.

## Espectrómetro

Para el estudio, la Empresa Provedora instalará en cada aeronave entre 1 a 2 espectrómetros digitales de rayos gama, cada uno de los cuales deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- Resolución de por lo menos 512 canales o superior.
- 5 detectores de NaI (TI) de gran volumen por un total de 2.048 pulgadas cúbicas (32 L), el sistema de detección mirando arriba constará de dos cristales de 256 pulgadas cúbicas, totalizando 512 pulgadas cúbicas (8 L)
- Salida de datos de 1 Hz.
- Cristales orientados hacia abajo para medir los conteos totales y las concentraciones de U, Th y K del terreno, además deberá contar con cristales orientados hacia arriba para medir la radiación cósmica.
- Las ventanas energéticas del espectrómetro de rayos se orientarán de acuerdo a la Tabla 1.

**Tabla 1.-** Ventanas energéticas del espectrómetro de rayos gamma

<b>Cristales</b>	<b>Ventana</b>	<b>Energía, keV</b>
Orientación hacia abajo	Conteo Total	400 – 2810
	Potasio	1370 – 1570
	Uranio	1660 – 1860
	Torio	2410 – 2810
Orientación hacia arriba	Cósmica	> 3000
	Uranio	1660 - 1860

- Antes del comienzo de los vuelos de levantamiento, o de cualquier procedimiento de calibración, la resolución total del sistema debe ser superior a 7%, basados en la mitad del ancho del pico máximo del Tl208 (2615 keV).
- El tiempo muerto del sistema gamma espectrométrico debe ser menor de 8 microsegundos por pulso.
- En caso de pérdidas de información radiométrica que excedan el 10% de las lecturas dentro de un intervalo de 120 segundos, la Empresa Provedora deberá repetir los vuelos y asumir los costos que ello implique.

### Sistema de posicionamiento GPS

Se requiere del uso de GPS diferencial en tiempo real para la navegación exacta de cada aeronave que realizará el levantamiento y una estación base de GPS diferencial en tierra. El posicionamiento deberá ser corregido con las estaciones de la Red GNSS de Monitoreo Continuo del Ecuador – REGME. Los

GPS base y móvil deberán ser diferencial en tiempo real de doble frecuencia y contar con las siguientes características:

- Integrado por GPS de 9 - 12 canales y por la plataforma de la estación base de GPS. La Empresa Proveedora deberá asegurar un sistema de energía para soportar al sistema principal de la estación base y UPS.
- Registro de fecha y hora para cada uno de los datos levantados.
- Precisión de 0.000001 grados.
- Los errores de posicionamiento no relacionados con las maniobras del portador deben ser menores de 5 metros en la posición horizontal y menores de 10 metros en la posición vertical.
- La latitud, la longitud, la altura, el tiempo y las marcas fiduciales se deben registrar y proveer en intervalos de 1 segundo o menos.
- Los datos del GPS serán corregidos en tiempo real, pero el sistema debe tener la capacidad de grabar toda la información y parámetros necesarios en caso de que se desee procesarla nuevamente de manera posterior.
- La estación base del GPS debe ser supervisada usando una referencia conocida con la posición y la altura exactas. El marcador de referencia debe tener una precisión horizontal y vertical menor de 0.1 metros.
- Los datos posicionales provistos deberán ser referidos al elipsoide WGS84 17S.
- Los datos de navegación deben ser sincronizados con los datos registrados del resto de los instrumentos, usando un sistema fiducial, con marcas como máximo cada segundo (una marca por segundo o menor).
- La Empresa Proveedora no deberá volar con una constelación menor a 6 satélites: La dilución calculada de la precisión de la posición (incertidumbre) debe ser de PDOP (incertidumbre 3D)  $\leq 5$  y HDOP (incertidumbre 2D)  $\leq 3$ .
- Deberán tomarse las medidas necesarias para asegurar que cualquier falla en la estación base sea reparada dentro de las 24 horas.
- El correcto funcionamiento de la estación base y la precisión de los datos deberán ser comunicados para garantizar el control, registro y transmisión del dato, con los dispositivos necesarios, durante las horas de operación de vuelo.
- La estación base debe tener capacidad de proveer una actualización rápida de mensajes en menos de tres (3) segundos. Debe generarse una señal de advertencia desde la estación de referencia si el promedio de actualización excede los quince (15) segundos.
- La Empresa Proveedora tomará todos los pasos razonables para asegurar la precisión de la recuperación de la posición final para todos los puntos de medición y proveer los resultados aceptables bajo revisión de la empresa consultora de control de calidad externo.

En caso que la Empresa Proveedora pueda reemplazar las técnicas antes mencionadas, con una corrección diferencial en tiempo real (omnistar y similares), que no afecte la calidad de los datos;

podrá ser presentada para evaluación de la empresa consultora del control de calidad y posterior autorización del IIGE.

### **Altímetros**

La Empresa Provedora debe contar con altímetros de radar (o láser) y altímetros barométricos con salida digital y una pantalla de radar de precisión, y cumplir con lo dispuesto con los estándares de seguridad aérea nacional o internacional. El **altímetro barométrico**, para medir la altura de la aeronave en relación con el nivel del mar (altura absoluta), deberá tener las siguientes características:

- Precisión mínima en la medición de altura de 5.0%
- Precisión mínima en la medición de temperatura de 1 grado centígrado
- Precisión mínima en la medición de la presión de 0.1 kPa
- Rango de muestreo 10 Hz

**El altímetro de radar o láser**, para medir la altura de la aeronave en relación con el nivel del terreno deberá contar con las siguientes características:

- Rango superior a 760 metros.
- Salida digital con una precisión de 30 centímetros.
- Precisión mínima en la medición de altura de 2.0 %.
- Rango de muestreo 10 Hz.

### **Cámara de vídeo**

- Registro vertical.
- Registro continuo
- Gran vista angular para maximizar la cobertura a la altura del terreno.
- Visualización clara de las marcas de tiempo, con una frecuencia mínima de 5 por segundo.

### **Otros sistemas y equipos**

Adicional a los equipos antes mencionados la Empresa Provedora contará con los siguientes sistemas y equipos:

- Sistema de temporización común a todos los instrumentos de navegación y geofísicos.
- Sistema de adquisición de datos que registre digitalmente y controle todos los datos generados por el equipamiento de navegación y geofísico abordado.
- Sistema de navegación secundario que funcione de forma continua y paralela al DGPS (GPS diferencial) y que incluya Doppler digital, cámara de vídeo estándar y sistema de grabación.
- La estación de trabajo de campo en tierra se debe componer de una laptop, una impresora y el software completo de procesamiento de datos.

- Un complemento de piezas de repuesto y equipo de prueba.
- Establecer mecanismos e infraestructura que garanticen un correcto manejo de la información y su confidencialidad. Dichos elementos deben ser detallados a la entrega de la oferta técnica correspondiente.

### **Etapa 1: Revisiones, pruebas y calibraciones**

La Empresa Proveedoradora verificará antes de comenzar un levantamiento aerotransportado, una serie de revisiones, pruebas, y calibraciones para demostrar que el sistema aerotransportado, cumple con los requisitos establecidos internacionalmente que permitirán el cumplimiento del objeto del presente documento. Aquí se incluye una revisión de la información levantada previamente por el IIGE (levantamiento proyecto PRODEMINCA y levantamientos de PETROECUADOR) y evaluada por la Empresa Proveedoradora para el empate de esta con la información que se generará en el levantamiento. La Empresa Proveedoradora deberá garantizar el acceso a la información inherente a estos aspectos, a la empresa consultora de control de calidad externo y deberá presentar un reporte diario especificando las calibraciones realizadas al equipamiento (ver sección 3.1. Reportes de avance).

### **Pruebas y calibraciones del GPS**

Al inicio del levantamiento se llevarán a cabo datos de prueba sobre una longitud de 250 kilómetros de registro digital de datos crudos de GPS con la trayectoria de vuelo preparado en formato RINEX2 (ASCII), archivado por vuelo junto con los datos de la estación base de GPS archivados por día. Se determinará, en las áreas próximas a los aeropuertos, la posición de las estaciones base para el GPS diferencial (que deben coincidir con las estaciones bases magnéticas). Las condiciones para la implantación coincidirán con las condiciones que se establezcan para las estaciones de base magnéticas. Se asegurará que el GPS de la estación base pueda “receptar”, como mínimo 6 satélites NAVSTAR.

Además de la selección cuidadosa del área para implantar la estación base, debe asegurarse de conocer su posición exacta. Si fuere posible, debe utilizarse un punto geodésico conocido, en caso contrario, el sistema GPS será utilizado durante varios días para calcular de forma precisa las coordenadas de la estación base. La localización del marcador de referencia debe tener una precisión horizontal y vertical menor de 0.1 metros.

La precisión del sistema GPS debe ser monitoreada mediante la evaluación de la repetitividad de la posición estática de las aeronaves. En lo posible, cuando se realicen las calibraciones de tierra, la aeronave se debe estacionar en el mismo lugar, en la misma ubicación y en la misma posición. Las localizaciones GPS de la aeronave serán post-procesadas y tabuladas diariamente después de cada día de vuelo de producción.

El sistema de adquisición de datos de la base en tierra deberá estar sincronizado con los de la aeronave y con los de tiempo base del GPS, con exactitud del reloj satelital. Los módulos (hardware y software) que generen esta información deberán ser idénticos a los instalados con el mismo propósito en la aeronave. La Empresa Proveedoradora deberá mantener este circuito estable y asegurar su desempeño continuo aun cuando el GPS no esté encendido.

El control rutinario del sistema GPS será realizado al principio y final de cada vuelo, al volar encima de un punto de posición conocida.

Como alternativa la Empresa Proveedora, podrá hacer uso de la red mundial de estaciones base, mientras se especifique el método a utilizar dentro de la propuesta técnica. Se podrá excluir la estación base siempre y cuando el proponente demuestre con suficiencia técnica que los GPS a utilizar no requieren de estación base para el postproceso y corrección de los datos que permitan garantizar la precisión de los datos.

### **Pruebas y calibraciones de los altímetros**

Se realizará la calibración de los altímetros de radar y barométrico antes y después del levantamiento, durante vuelos sobre el agua o sobre la pista. La aeronave deberá volar a intervalos de 30 m, entre 60 m y 300 m, encima de cualquiera de estas superficies (si se cambiaran el altímetro o el barómetro durante el levantamiento, se repetirá esta prueba).

La calibración será revisada de forma rutinaria al inicio del día de trabajo sobrevolando la pista (de elevación conocida) con una altura de 120 metros. En este caso el error de posicionamiento vertical debe ser menor de 2 metros.

Si la Empresa Proveedora instala nuevos equipos en las aeronaves o repara los equipos ya existentes durante el levantamiento, este informará al IIGE la cual verificará que se repita las pruebas y calibraciones para asegurarse que el equipamiento geofísico está funcionando correctamente para hacer los ajustes necesarios de compensación.

### **Pruebas y calibraciones del magnetómetro**

La calibración del sistema del magnetómetro de la aeronave debe llevarse a cabo utilizando el sitio de prueba en el área al inicio y al final de las operaciones de levantamiento. La Empresa Proveedora deberá notificar a la autoridad técnica determinada por el IIGE de la programación de estos vuelos de prueba antes de iniciar su ejecución para que se encuentre presente durante la misma.

### **Prueba de la Figura de Merito (FOM)**

El sensor del magnetómetro, instalado en el portador está afectado por la estructura magnética de la aeronave. La prueba de Figura de Merito (FOM), se realiza para determinar los efectos producidos sobre las mediciones por los movimientos de la aeronave alrededor de sus ejes. El valor total debe ser menor o igual que 1.5 nT (FOM permisible). Se repetirá la calibración FOM cuando se sustituyan equipos, partes o sistemas de la aeronave. En caso de que esta situación no se presente la calibración FOM debe repetirse periódicamente en sitios cerca del área de trabajo (in situ).

### **Prueba de ruido del levantamiento**

A fin de complementar la calibración FOM, se realizará inmediatamente después de la misma una prueba de “nivel de ruido” siguiendo los siguientes pasos:



- La aeronave volará recto y nivelado a la altura de 3000 metros o más por un período no menor de dos (2) minutos.
- Todos los equipos abordo de la aeronave deben estar encendidos y funcionando.
- Las mediciones de los niveles de ruido deben ser menores que  $\pm 0.05nT$ .

### **Prueba de retardo (Lag test)**

Al inicio del levantamiento y con cualquier alteración importante o el reemplazo de los equipos en la aeronave, la Empresa Provedora deberá realizar una prueba de retardo (lag) para determinar la diferencia de tiempo entre las lecturas del magnetómetro y el funcionamiento de los dispositivos de posicionamiento. La diferencia en tiempo (lag o retraso) debe ser er erencia de tiempo entre las lecturas del magnetómetro y el fu el caso de ala rotatoria  $\leq 0.5$  segundos. Estos valores deberán ser confirmados para cada vuelo por la empresa consultora de control de calidad externo, para verificar que la calidad de adquisición de los datos nos sea afectada. Conocido este valor, es posible aplicar la correspondiente corrección a los valores medidos por el magnetómetro.

### **Prueba o test de dirección (heading)**

Esta prueba es una variante de la prueba de error de rumbo que se aplica en el caso de no contar con un punto con intensidad magnética conocida. Sin embargo, dependiendo de la aeronave que se use para este estudio se puede hacer la prueba de error de rumbo. Esta prueba se determinará al iniciar del estudio y de nuevo si existiera cualquier modificación o adición a la aeronave o al equipo instalado en la misma.

Esta prueba deberá sobrevolarse sobre el punto seleccionado, en las direcciones N-S, E-O, S-N y O-E. Las trayectorias de vuelo de las aeronaves resultantes sobre el punto seleccionado serán representadas a una escala de 1:10.000. Después de aplicar las correcciones por variación diurna y paralaje del sistema, el efecto máximo direccional residual no debe sobrepasar los  $2nT$ .

## **Verificaciones y pruebas de la espectrometría de rayos gamma**

### **Coefficiente de atenuación de altitud**

La determinación del coeficiente de atenuación de altitud se deberá realizar antes del estudio mediante el vuelo de una línea de prueba a diversas altitudes desde 60 m hasta 250 m de altura a intervalos de 30 m arriba de la línea de prueba. Una línea de prueba del rango de calibración aerotransportada tendrá las siguientes características:

- Ser relativamente plana,
- Tener concentraciones uniformes de K, U y Th,
- Estar cerca de una extensión de agua para la medición de fondo (si existe una extensión de agua adecuada),
- No tener restricciones de vuelo,
- Ser fácil de navegar,

- Tener aproximadamente 8 km de largo, equivalente a ~ 150 segundos de tiempo de vuelo a 50 m/s,
- No tener colinas en aproximadamente 1 km de la línea de vuelo.

Los resultados de esta verificación se deberán registrar digitalmente y recopilarán en tablas y gráficos para presentarlos en el informe final.

### **Pruebas diarias de resolución**

Para la medida de la resolución energética del sistema de espectrómetro se utilizará "el ancho total a la mitad del máximo (FWHM, por sus siglas en inglés)" de un photo-peak. La resolución global del sistema basada en el photo-peak de Th a 2,61 MeV será mejor que el 7% en todos los cristales que miran hacia abajo. Si la resolución varía en más de 1% con respecto a la medida al inicio del estudio, se interrumpirán las operaciones de vuelo hasta que se encuentre y rectifique el origen del problema.

Cada día, antes de comenzar los vuelos, se efectuará un test estático para verificar que la sensibilidad del sistema se mantiene. Para ello se efectuará una medición de los niveles de background mediante el registro de un espectro completo (en tierra) por 5 minutos, lo cual será seguido por mediciones de espectro completo por 5 minutos con una o más fuentes de Torio, las cuales se posicionarán en un lugar repetible día a día. La aeronave deberá estar estacionada en un lugar repetible para completar estas pruebas.

### **Calibraciones de la ventana cósmica**

Estas calibraciones deberán ser realizadas antes del estudio, volando a diferentes altitudes sobre el océano o cualquier gran extensión de agua (250 m y de 1.500 m a 3.500 m a intervalos de 300 m), cada altitud deberá volarse durante al menos 10 minutos. Si no existe una gran extensión de agua cerca del área de estudio, esta prueba se puede llevar a cabo sobre tierra. Los valores promedios de los conteos medidos en cada una de las 4 ventanas (TC, U, Th y K) se compararán contra los conteos promedios para la ventana cósmica en cada una de las altitudes donde se realicen las mediciones.

Los resultados de esta calibración se registrarán digitalmente y se recopilarán en tablas y gráficos para presentarlos en el informe final.

### **Vuelo de línea de prueba**

Al inicio del levantamiento se determinará una línea de prueba de aproximadamente 7.5 km de largo, equivalente ~ 150 s de vuelo a una velocidad de 50 m/s. Esta línea se volará al inicio y fin de cada vuelo, exactamente a la misma altura, de manera tal de poder verificar la buena operación y consistencia de todos los equipos (navegación, magnéticos y radiométricos). Los datos de esta línea de prueba se incluirán dentro de las entregas hechas a la administración del contrato del IIGE, en forma regular.

Esta línea deberá ser ubicada en una zona de radioactividad relativamente uniforme, y con atributos físicos que permitan ubicarla en forma precisa cada día. Se deberá evitar la topografía abrupta, durante el levantamiento. Los puntos iniciales y finales de cada prueba deberán ser reproducidos con

la mejor precisión posible, utilizando el sistema de GPS diferencial. La altitud promedio de cada prueba deberá estar dentro de 10m de la altura de vuelo del levantamiento. La información adquirida durante estas pruebas será procesada utilizando todas las constantes de calibración disponibles durante el trabajo de campo. Esto permitirá a la autoridad de control de calidad externo del IIGE revisar la reproducibilidad de los resultados, pues variaciones por posición, elevación, temperatura y presión serán eliminadas.

### **Limitaciones de la espectrometría de rayos gamma**

La presencia de líneas de transmisión de electricidad y/o topografía en pendiente puede comprometer la calidad de los datos radiométricos, se deja establecido, que si bien la altitud sobre el terreno óptimamente se debe mantener a 100 m, existen factores que obliguen al piloto a volar a mayores alturas para garantizar la seguridad de vuelo, en tales casos se considerarán y analizarán tales situaciones entre la Empresa Proveedora, el control de calidad externo y el IIGE, con el fin de llegar a una solución que garantice la obtención de los datos requerido dentro de las limitaciones existentes, estableciendo un límite de tolerancia que se mencionan en la sección 2.3.1 (Drape).

La Empresa Proveedora no realizará el levantamiento de información en condiciones que afecten los resultados del levantamiento magnético y radiométrico como por ejemplo: tormentas magnética y precipitaciones en este último es por la presencia de Radón, para lo cual, la Empresa Proveedora deberá esperar de 2 a 3 horas dependiendo de la intensidad de las precipitaciones para que se disipe el Radón superficial.

### **Etapas 2: Adquisición de datos**

Para el levantamiento de información geofísica aerotransportada con los métodos magnético y radiométrico, los errores aislados, spikes y saltos cortos en la secuencia de muestreo, que puedan ser editados, son aceptables con la aprobación del IIGE a través de su administración de contrato y con apoyo de la empresa consultora de control de calidad externo.

NOTA: Los ploteos de los datos digitales corregidos pueden ser necesarios para acompañar a los gráficos de campo con correcciones que se muestran a la misma escala que los gráficos originales.

### **Levantamiento de magnetometría y radiometría aerotransportada**

#### **Datos del levantamiento**

La Empresa Proveedora debe registrar como información mínima: la matrícula de la aeronave, la fecha, el número de línea con el número de segmento, dirección, número de vuelo, hora de inicio de la línea y cualquier factor de escala relevante o datos de niveles. Esta información debe indicarse en los registros gráficos y tabulados en el *flight log* del vuelo, mantenido por el operador del instrumento.

NOTA: Todos los datos digitales, video, archivos de gráficos y productos cartográficos deben referirse al tiempo, la hora del día como segundos después de la medianoche, hora universal coordinada (UTC) en vez de conteos absolutos (fiduciales) (Tablas 2 y 3).

**Tabla 2.-** Especificación de intervalo de registro de datos en la aeronave – magnetómetro y navegación

	<b>Intervalo de registro</b>	<b>Sensibilidad del equipo</b>
Tiempo	0.1 segundo	0.01 segundo
Campo magnético total	0.1 segundo	0.001 nT
Altímetro de Radar	0.2 segundo	0.1 m
Altura de GPS	1.0 segundo	0.1 m
Coordenadas geográficas de GPS	1.0 segundo	0.000001 grados
Altímetro barométrico	0.1 segundo	1 m

**Tabla 3.-** Especificación de intervalo de registro de datos en la aeronave – Espectrómetro

<b>Variable</b>	<b>Intervalo de registro o Sensibilidad</b>	<b>Frecuencia de muestreo</b>
1. Espectro (512 o 1024 canales)	1 cuenta	1 /seg
2. Tiempo vivo (Live time)	1 mseg	1 /seg
3. Canales Radiométricos (seis)	1 cps	1 /seg
4. Altímetro de radar	0.1 m	5 /seg
5. Altímetro barométrico	0.1 kPa	1 /seg
6. Tiempo	0.1 seg	10 /seg
7. Salida de navegación	0.1 m	1 /seg
8. Temperatura	1 grado C	1 /seg

Obs: notar que el altímetro de radar, barométrico y tiempo están repetidos en ambas tablas para mejor claridad a la hora de grabar la información, pero no es necesario que estas variables estén duplicadas (Tabla 4).

**Tabla 4.-** Especificaciones de intervalo de registro de datos en tierra.

	<b>Intervalo de registro</b>	<b>Sensibilidad del equipo</b>
Tiempo	1.0 segundo	0.1 segundo
Campo magnético total	1.0 segundo	0.01 nT
Estación base GPS	1.0 segundo	0.000001 grados

### Líneas de vuelo

Las direcciones y espaciamentos de línea se especifican de la siguiente manera para la totalidad del levantamiento, pero estas pueden estar sujetas a cambios y, por lo tanto, se confirmarán entre los representantes de la Empresa Provedora y del IIGE inmediatamente antes de comenzar las operaciones del estudio. Ninguno de estos cambios afectará excesivamente la recopilación eficaz de datos.

La adquisición de datos será ejecutada bajo parámetros que permitan optimizar la toma de datos de los bloques de la Cordillera Oriental y Zona Subandina del territorio ecuatoriano; los detalles de adquisición de datos se describen en la tabla 5.

**Tabla 5.-** Detalles referenciales del área para adquisición de datos magnéticos y radiométricos

Km <sup>2</sup> (aprox.)	Líneas principales		Líneas de control		Altura nominal
	Dirección	Espaciamento (m)	Dirección	Espaciamento (m)	(m)
64 519	**N45°E	400	**N45°O	4000	100±20m

\*\*La dirección de las líneas de vuelo y de control podrán ser acordadas con la Empresa Provedora según la necesidad del IIGE y la aprobación de la empresa consultora del control de calidad externo, estas direcciones de vuelo pueden variar entre N-S y de N45°E hasta N60°E, dependiendo del contexto geológico regional ecuatoriano. Las líneas de control serán voladas en forma perpendicular a las líneas principales, siempre y cuando no exista combinación de líneas con diferentes aeronaves.

Todos los segmentos de una línea principal deben comenzar y terminar en el cruce con una línea de control, adicional la Empresa Provedora diseñará líneas perimetrales que crucen con la línea principal al inicio y final de cada una de ellas mismas que serán revisadas por la empresa consultora de control de calidad externo y aprobado por el IIGE. Así mismo, los segmentos de una línea de control deben empezar y terminar cruzando una línea principal común. Los segmentos de líneas de vuelo que sean voladas nuevamente deben unirse a la línea original principal en un ángulo bajo, en un punto donde los datos sean aceptables. No se validarán líneas que no cumplan con estas especificaciones.

Todas las líneas principales deben intersecar un mínimo de dos (2) líneas de control. No se aceptarán brechas en los productos finales. La Empresa Provedora del vuelo, a su costo y riesgo, debe volver a volar líneas o partes de líneas donde los términos del presente documento no se cumplan y los costos de los tramos repetidos corresponden exclusivamente y en su totalidad a la Empresa Provedora del vuelo.

Todas aquellas líneas o porciones de éstas en las cuales su separación exceda 1.25 veces la separación nominal por una distancia de 3 km o más, o cuando la desviación respecto al plan de vuelo propuesto sea mayor al 25% del espaciamiento entre líneas deberán ser repetidas con cargo a la Empresa Proveedora. Todos los segmentos revolados deberán intersecar al menos con dos líneas de control.

Las líneas de vuelo y líneas de control se deberán volar a la misma altura en los puntos de intersección. Las tolerancias de altura se limitarán a una diferencia de no más de 15 metros entre las líneas principales y líneas de control. Cuando las condiciones del terreno o de seguridad no permitan alcanzar este límite de tolerancia, se podrán aceptar diferencias mayores con la aprobación del IIGE.

Es responsabilidad de la Empresa Proveedora del vuelo asegurar que los datos se encuentren dentro de las especificaciones y tolerancias y repetir a su cargo los tramos de vuelo que se encuentran por fuera de las mismas.

### **Ruta de vuelo**

Los datos de *GPS* corregidos diferencialmente, deberán ser utilizados para ubicar las líneas de vuelo dentro de toda el área del levantamiento, este es el sistema de posicionamiento primario. Se hará una gráfica de la trayectoria de vuelo a partir de los datos electrónicos digitales de trayectoria de vuelo apropiadamente etiquetada con marcas de latitud y longitud.

Una vez que se identifica la evidencia de un error entre los datos de posición electrónicos y el video, la Empresa Proveedora del vuelo deberá informarlo a la empresa consultora de control de calidad externo y al IIGE para que se decida al respecto.

### **DRAPE**

De acuerdo con el área del bloque se determina las superficies de control óptimas sobre el terreno para las aeronaves y la instrumentación durante el vuelo normal y se designa las siguientes alturas de vuelo:

Aeronave  $100 \pm 20$  metros

- Magnetómetro  $100 \pm 20$  metros (\*)
- Espectrómetro Gamma  $100 \pm 20$  metros

(\*) Esto considera una configuración tipo aguijón (stinger) para el magnetómetro. En caso de que la Empresa Proveedora decida volar con una configuración en la cual el magnetómetro cuelga debajo de la aeronave, la altura del magnetómetro será inferior a la altura de vuelo de la aeronave y deberá ser registrada con un altímetro montado en la aeronave donde se ubique el sensor.

El piloto deberá realizar todos sus esfuerzos para volar con precisión en referencia a las superficies de control sobre el terreno establecidas previamente, para ello se deberá realizar simulaciones sobre el polígono de estudio (DRAPE) usando MDT diseñados para ajustarse a la tasa máxima de ascensos y descensos de la(s) aeronave(s), donde se aproximará a la trayectoria de vuelo esperada y la altitud más óptima a la que la aeronave pueda sobrevolar considerando la superficie de control sobre el terreno definidos, se acepta que la altura mínima de la aeronave puede variar, dependiendo de lo que el piloto considere condiciones seguras de vuelo alrededor de estructuras construidas por el hombre o

sobre un relieve accidentado en donde las leyes de la aviación puedan requerir una mayor altitud de vuelo.

La empresa contratista deberá entregar estas simulaciones de vuelo en formato digital en formato raster compatible con sistemas de información geográfica (ArcGIS y/o QGIS). Se aceptará una división del bloque principal en sub-bloques a ser volados con distintos tipos de aeronave, por ejemplo, una combinación de ala fija con sistema rotatorio, siempre y cuando la simulación de vuelo (DRAPE) sustente la altura de vuelo solicitada de  $100 \pm 20$  metros. Estas simulaciones de vuelo deberán ser aprobadas por el IIGE y la entidad de control de calidad antes de la movilización y comienzo de pruebas de calibración.

Todas aquellas líneas o segmentos de estas que no cumplan con las condiciones mínimas especificadas en este documento deberán ser revoladas con cargo a la Empresa Provedora. La decisión de qué líneas o segmentos deberán ser revolados estará a cargo de la administración del contrato determinada por el IIGE, con asistencia de la empresa consultora del control de calidad externo para este trabajo.

### **Velocidad**

La velocidad de vuelo no podrá exceder los  $290 \text{ km/h} \pm 20 \text{ km/h}$  (ala fija) y  $130 \text{ km/h}$  (ala rotatoria), si por zonas de seguridad o navegación ésta debe ser mayor, se deberá informar previamente y contar con la aprobación del IIGE. El control de calidad interno de los datos debe ser realizado en campo de manera diaria.

La autonomía de vuelo debe ser acordada con la Empresa Provedora en función de la disposición espacial de los aeropuertos o puntos designados de abastecimiento de combustible disponibles con las áreas de trabajo. La tasa de ascenso debe ser suficiente como para realizar el levantamiento con las alturas de vuelo especificadas. La Empresa Provedora debe controlar que no se lleven a bordo artículos personales como cámaras fotográficas, relojes analógicos con material fluorescente, celulares entre otros equipos tecnológicos que pueden afectar los datos del levantamiento geofísico aerotransportado.

### **Variación Magnética diurna**

Las líneas de vuelo o sus segmentos se repetirán si, la variación magnética diurna excede  $3 \text{ nT}$  (pico a pico) en una cuerda rectilínea de 1 minuto. Para evitar micropulsaciones por ondas ULF, se considera también una tolerancia máxima de  $0.5 \text{ nT}$  (pico a pico) respecto a una cuerda equivalente a un período de 15 segundos para cada estación base. Estas especificaciones serán verificadas en el campo antes de la desmovilización por parte de la empresa de control de calidad externo y el IIGE. La adquisición de datos del estudio se detendrá en el caso de severa actividad magnética diurna. Para el monitoreo de esta variación, la Empresa Provedora instalará un magnetómetro base en cada una de las bases de operación en uso durante el levantamiento. Para efectos de nivelación de la información, en algún momento se deberá medir la diferencia entre los niveles magnéticos base de cada una de estas bases. El magnetómetro base será un magnetómetro de protones o de vapor de cesio, capaz de muestrear el campo magnético con una frecuencia de 1 segundo o superior. Al inicio de cada vuelo el equipo de la Empresa Provedora se encargará de sincronizar los relojes internos del magnetómetro base y móvil.

### Reediciones de vuelos

Las reediciones de vuelos se realizarán siempre que las líneas del estudio, o parte de ellas, estén notificadas en el campo por estar fuera de las tolerancias convenidas, estas reediciones se tomarán entre la Empresa Provedora del vuelo y el IIGE, siempre y cuando la seguridad lo permita.

Las líneas de vuelo no se desviarán de la trayectoria de vuelo diseñada por más del 25% del espacio nominal de la línea sobre una distancia de más de 1 km. Todas las reediciones de vuelo cruzarán un mínimo de dos líneas de enlace.

### Frecuencias de muestreo

En la tabla 6 se enuncian las frecuencias de muestreos de los equipos que se utilizarán en esta propuesta.

**Tabla 6.-** Frecuencia de muestreo para líneas de vuelo

Sistema / no. de canales	Frecuencia de muestreos
Magnetómetro aerotransportado de campo total	0.1 / s (10 Hz) o superior
Espectrómetro Rayos Gamma (mínimo 512 canales más U, Th, K, TC y ventanas cósmicas)	1.0 / s
Altímetro de radar (1 canal)	0.1 / s
Temperatura y humedad relativa (2 canales)	1.0 / s
Altímetro barométrico (1 canal)	0.1 / s
Navegación DGPS (3 canales)	1.0 / s
Magnetómetro de flujo magnético para efectos de compensación (3 canales)	0.1 / s

### Datos de Altitud

Un control de altitud apropiada es necesario durante todo el levantamiento para optimizar la calidad de la nivelación magnética. Todos los datos de altímetro de radar deben ser revisados para verificar que durante todo el vuelo se tenga registro del valor de altura sobre el nivel del suelo. El levantamiento se debe volar a la altitud correcta con respecto a las condiciones establecidas.

Los segmentos de línea que excedan la tolerancia máxima de diferencia de altura en las intersecciones serán identificados y localizados sobre un mapa de trayectoria de vuelo para ser utilizado en la determinación de vuelos a ser repetidos.



### **Ausencia de registros (gaps) en los datos digitales del magnetómetro y radiómetro**

Las pérdidas de información magnética (gaps) que excedan 10% de las lecturas para un intervalo de 120 segundos requerirán la repetición del vuelo. Errores aislados, valores extremos o fallas no secuenciales en los registros serán corregidos mediante interpolación hasta un máximo de 2% para cada línea independiente, siempre y cuando la falta de datos no esté presente en las secciones vecinas de las líneas de vuelo contiguas.

La Empresa Provedora entregará, antes de iniciar los levantamientos, la documentación técnica de los equipos y aeronaves, sitio de línea de pruebas y calibraciones para el magnetómetro y radiómetro, además la Empresa Provedora emitirá informes técnicos al IIGE referentes a las pruebas y calibraciones de todos sus equipos tecnológicos.

### **Procedimiento de Campo para verificación de datos**

Después de volar cada día, la Empresa Provedora deberá actualizar el registro de los avances del levantamiento y la producción. Una lista de vuelos repetidos planificados debe estar preparada con las anotaciones de calidad de los datos de los vuelos y los detalles específicos sobre los problemas que potencialmente puedan tener efectos adversos en la calidad de estos.

La Empresa Provedora deberá demostrar que todas las calibraciones del levantamiento se han completado según se requiera de acuerdo con los Términos de Referencia. Todos los datos digitales de vuelo y datos magnéticos de la estación base, deben ser sistemáticamente anotados y verificados completamente.

La Empresa Provedora deberá demostrar en base a los registros que todos los datos de vuelo y de tierra (magnéticos diurnos), recogidos desde el inicio del levantamiento, se han evaluado, y que todos los datos que no cumplen con las especificaciones han sido identificados, anotados y están disponibles para la revisión del IIGE.

La Empresa Provedora debe demostrar en base a los registros que todos los datos de la trayectoria de vuelo han sido procesados, corregidos diferencialmente y ploteados a la escala de compilación de manera regular. Verificaciones adicionales de la posición deben ser completadas mediante el cálculo de un modelo de elevación digital (DTM) con la altitud GPS con corrección diferencial (corregida a la altura ortométrica) y los datos de radar. La diferencia, produciendo el DTM, debe ser puesta en una grilla y ploteada a una escala 1:100.000.

La Empresa Provedora deberá garantizar la confidencialidad de la información asegurando que los datos sean transferidos únicamente al IIGE mediante un medio seguro (por ejemplo, un protocolo FTP o sistema encriptado el cual será especificado por la Empresa Provedora), para lo cual deberá proveer la logística necesaria (proveedor de internet local, satelital u otro que sea necesario) para el ágil y continuo envío de estos de acuerdo con los tiempos establecidos.

## **Etapa 2: Procesamiento**

La Empresa Provedora podrá efectuar un procesamiento preliminar en la base de operaciones en el Ecuador, y efectuar el procesamiento más fino en su base de operaciones. Para ello deberá demostrar al IIGE que cuenta con los mecanismos de seguridad de la información y confidencialidad requeridos.

### **Compilación de la trayectoria de vuelo**

La trayectoria de vuelo se derivará de los datos GPS de navegación diferencialmente corregidos.

### **Ruta de vuelo**

Todos los datos crudos de adquisición de GPS que fijan la posición de la aeronave y los datos del GPS de la estación base durante el vuelo del levantamiento deben ser registrados y archivados. Los datos de GPS de la aeronave se archivan como vuelos separados. Los datos de la estación base de GPS se archivan por cada día. Estos datos en su forma cruda deben convertirse a formato RINEX 2.10 (<https://web.archive.org/web/20071223155748/http://www.ngs.noaa.gov/CORS/Rinex2.html>) y serán entregados al IIGE, como parte de los entregables requeridos.

### **Mapas base**

La Empresa Provedora del vuelo deberá adquirir las cartas necesarias para la navegación y los mapas topográficos a su cargo, para los efectos de la verificación de la trayectoria de vuelo y el procesamiento. Estos mapas básicos pueden estar disponibles en formato digital.

### **Datos magnéticos**

La Empresa Provedora debe revisar todos los datos magnéticos grabados en vuelo para controlar el ruido con una inspección por la cuarta diferencia de la traza (fourth difference trace).

Así mismo, la Empresa Provedora debe revisar los datos de la estación base para identificar las variaciones diurnas. En caso de que alguna línea o sección de las líneas no cumpla con las especificaciones, la Empresa Provedora por su cuenta y riesgo debe anotarla y volverla a volar y asumir los costos que ello implique.

### **Formato**

Cada línea principal o de control debe tener un número de línea única con el número de segmento incorporado como el último dígito del número de la línea. Los números de línea de control deben tener un rango diferente de las líneas principales.

Ejemplo: Líneas principales: 10000 a 79001, líneas de control: 80000 a 99000. El último dígito de los números de línea es el número de segmento. La línea principal 79001 indica un segmento de línea.

## **Ploteo de ruta de vuelo**

Las líneas principales y de control etiquetadas deben plotearse en una capa separada de la información de contornos. Cada línea debe ser identificada con un mínimo de dos etiquetas de tiempo por hoja de mapa, o un mínimo de una etiqueta, si la dirección de la línea está anotada en la etiqueta de la línea.

El grosor de línea y el etiquetado se discutirán con el IIGE. Los números de línea principal y de control deben situarse dentro de los límites oeste y sur de cada mapa. El etiquetado final de los datos de la línea de vuelo debe tener un número único para cada segmento presentado en el mapa de líneas de vuelo, así como en los correspondientes archivos de datos digitales.

## **Nivelación del Campo Magnético total**

La nivelación del campo magnético total se basará esencialmente en las intersecciones de las líneas de control y principales. La Empresa Proveedora puede aplicar una sustracción si los datos diurnos se procesan y filtran con un filtro espacial no-lineal de manera apropiada y la corrección diurna por sustracción reduce los niveles de los errores, para lo cual deberá contar con la autorización de la empresa consultora de control de calidad y el IIGE.

Los valores de campo total en las intersecciones, las altitudes y los gradientes deben ser determinados para la línea principal y la línea de control. Las diferencias en los puntos de intersección deben ser tabuladas en una forma fácilmente comprensible. Se permite el movimiento de la intersección dentro de los límites establecidos por el error de posicionamiento, con el fin de permitir un suavizado y ajustes de compensación.

Las diferencias en las intersecciones deben ser cuidadosamente analizadas y distribuidas a lo largo de las líneas de control y/o de las líneas principales para obtener un valor idéntico final de campo total para ambas líneas en una intersección dada. Las correcciones deben hacerse para conciliar las diferencias debidas a la altitud. La Empresa Proveedora del vuelo deberá utilizar la información electrónica de posición (*GPS*) para asegurar que estas diferencias sean mínimas y dentro de las incertidumbres inherentes.

Los valores finales deben entonces ser asignados a los perfiles principales en las intersecciones apropiadas y usarse como correcciones a los valores registrados digitalmente a lo largo de las líneas principales. En las zonas de fuerte gradiente magnético y/o de relieve topográfico accidentado, los ajustes de intersección pueden ser borrados o un ajuste adecuado puede ser asignado a la línea principal.

NOTA: La Empresa Proveedora podrá emplear un método manual, de computador o combinado, para determinar los ajustes de nivelación. Cualquiera que sea el método utilizado, la Empresa Proveedora deberá proporcionar una descripción detallada de la metodología aplicada, la cual se respaldará con la entrega de todos los canales intermedios de procesamiento, a la empresa consultora de control de calidad externo y al IIGE.

Debe generarse un ploteo gráfico a la escala de compilación de los ajustes finales totales del campo a lo largo de las líneas principales y de control, para determinar cualquier problema de nivelación. Este mapa debe ser entregado junto con los mapas de contorno preliminares a la empresa consultora de control de calidad externo y al IIGE.

Las grillas de los datos magnéticos nivelados finales deberán ser provistas, así como el campo magnético total, anomalía magnética de campo total, primera y segunda derivada vertical del campo magnético total para cada una de las áreas de levantamiento.

### **Grillas**

Una grilla cuadrada de 80 metros por lado para los vuelos (400 metros de separación entre líneas de vuelo) se calculará a partir de los datos nivelados de las líneas principales y de control. Se deben producir mapas de contorno a partir de esta grilla mediante un programa de generación de contornos. La grilla usada para los mapas de compilación debe ser utilizada para los mapas finales.

### **Contornos**

El intervalo de contorno para el campo total debe ser de 2 nT o como lo dicte el gradiente. Los valores absolutos del campo magnético total deben aparecer en los mapas (no los valores relativos por encima de algún dato arbitrario). Los intervalos de contornos 2, 10, 50 y 100 nT deben ser presentados usando diferentes espesores de línea. Las depresiones magnéticas deben estar indicadas por las marcas de verificación ("tick marks") colocados alrededor del interior de los contornos de las zonas que expresan localmente bajas en los valores de campo magnético total. Los altos magnéticos no requieren ningún tipo de identificación especial. La dirección del etiquetado de los contornos debe hacer frente al gradiente.

NOTA: cualquier variación de los intervalos de contorno requerirá aprobación de la empresa consultora de control de calidad externo y del IIGE.

### **Etapas 3: Interpretación**

La Empresa Provedora realizará la interpretación de los datos obtenidos y procesados en el levantamiento de geofísica aerotransportado (magnetometría y radiometría) con la finalidad de generar los productos solicitados en los siguientes capítulos de la etapa 3.

#### **Imágenes de contorno y de color**

La Empresa Provedora garantizará que las imágenes a color que se produzcan por interpolación de la retícula deberán ser de un tamaño apropiado de píxel y que no distorsione los datos de cada retícula. Los resultados se presentarán de forma comprensible con la leyenda respectiva. De igual forma, las imágenes de sombras monocromáticas o a color se podrán aplicar al campo total o a los datos magnéticos mejorados, las derivadas magnéticas, etc.

De los diversos productos magnéticos; la Empresa Provedora deberá definir características geológicas como litologías obtenidas, por ejemplo, de las imágenes de color sólido del campo magnético, así como definir estructuras geológicas a partir de la sombra del parámetro magnético mejorado.

A partir de las técnicas de procesamiento descritas la Empresa Provedora preparará una serie de imágenes, capas y vectores que constituirá la base de una interpretación geológica y estructural, la cual caracterizará las distintas unidades geológicas y estructurales en el basamento. La interpretación incluye la definición de zonas de seguimiento de detalle (mapeo de detalle, campañas de geoquímica y geofísica terrestre) y podrá incluir los siguientes elementos:

- Contactos entre las distintas unidades litológicas (indicados como contactos bien definidos, graduales, cubiertos o de basamento).
- Bordes/limites dentro de las unidades litológicas definidas arriba.
- Lineamentos geológicos (por ejemplo: diques, horizontes magnéticos).
- Foliación (cuando sea aparente).
- Manteos y buzamientos, cuando sean aparentes.
- Fallas, con desplazamientos laterales y/o verticales cuando sean aparentes (indicadas como regionales y/o locales), y separación en base a edades y/o generaciones de los sistemas estructurales.
- Zonas de cizalla, pliegues, anticlinorios/sinclinorios (cuando sean aparentes).
- Estructuras tectónicas.
- Correlación topográfica.
- Relaciones de edad, cuando sean aparentes (para unidades litológicas, fallas y zonas de cizalla).

El IIGE proveerá de la información necesaria para la interpretación de los datos obtenidos por la Empresa Provedora atendiendo al fiel cumplimiento de confidencialidad de la información.

La base de datos digital recopilada y levantada para este estudio, deberá ser compatible para sistemas usados por el IIGE, y sujetos a nuevos tratamientos para la generación de información geocientífica.

### **Logística**

La Empresa Provedora debe preparar los mapas y datos antes del levantamiento de información, provisionar el personal calificado necesario para completar el vuelo, provisionar las aeronaves; además será responsable del transporte, movilización, desmovilización y subsistencia de las aeronaves, personal y equipo técnico que demande el traslado y alojamiento hacia los puntos de trabajo. De igual manera, provisionará del material y suministros necesarios a la aeronave, personal y equipo técnico calificado, para la eficaz adquisición, procesamiento e interpretación de datos de geofísica aerotransportada. Por lo expuesto, deberá considerar, combustibles, lubricantes y repuestos previos al vuelo para la adquisición de manera eficiente y evitar contratiempos por traslado desde y hacia la zona de adquisición; así como, hardware y software para procesar la información geofísica en campo y oficina.

La Empresa Proveedora deberá obtener la información técnica referente a los levantamientos geofísicos en el territorio ecuatoriano, previo al levantamiento de geofísica aerotransportada expuesto en el objeto del presente documento; con el fin de obtener una interpretación relevante para una posterior integración que realizará la empresa consultora de control de calidad externo para posterior aprobación del IIGE. Adicionalmente, gestionará los permisos requeridos con las entidades competentes para los vuelos, ingreso y uso de los espacios para almacenamiento y maniobras en las bases de operaciones, en cumplimiento a las leyes y reglamentos de transporte aéreo del Ecuador.

La Empresa Proveedora deberá facilitar el transporte, movilización, desmovilización y subsistencia de aeronaves, así como el transporte entre la sede de la empresa y los respectivos puntos de llegada y salida de las aeronaves, personal, equipo técnico, materiales y suministros necesarios para el desempeño eficaz del trabajo, incluyendo combustible de aviación y lubricantes.

No se reconocerá costos por stand-by por parte del IIGE, por lo que la Empresa Proveedora asumirá esos costos.

La Empresa Proveedora no debe comprometer el uso de las aeronaves propuestas, o sistemas incluidos en este proyecto a otro proyecto hasta la finalización de la fase de adquisición de datos.

La Empresa Proveedora debe disponer y pagar sus propios alojamientos, comidas y gastos incidentales tales como tasas aeroportuarias y otras asociadas, los que se consideran incluidos dentro del precio cotizado.

La Empresa Proveedora debe prever la participación del personal del proveedor del servicio de control de calidad interno dentro de sus planes de trabajo y operaciones y observar las recomendaciones que realice la empresa consultora de control de calidad externo.

### **Aspectos ambientales y sociales**

La Empresa Proveedora deberá manejar de manera apropiada los potenciales impactos sociales y ambientales que las labores generen; evitándolos, minimizándolos y gestionándolos de manera correcta de conformidad con las leyes y reglamentos ambientales vigentes del Ecuador, asociados a este tipo de servicios y bajo el Reglamento Operativo de Gestión Ambiental y Social (ROGAS) del BID.

Así tenemos, durante la realización del servicio, la Empresa Proveedora desarrollará un Plan de Gestión de Residuos peligrosos y no peligrosos. Así, se espera que mantenga todos los sitios en uso, incluyendo las áreas de reabastecimiento de combustible, sin acumulaciones de desperdicio, desechos o basura. A la conclusión de las labores del estudio, deberá retirar todas las herramientas, el combustible, los tambores de combustible, los materiales excedentes, los desechos y la basura dejando los emplazamientos de reabastecimiento de combustible en iguales o mejores condiciones a lo encontrado antes de su uso por parte de la Empresa Proveedora.

Asimismo, la Empresa Proveedora deberá realizar una socialización de los trabajos en las áreas de intervención que contemple las acciones y estrategias pertinentes de relacionamiento comunitario a fin de poder informar a las comunidades, y demás autoridades, que así lo requieran, de los trabajos que se desarrollarán y el tiempo de duración de estos.

Para tal efecto, la Empresa Proveedora deberá definir e implementar la Estrategia de Socialización, así como, realizar todas aquellas actividades que se requieran para comunicar e informar a las comunidades el alcance de sus trabajos, antes, durante y después de su realización, con el objetivo de que las partes interesadas conozcan el proyecto, su metodología, alcances e implicaciones. El proceso de divulgación y socialización tendrá como objetivo establecer los adecuados procesos de relacionamiento comunitario, que además permitan evitar malestar en la comunidad al sentir que su territorio está siendo interrumpido. Asimismo, se debe asegurar que tanto las comunidades cercanas a las zonas de despegue y aterrizaje de las aeronaves se encuentran debidamente comunicadas de este propósito. La Empresa Proveedora actuará proactivamente a fin de que no surjan conflictos o riesgos de seguridad, teniendo en cuenta que las aeronaves vuelan a baja altura y esto puede generar temores en los habitantes del territorio. Estas actividades incluyen, pero no se limitan a la comunicación con autoridades y comunidades, uso de medios de comunicación, uso de medios de información y publicidad, entre otros.

Las actividades de socialización deben ser acordadas y aprobadas previamente por el IIGE, por lo que se requerirá la entrega de un componente del plan de trabajo con respecto a este aspecto, así como la estrategia a desplegarse para el cumplimiento de este por parte de la Empresa Proveedora.

En relación a los aspectos de salud y seguridad de los trabajadores a cargo de los estudios, la Empresa Proveedora deberá desarrollar un Plan de Salud y Seguridad de los trabajadores, como son tiempos y zonas de descanso habilitadas para los trabajadores.

La empresa aeronáutica que realice el servicio debe contar con un Plan de respuesta a Emergencias, el cual deberá contar con todos los implementos para el número de tripulantes que ejecutarán el servicios, y validada por la Autoridad Aeronáutica responsable (DGAC).

### **3. PRODUCTOS E INFORMES**

La empresa Proveedora deberá presentar los siguientes productos:

#### Etapa 1

- Levantamiento de línea base y calibración de equipos y levantamiento de información geofísica aerotransportada (magnetometría y radiometría) de 5000 km lineales continuos del total del área solicitada.
- Informe hito 1
- Informe hito 2
- Informe hito 3 y base de datos cruda

#### Etapa 2

- Mapas y geodatabase

#### Etapa 3

- Informe final del levantamiento de geofísica aerotransportada

Cada producto presentado deberá ser emitido con observaciones por la empresa consultora de control de calidad QA/QC en un plazo de siete (7) días calendario posterior a la entrega. La Empresa Proveedora entregará los productos con las observaciones subsanadas en un plazo de siete (7) días calendario posterior a la emisión de observaciones para la aprobación final.

A continuación, se detallan los productos a ser entregados en cada etapa:

### **3.1. Etapa 1: Adquisición de datos**

Dentro de cuarenta y cinco (45) días calendario siguiente a la a partir de la entrega del anticipo, la Empresa Proveedora deberá entregar para aprobación de la empresa consultora de control de calidad QA/QC y del IIGE, el plan de trabajo que se detalla.

Cabe señalar que este plan de trabajo no se considera como producto de los Términos de Referencia por lo tanto no representa ningún porcentaje de pago:

#### **Plan de trabajo**

- Cronograma de actividades.
- Certificado de calibraciones realizadas.
- Propuesta de mecanismos de seguimiento de avance.
- Diseño de adquisición de datos de geofísica aerotransportada (en formato. gdb) incluyendo el cálculo del *DRAPE* y tomando en consideración los levantamientos existentes para integración de la empresa consultora de control de calidad externo.
- Diseño del plan de levantamiento considerando el área de estudio, clima, altura de vuelo, espaciamento de las líneas principales, *DRAPE*, espaciamento y geometría de líneas de control y/o perimetrales.
- Metodología para interpretación de datos geofísicos aerotransportados, incluyendo referencias bibliográficas primarias.

#### **Reportes avance**

La Empresa Proveedora presentará reportes diarios durante el levantamiento, el cual deberá ser entregado mediante formato ajustado y provisto por la empresa consultora de control de calidad externo, con las calibraciones realizadas, indicadores de producción y avances del levantamiento.

#### **Informes de hitos alcanzados**

La Empresa Proveedora presentará informes del levantamiento una vez se han alcanzado los siguientes hitos correspondientes al total de kilómetros lineales (185.624 km aproximados):

- Hito 1: Levantamiento de información geofísica aerotransportada (magnetometría y radiometría) de aproximadamente 60208 km lineales continuos calculados para el área total solicitada.
- Hito2: Levantamiento de información geofísica aerotransportada (magnetometría y radiometría) de aproximadamente 60208 km lineales continuos calculados para el área total solicitada.



- Hito 3: Levantamiento de información geofísica aerotransportada (magnetometría y radiometría) de aproximadamente 60208 km lineales continuos calculados para el área total solicitada.

**Nota:** Los 5000 kilómetros faltantes de los tres hitos corresponden al levantamiento de información que se debe presentar en el producto 1 de estos Términos de Referencia.

### Archivos de datos crudos

Diariamente, se deben enviar al servidor del IIGE, los datos adquiridos durante cada vuelo de producción en un plazo máximo de 24 horas luego de la finalización del vuelo. Los archivos de datos gamma y de magnetometría (en formato. gdb, compatibles con software que disponga el IIGE), con los canales que se describen en las Tabla 6 y 7, también es necesario montar a diario el archivo de la estación base magnetométrica.

Estos archivos deben venir acompañados con el respectivo flight log de cada vuelo y registro de pruebas de calibraciones diarias.

### Productos

La Empresa Provedora deberá subir al servidor del IIGE, los siguientes productos finales como máximo treinta (30) días calendario contados a partir de la finalización de los vuelos de levantamiento:

### Bases de datos finales

Las bases de datos procesadas se deben entregar con los canales que se relacionan en las siguientes tablas 7 y 8:

**Tabla 7.-** Canales, descripción y unidades para datos de magnetometría.

Nombre del Canal	Descripción	Unidades
<b>FLIGHT</b>	Número de vuelo	
<b>LINE_NUMBER</b>	Número de línea	
<b>FIDUCIAL</b>	Fiducial	
<b>ESTE</b>	Este en sistema de coordenadas SIRGAS ECUADOR	Metros
<b>NORTE</b>	Norte en sistema de coordenadas SIRGAS ECUADOR	Metros
<b>X_PROCESADO</b>	Coordenada X con corrección diferencial de GPS en SIRGAS ECUADOR de acuerdo con el origen que corresponda al mayor porcentaje de área del bloque.	Metros
<b>Y_PROCESADO</b>	Coordenada X con corrección diferencial de GPS en SIRGAS ECUADOR de	Metros

Nombre del Canal	Descripción	Unidades
	acuerdo con el origen que corresponda al mayor porcentaje de área del bloque.	
<b>GPSHT_PROCESADO</b>	Altura elipsoidal cruda con corrección diferencial de GPS en SIRGAS ECUADOR	Metros
<b>RADAR_RAW</b>	Altímetro de radar crudo	Metros
<b>RADAR_FINAL</b>	Altímetro de radar corregido	Metros
<b>DTM</b>	Modelo de elevación digital (GPSHT_PROCESADO–RADAR_FINAL)	Metros
<b>STRM</b>	Modelo de elevación digital	msnm
<b>DRAPE</b>	Altura de vuelo de acuerdo con el cálculo de DRAPE	
<b>VELOCITY</b>	Velocidad de la aeronave	km/h
<b>FLUX_X</b>	Componente de campo magnético en X	nT
<b>FLUX_Y</b>	Componente de campo magnético en Y	nT
<b>FLUX_Z</b>	Componente de campo magnético en Z	nT
<b>TIME</b>	Tiempo UTC	Segundos
<b>DATE</b>	Fecha	YYYY/MM/DD
<b>HEIGHT_MAG</b>	Altura de magnetómetro	metros sobre el terreno
<b>MAGUNCOM</b>	Campo magnético crudo, sin compensar, sin ediciones ni corrección de lag	nano teslas
<b>MAGCOM</b>	Campo magnético compensado, sin ediciones ni corrección de lag	nano teslas
<b>MAGRAW</b>	Campo magnético compensado sin procesar (compensado, corregido por lag, editado)	nano teslas
<b>DIURNAL</b>	Estación base (editada)	nano teslas
<b>MAGDIURNAL</b>	Campo magnético con corrección diurna	nano teslas

Nombre del Canal	Descripción	Unidades
<b>IGRF</b>	Campo IGRF local	nano teslas
<b>MAGIGRF</b>	Campo magnético con corrección de IGRF.	nano teslas
<b>MAGTLCOR</b>	Correcciones de nivelación por líneas de amarre efectuadas al canal Magraw	nano teslas
<b>MAG_LEV</b>	Campo magnético nivelado	nano teslas
<b>MAG_MICLEV</b>	Campo magnético micro-nivelado	nano teslas
<b>SRVMGRES</b>	Campo magnético residual, nivelado, micronivelado y corregido por IGRF	nano teslas

**Notas:** cualquier corrección de micro-nivelación a los datos del perfil debe aplicarse antes de la generación de las grillas correspondientes.

**Tabla 8.-** Canales, descripción y unidades para los datos de gamma espectrometría.

Nombre del Canal	Descripción	Unidades
<b>FLIGHT</b>	Número de vuelo	
<b>LINE_NUMBER</b>	Número completo de línea de vuelo	
<b>FIDUCIAL</b>	Fiducial	
<b>ESTE</b>	Este en sistema de coordenadas SIRGAS ECUADOR	Metros
<b>NORTE</b>	Norte en sistema de coordenadas SIRGAS ECUADOR	Metros
<b>X_PROCESADO</b>	Coordenada X con corrección diferencial de GPS en SIRGAS ECUADOR de acuerdo con el origen que corresponda al mayor porcentaje de área del bloque.	Metros
<b>Y_PROCESADO</b>	Coordenada Y con corrección diferencial de GPS en SIRGAS ECUADOR de acuerdo con el origen que corresponda al mayor porcentaje de área del bloque.	Metros
<b>GPSHT_PROCESADO</b>	Altura elipsoidal cruda con corrección diferencial de GPS en SIRGAS ECUADOR	Metros
<b>RADAR_RAW</b>	Altímetro de radar crudo	Metros

Nombre del Canal	Descripción	Unidades
<b>RADAR_FINAL</b>	Altímetro de radar corregido	Metros
<b>BAROALT</b>	Altura barométrica	Metros
<b>BARO_PR</b>	Presión barométrica	kPa
<b>DTM</b>	Modelo de elevación digital (GPSHT_PROCESADO – RADAR_FINAL)	Metros
<b>STRM</b>	Modelo de elevación digital	Msnm
<b>DRAPE</b>	Altura de vuelo de acuerdo con el cálculo de DRAPE	Metros
<b>VELOCITY</b>	Velocidad de la aeronave	km/h
<b>TEMP</b>	Temperatura	Celsius
<b>LIVETIME</b>	Tiempo de vida (livetime)	Milisegundos
<b>TC_RAW</b>	Conteo crudo total	Cps
<b>K_RAW</b>	Conteo ventana de potasio	Cps
<b>U_RAW</b>	Conteo ventana de uranio	Cps
<b>Th_RAW</b>	Conteo ventana de torio	Cps
<b>COS_RAW</b>	Cósmico	Cps
<b>R_RDN</b>	Background de radon calculado	CPS
<b>UPU_RAW</b>	Conteo de la ventana del detector de Uranio ascendente (upward looking detector)	Cps
<b>SPEC_RAW_D</b>	Espectro crudo de 512 (o 1024) canales, descendente	
<b>SPEC_RAW_U</b>	Espectro crudo de 512 (o 1024) canales, ascendente	
<b>F_NADR</b>	Tasa de absorción del aire natural	nGy/h
<b>F_POT</b>	Concentración de Potasio Final corregida	%
<b>F_THO</b>	Concentración de Torio final corregida	ppm
<b>F_URA</b>	Concentración de Uranio final corregida	ppm
<b>F_RTh_K</b>	Cociente Torio / Potasio equivalente	ppm/%

Nombre del Canal	Descripción	Unidades
<b>F_RU_K</b>	Cociente Uranio / Potasio equivalente	ppm/%
<b>F_RU_Th</b>	Cociente Uranio / Torio equivalente	-
<b>AIRCRAFT</b>	Nombre de registro de la aeronave (e.g. C-WXYZ)	N.A.
<b>DATE</b>	Fecha de la línea de vuelo	yyyymmdd
<b>FLIGHT</b>	Número del vuelo	-
<b>LINENAME</b>	Número de línea /string alfa-numérico)	-
<b>LINETYPE</b>	Tipo de línea (L=traversa; T=amarre o control; B=background)	-

### Archivos de Grillas Digitales

Tamaño de grilla de 80 metros, adecuadas para la formación de imágenes incluyendo:

- Grillas de modelo de elevación digital del terreno (DTM), Anomalía de Campo Magnético Total (ACT), Reducción al Polo Magnético de la ACT, primera derivada vertical (1DV) de la ACT, Conteo total radiométrico, K (%), U (ppm) y Th (ppm). Todas las grillas serán entregadas en formato ER Mapper (.ers), compatible con ArcGIS y/o QGIS.
- GeoTiff de las grillas anteriormente mencionadas.
- Shapefiles con los vectores de las rutas de vuelo y contornos magnéticos.

Adicionalmente la Empresa Provedora deberá entregar un archivo. gdb con los mismos canales nombrados en las Tabla 7 y 8, para cada carta a escala 1:100 000 de acuerdo con la distribución del Instituto Geográfico Militar de Ecuador (IGM).

### Documentos de nivelación

Deben ser entregadas la red de nivelación final y los datos finales de la trayectoria de vuelo (listados de compilación o archivos digitales y gráficas). Todos los registros de vuelo y las hojas de control de calidad interno deben estar correctamente etiquetados y presentados para la evaluación de los datos.

### 3.2. Etapa 2: Procesamiento (productos)

Los mapas que presente la Empresa Provedora se prepararán y entregarán en formato digital a escala 1:100 000 y en un mapa base, adecuado según sea acordado por las partes, como máximo noventa (90) días calendario una vez presentado el informe final y la correspondiente base de datos de la etapa 1, de acuerdo con los siguientes detalles:

- Mapa de la trayectoria de vuelo GPS corregido diferencialmente.
- Imágenes de contorno de intensidad magnética de color total

- Imágenes de contornos de conteo total de color.

### **Datos Digitales**

La Empresa Proveedora, una vez concluida la etapa de adquisición de datos, deberá preparar un mapa de trabajo preliminar, que consiste en contornos isomagnéticos y la ruta de vuelo para la aprobación del IIGE, antes de preparar los mapas finales.

La Empresa Proveedora deberá elaborar y entregar mapas con el área total del bloque y mapas de acuerdo con las cartas 1: 100 000 de la base cartográfica IGM, incluyendo las siguientes grillas:

- Grilla de trayectoria de vuelos + base planimétrica. (carreteras, ferrocarriles, redes eléctricas, ciudades, drenajes, y cuerpos de agua)
- Grilla a color de Campo Magnético Total + contornos magnéticos + base planimétrica.
- Ternario (K-U-Th) + base planimétrica
- Grilla de la Primera Derivada del campo magnético total + base planimétrica.

Estos mapas deben ser en formato compatibles con sistemas de información geográfica como ArcGIS®, QGIS de acuerdo con los estándares de productos del IIGE (información que será entregada a la Empresa Proveedora por parte del IIGE). El sistema de proyección será el correspondiente al oficial para Ecuador (SIRGAS ECUADOR).

Con la obtención de los mapas finales, la Empresa Proveedora, además, deberá entregar al IIGE, todos los archivos crudos utilizados para generar los productos finales, en medios de almacenamientos apropiados que tendrán etiquetas que identifican su contenido.

Los mapas finales presentados para aprobación deberán ir acompañados de toda la información pertinente de registros analógicos, logs de vuelo, listados de computador, la información de nivelación, entre otros documentos necesarios para verificar la compilación. Adicionalmente, deben ser también presentados los datos digitales y un reporte preliminar de compilación detallado.

Los siguientes son algunos de los criterios para la aceptación de los mapas de geofísica aerotransportada:

- La trayectoria de vuelo debe ajustarse con precisión a su posición.
- Los valores de los contornos y los valores de tiempo deben estar etiquetados de manera legible.
- Las depresiones magnéticas deben estar apropiadamente identificadas.
- La coherencia de grosores de línea dentro de cada mapa y en relación con los mapas adyacentes.

- Identificación de las líneas principales y de control.
- La validez de los contornos a lo largo de las líneas principales con respecto a la posición y la intensidad.
- Interpolación válida de contornos entre líneas de vuelo.
- Ausencia de efecto "espina de pescado" (herringbone effect) debido a la nivelación o a la posición de línea de vuelo.
- Suavizado de contorno apropiado y la adecuada colocación de etiquetas.
- Las líneas principales deben amarrarse entre mapas adyacentes, en donde sea aplicable.

Cada manuscrito enviado para su aprobación debe estar debidamente identificado en cuanto al área de levantamiento, número de mapa y las coordenadas geográficas adecuadas.

### **Mapas Digitales en Formato PDF**

Mapas con el área total del bloque, a la escala apropiada y mapas de acuerdo con las hojas 1: 100.000 de la base cartográfica IGM, incluyendo las siguientes grillas:

- Grilla de trayectoria de vuelos + base planimétrica.
- Grilla a color de Campo Magnético Total + contornos magnéticos + base planimétrica.
- Ternario (K-U-Th) + base planimétrica
- Grilla de la Primera Derivada del campo magnético total + base planimétrica.

Nota: sé utilizará escala 1:100 000 para todos los productos y una escala regional a definir para la representación total del área. El sistema de proyección será el correspondiente al oficial para Ecuador (SIRGAS ECUADOR).

Estos deberán ser entregados al IIGE con la entrega final de productos.

Los datos de campo editados y los datos digitales procesados se entregarán en tres (3) copias en, discos duros u algún otro medio acordado con el IIGE.

### **3.3. Etapa 3: Interpretación (producto)**

La interpretación de los datos geofísicos y características geológicas, permitirá presentar un informe final con la compilación de los datos, inicialmente en borrador para revisión y comentarios, como máximo noventa (90) días calendario una vez presentado los productos de la etapa 2.

## Informe técnico final del levantamiento de geofísica aerotransportada

El informe técnico debe incorporar toda la información pertinente relativa al levantamiento, procesamiento e interpretación, incluyendo como mínimo:

- Características técnicas de la aeronave y los equipos utilizados
- Todos los datos de calibración y de prueba;
- Metodología de trabajo para el levantamiento de información aerotransportada y la logística;
- Reportes de la logística para todos los trabajos en campo.
- Reportes de problemas si existieren durante la adquisición de datos y logística y sus respectivas soluciones;
- Todos los procedimientos de procesamiento inicial de datos, incluyendo algoritmos, ecuaciones, filtros, coeficientes, parámetros, etc.;
- Todos los procedimientos de control de calidad QA/QC;
- Preparación de los productos finales indicados;
- Un recuento completo de las operaciones sobre el terreno;
- Una descripción de la compilación de los datos;
- Un inventario de los productos finales resultantes
- Resumen de los productos entregados.

Se requiere la documentación completa de todos los datos y productos digitales, formando un apéndice del informe del levantamiento. El documento debe describir el contenido, unidades y sistemas de coordenadas para todos los canales del perfil archivado, cuadrículas, mapas digitales y otros datos.

### Forma de entrega

La Empresa Provedora deberá entregar los productos del presente numeral para verificación por parte del IIGE y de la empresa consultora de control de calidad QA/QC, de la siguiente forma:

- Bases de datos digitales adecuadas para la duplicación y publicación, en el servidor del IIGE. Incluyendo base de datos (formato Geosoft .GDB y ASCII) con toda la información de perfiles y grillas digitales en formato ER Mapper (.ers) y/o .GXF.
- Archivos de impresión digital de mapas para las escalas de publicación en tres formatos:
- Archivos PDF a 500 dpi para ser ploteados.
- Archivos GeoTIFF, a 500 dpi.
- Archivos mxd de ArcGIS



- Una copia de todos los mapas 1:100.000 y regionales en formato PDF, listas para publicación.
- El informe técnico final se entregará impreso (1 copia), acompañado de archivos digitales ASCII en MS Word y Adobe PDF.

El representante legal o director del proyecto de la Empresa Proveedora será responsable de la firma de todos los informes y todos los productos generados / presentados para revisión previa a la facturación, certificando con ello que el trabajo se llevó a cabo de acuerdo con los Términos de Referencia.

Además del personal clave presentado en la tabla anterior la Empresa Proveedora adjudicataria deberá presentar previo al inicio de los servicios el siguiente personal secundario (Tabla 9) para aprobación del Administrador de Contrato.

**Tabla 9.- Personal secundario requerido por parte de la Empresa Proveedora**

<b>Copiloto</b>	2	Copiloto de aeronave	Ejecución de proyectos de geofísica aerotransportada (magnetometría y radiometría) en el que acredite ochocientas (800) horas de vuelo.
<b>Mecánico/a de aeronaves</b>	1	Ingeniero mecánico en aeronáutica, tecnólogo en mecánica aeronáutica o sus equivalentes	Ejecución de dos (2) proyectos en el que haya participado como mecánico de aeronaves en los últimos 5 años.

#### 4. MÉTODOS DE TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO

La Empresa Proveedora deberá planificar y diseñar un plan transferencia de conocimientos, para a los técnicos designados por el IIGE, de acuerdo a los últimos avances tecnológicos y de equipos para la ejecución de esta clase de estudios.

En la transferencia de conocimientos se considerarán los siguientes puntos:

- Uso de equipos de última tecnología en el desarrollo de los trabajos detallados en estos Términos de Referencia.
- Utilización de hardware y software especializado en cuanto a la adquisición, procesamiento e interpretación de datos de geofísica aerotransportada.
- Aplicación de procedimientos y mecanismos para la verificación de los datos de geofísica aerotransportada obtenidos en el levantamiento.

Con la finalidad de realizar una adecuada transferencia de conocimientos a los técnicos designados por el IIGE, la Empresa Proveedora deberá realizar una transferencia de conocimientos, con entrega de certificados, sobre temas relacionados al alcance del proyecto con un mínimo de cuarenta (40) horas dirigido a un mínimo de diez (10) participantes.

## 5. PLAZO Y PRESUPUESTO REFERENCIAL

El plazo para la ejecución será de 555 (QUINIENTOS CINCUENTA Y CINCO) días calendario a partir de la entrega del anticipo.

El presupuesto referencial para este trabajo asciende a la suma total de \$ 19.040.000,00 (DIECINUEVE MILLONES CUARENTA MIL 00/100) dólares de los Estados Unidos de América, incluido impuestos.

### Forma y cronograma de pagos

Los pagos del contrato se los realizará de la siguiente manera:

1. 25% del valor del contrato en calidad de anticipo una vez que se haya presentado la garantía bancaria que cubra el 100% de este valor.
2. 75% por productos entregados según el detalle de la tabla 10.

**Tabla 10.-** Cronograma y porcentaje de pago

Nro.	Productos	Plazo de entrega (contados a partir de la entrega del anticipo)	Porcentaje de pago
Producto 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Levantamiento de línea base y calibración de equipos.</li> <li>Levantamiento de información geofísica aerotransportada (magnetometría y radiometría) de 5000 km lineales continuos del total del área solicitada.</li> </ul>	45 días	12%
Producto 2	Informe hito 1, Levantamiento de información geofísica aerotransportada (magnetometría y radiometría) de aproximadamente 60208 km lineales continuos calculados para el área total solicitada.	205 días	20%
Producto 3	Informe hito 2, Levantamiento de información geofísica aerotransportada (magnetometría y radiometría) de aproximadamente 60208 km lineales continuos calculados para el área total solicitada.	365 días	20%
Producto 4	Informe hito 3, Levantamiento de información geofísica aerotransportada (magnetometría y radiometría) de aproximadamente 60208 km lineales continuos calculados para el área total solicitada.	525 días	20%
Producto 5	Informe final del levantamiento de geofísica aerotransportada (magnetometría y radiometría)	555 días	3%

De considerarlo pertinente, los oferentes podrán renunciar al porcentaje otorgado en calidad de anticipo.

## 6. FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

ACCIÓN	NOMBRE Y APELLIDO	CARGO	FIRMA
<b>RESPONSABLES DE LA ELABORACIÓN DE LA SOLICITUD</b>	Mgs. Washington Lomas	Analista Técnico de Innovación y Direccionamiento Científico 3	
	Mgs. Andrés Álvarez	Analista de Propiedad Intelectual 3	
	Ing. Danilo Asimbaya	Analista Técnico de la Información 2	
	Ing. Francisco Herrera	Analista de Propiedad Intelectual 3	
<b>RESPONSABLE DE LA REVISIÓN DE LA SOLICITUD</b>	Ing. Erwin Larreta	Director de Gestión de la Información	
<b>RESPONSABLE DE APROBACIÓN ÁREA REQUIRIENTE</b>	PhD. Carlos Martillo	Coordinador de la UGP	