

**REQUERIMIENTO DE SERVICIOS – TÉRMINOS DE REFERENCIA****1. Datos Generales de la Contratación:**

<b>1.1. Denominación de la Contratación</b>	Servicio de asistencia en temas de investigación en teledetección para la identificación de glaciares cubiertos
<b>1.2. Área Usaria (Unidad Orgánica)</b>	Dirección de Investigación en Glaciares
<b>1.3. Meta Presupuestaria</b>	0031
<b>1.4. Actividad del POI</b>	AOI00163000158 Proyecto: Evaluación del aporte de los glaciares cubiertos en la disponibilidad hídrica en el Perú, mediante técnicas de teledetección e inteligencia artificial (glacial debris).
<b>1.5. Persona responsable del requerimiento, su supervisión y seguimiento</b>	Responsable técnico del proyecto
<b>1.6. Persona que otorgará la Conformidad</b>	Dirección de investigación en glaciares / responsable técnica del proyecto

**2. Finalidad Pública:**

El INAIGEM es la máxima autoridad en investigación científica de los glaciares y ecosistemas de montaña, como institución dedicada a la investigación en glaciares y ecosistemas de montaña, en el actual contexto de cambio climático, propone y evalúa medidas de adaptación y mitigación frente a este fenómeno global en beneficio de la población de montañas. Con la finalidad de contribuir con los objetivos de la institución, en la Dirección de Investigación en Glaciares realizó la postulación al concurso de proyectos de investigación básica (modalidad semilla) a cargo de Prociencia, por el cual se da inicio al Proyecto titulado: "Evaluación del aporte de los glaciares cubiertos en la disponibilidad hídrica en el Perú, mediante técnicas de teledetección e inteligencia artificial"-GLACIAL DEBRIS. Por ello se hace necesario contar con un servicio de asistencia en temas de investigación en teledetección, que genere datos que nos permitan identificar metodologías, sistematizar y automatizar el proceso de identificación de glaciares cubiertos, empleando tecnologías de cloud computing y machine learning. La información generada por el servicio permitirá que nuestro país cuente con información y conocimientos necesarios para la adecuada gestión del recurso hídrico en un contexto de cambio.

**3. Antecedentes:**

Desde la creación del INAIGEM a fines del año 2014, según Ley N° 30286 y su puesta en marcha en noviembre del 2015, como Organismo técnico especializado adscrito al Ministerio del Ambiente con la finalidad de fomentar, expandir la investigación científica, tecnológica en el ámbito de los glaciares y los ecosistemas de montaña, una de las principales atribuciones del INAIGEM es la generación de información permanente sobre el estado de los glaciares del país, tarea que se realiza mediante la actualización del Inventario Nacional de Glaciares cada 5 años (Art. 4, inciso g de la Ley de creación), sin embargo se requiere estudios más detallados de los tipos de glaciares, comportamiento y dinámica para poder generar información pertinente y oportuna a los tomadores de decisiones.



Es por ello que en el mes de Julio 2023, mediante CONTRATO N° PE501083031 - 2023 - PROCIENCIA Esquema Financiero E041-2023-01 "PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN BÁSICA", con CONCYTEC - PROCIENCIA, se da inicio al Proyecto de Investigación semilla, titulado: "Evaluación del aporte de los glaciares cubiertos en la disponibilidad hídrica en el Perú, mediante técnicas de teledetección e inteligencia artificial". Con Resolución de Presidencia Ejecutiva N° 037-2023-INAIGEM/PE, de fecha 12 de Julio del 2023, se Autoriza la incorporación de mayores ingresos públicos en el Presupuesto Institucional del Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas en Montaña para el Año Fiscal 2023, en el marco del proyecto. Uno de los objetivos específicos del proyecto es evaluar la distribución espacial y las características geomorfológicas de los glaciares cubiertos por detritos y escombros en los Andes peruanos, usando tecnologías de cloud computing y machine learning.

#### 4. Objetivos de la Contratación

##### 4.1. Objetivo General

Contratar el servicio de asistente en temas de investigación para que elabore una propuesta metodológica para la identificación de glaciares cubiertos usando tecnologías de cloud computing y machine learning.

##### 4.2. Objetivo(s) Específico(s):

- Identificar metodologías potenciales para la identificación de glaciares cubiertos mediante técnicas de teledetección y/o machine learning, aplicada a glaciares tropicales.
- Elaborar un plan de investigación para la identificación de glaciares cubiertos mediante técnicas de teledetección y/o machine learning.
- Generar una herramienta automatizada que permita la identificación de glaciares cubiertos mediante técnicas de teledetección y/o machine learning.

#### 5. Características y condiciones del servicio a contratar

##### 5.1. Descripción y cantidad del servicio a contratar

Descripción	Cantidad
Servicio de asistencia en temas de investigación en teledetección para la identificación de glaciares cubiertos usando Inteligencia artificial.	01

##### 5.2. Actividades y procedimiento

###### 5.2.1. Actividades para la Evaluación Preliminar del Modelo de Clasificación de Deep Learning:

###### Recolección y Preparación de Datos

- Recopilar el conjunto de datos de prueba para la evaluación del modelo.
- Asegurarse de que los datos estén pre procesados de manera consistente con el conjunto de datos de entrenamiento.

###### Definición de Métricas de Evaluación

- Seleccionar métricas relevantes para la evaluación del modelo de clasificación, tales como exactitud, precisión, recall, F1-score y curva ROC-AUC.

###### Implementación de la Evaluación

- Cargar el modelo de deep learning previamente entrenado.



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las Heroicas Batallas de Junín y Ayacucho"

- Utilizar el conjunto de datos de prueba para obtener las predicciones del modelo.

#### **Cálculo de Métricas**

- Calcular cada una de las métricas de evaluación seleccionadas utilizando las predicciones del modelo y las etiquetas verdaderas.
- Generar una matriz de confusión para visualizar el desempeño del modelo en diferentes clases.

#### **Análisis de Resultados**

- Interpretar los resultados obtenidos de las métricas.

### **5.2.2. Actividades para la Optimización del Modelo en Función de los Resultados de la Evaluación Preliminar:**

#### **Revisión de Resultados**

- Analizar los resultados de la evaluación preliminar del modelo.
- Identificar las áreas de mejora a partir de las métricas y los errores comunes observados.

#### **Ajuste de Hiper Parámetros**

- Evaluar la necesidad de ajustar los hiper parámetros del modelo, tales como la tasa de aprendizaje, el número de neuronas por capa y el tamaño del lote.

#### **Modificación de la Arquitectura del Modelo**

- Considerar cambios en la arquitectura del modelo, como agregar o eliminar capas, cambiar el tipo de capas o ajustar las funciones de activación.

#### **Aumento de Datos (Data Augmentation)**

- Implementar técnicas de aumento de datos para mejorar la diversidad del conjunto de entrenamiento, como rotaciones, traslaciones, escalado y reflejos.
- Evaluar el impacto del aumento de datos en el rendimiento del modelo.

#### **Entrenamiento Adicional**

- Realizar un nuevo entrenamiento del modelo utilizando los ajustes de hiper parámetros, modificaciones arquitectónicas y técnicas de aumento de datos implementadas.
- Monitorear el entrenamiento para prevenir el sobreajuste, utilizando técnicas como la detección temprana (early stopping).

#### **Evaluación y Validación**

- Evaluar el modelo optimizado utilizando un conjunto de datos de validación independiente.
- Comparar los resultados con la evaluación preliminar para determinar las mejoras obtenidas.

#### **Iteración y Refinamiento**

- Iterar sobre los pasos anteriores según sea necesario, basándose en los resultados obtenidos tras cada optimización.
- Continuar refinando el modelo hasta alcanzar un rendimiento satisfactorio.

### **5.3. Entregables o actividades o componentes:**

<b>Entregable</b>	<b>Descripción</b>
<b>Primer entregable</b> Hasta 15 días de notificada la Orden de Servicio.	Entregable, que contendrá: - Informe de las actividades desarrolladas de acuerdo al plan de actividades para la elaboración de la propuesta

*"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"**"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las Heroicas Batallas de Junín y Ayacucho"*

	<p>metodológica y herramienta automatizada para la identificación de glaciares cubiertos, dicho informe debe de contemplar como mínimo.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducción</li> <li>2. Objetivos</li> <li>3. Actividades desarrolladas</li> <li>4. Resultados</li> <li>5. Conclusiones y recomendaciones</li> <li>6. Anexos (lo documentos, bases de datos y otros productos reportados en el primer informe)</li> </ol> <p>- Primera versión de documento de resultados de la investigación, redactado de acuerdo a la normas APA.</p>
<p><b>Segundo entregable</b> Hasta 45 días de notificada la Orden de Servicio.</p>	<p>Entregable, que contendrá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informe de las actividades desarrolladas de acuerdo al plan de actividades a desarrollar para la elaboración de la propuesta metodológica y herramienta automatizada para la identificación de glaciares cubiertos, dicho informe debe de contemplar como mínimo. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducción</li> <li>2. Objetivos</li> <li>3. Actividades desarrolladas</li> <li>4. Resultados</li> <li>5. Conclusiones y recomendaciones</li> <li>6. Anexos (lo documentos, bases de datos y otros productos reportados en el segundo informe)</li> </ol> </li> <li>- Segunda versión de documento de resultados de la investigación, redactado de acuerdo a las normas APA.</li> </ul>
<p><b>Tercer entregable</b> Hasta 75 días de notificada la Orden de Servicio.</p>	<p>Entregable, que contendrá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informe de las actividades desarrolladas de acuerdo al plan de actividades a desarrollar para la elaboración de la propuesta metodológica y herramienta automatizada para la identificación de glaciares cubiertos, dicho informe debe de contemplar como mínimo. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducción</li> <li>2. Objetivos</li> <li>3. Actividades desarrolladas</li> <li>4. Resultados</li> <li>5. Conclusiones y recomendaciones</li> <li>6. Anexos (lo documentos, bases de datos y otros productos reportados en el tercer informe)</li> </ol> </li> <li>- Tercera versión de documento de resultados de la investigación, redactado de acuerdo a las normas APA.</li> </ul>
<p><b>Cuarto entregable</b> Hasta 105 días de notificada la Orden de Servicio.</p>	<p>Entregable, que contendrá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informe de las actividades desarrolladas de acuerdo al plan de actividades a desarrollar para la elaboración de la propuesta metodológica y herramienta automatizada para la identificación de glaciares cubiertos, dicho informe debe de contemplar como mínimo.</li> </ul>



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las Heroicas Batallas de Junín y Ayacucho"

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducción</li> <li>2. Objetivos</li> <li>3. Actividades desarrolladas</li> <li>4. Resultados</li> <li>5. Conclusiones y recomendaciones</li> <li>6. Anexos (lo documentos, bases de datos y otros productos reportados en el cuarto informe)</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Versión final de documento de resultados de la investigación, redactado de acuerdo a las normas APA.</li> <li>- Ficha metodológica de la estructura de la herramienta automatizada y su funcionamiento.</li> </ul>
--	--

#### 5.4. Lugar y plazo de la prestación del Servicio

**5.4.1 Lugar:** el servicio, se prestará de manera semipresencial (Oficinas del Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montañas, cito en Av. Centenario N.º 2656 Sector Palmira – Independencia – Huaraz – Huaraz y/o instalaciones acondicionadas previstas por el proveedor.

**5.4.2 Plazo:** el servicio será ejecutado en un plazo de hasta (105) días calendarios. El plazo de inicio de la prestación se computará desde el día siguiente de la notificación de la orden de servicio.

#### 5.5. Resultados esperados (entregables)

- Tener identificadas las metodologías potenciales para la identificación de glaciares cubiertos mediante técnicas de teledetección y/o machine learning, aplicada a glaciares tropicales.
- Contar con un plan de investigación para la identificación de glaciares cubiertos mediante técnicas de teledetección y/o machine learning.
- Contar con una herramienta automatizada que permita la identificación de glaciares cubiertos mediante técnicas de teledetección y/o machine learning.

El entregable será presentado por correo electrónico, con firma del prestador/a de servicios y foliado, los productos contendrán mínimamente el contenido descrito en el numeral 5.3 Entregables o actividades o componentes (Descripción).

El producto deberá ser entregado de manera digital debidamente escaneado, foliado y firmado al correo electrónico de [mesadeparteesvirtual@inaigem.gob.pe](mailto:mesadeparteesvirtual@inaigem.gob.pe). Adicionalmente, se debe enviar la información generada en formato digital (Word, PDF, Excel u otros formatos) al responsable técnico del proyecto. Asimismo, dar los accesos o en las plataformas a trabajar al responsable técnico.

### 6. Requisitos y recursos del proveedor

#### 6.1. Requisitos del proveedor:

- Registro único de contribuyentes (**RUC**) habilitado.
- Código de cuenta interbancaria (**CCI**) registrado y vinculado a su número de **RUC**.
- Registro nacional de proveedores (**RNP**) vigente, en el capítulo de servicios (Se excluye en el caso que el valor del servicio sea menor o igual a 1 UIT).



## 6.2. Perfil del Proveedor:

### 6.2.1. Nivel de formación:

Egresado de la carrera profesional de Geografía, Ingeniería Ambiental, Ingeniería de Sistemas u estudios a fines.

### 6.2.2. Capacitación y/o entrenamiento:

- Curso de ArcGIS/Sistemas de Información geográfica (mínimo 12 horas).
- Curso de programación con Python, JavaScript u otro lenguaje de programación que trabaje datos geoespaciales, con una duración mínima de 40 horas.
- Curso en uso de Google Earth engine (mínimo 12 horas)
- Curso básico de inglés.

### 6.2.3. Experiencia laboral:

- **Experiencia general:** 01 año de experiencia general en el sector público y/o privado, contados desde la fecha de egreso de la universidad. Demostrado con Certificados de trabajo, constancias y/u órdenes de servicio, contratos.
- **Experiencia específica:** experiencia no menor de seis (06) meses, en el sector público y/o privado, con actividades que incluyan trabajos con SIG y programación con Python, JavaScript u otro lenguaje de programación que trabaje datos geoespaciales. Demostrado con certificados de trabajo, constancias y/u órdenes de servicio, contratos.

## 7. Consideraciones para la ejecución de la prestación

### 7.1. Obligaciones del Proveedor

El Proveedor es el responsable directo y absoluto de las actividades que realizará, ya sea directamente o a través de su personal, debiendo responder por el servicio brindado.

### 7.2. Recursos y facilidades a ser provistos por el INAIGEM

La información preexistente será brindada al proveedor para realizar las actividades requeridas.

- Bienes: escritorio y silla (para el trabajo presencial en oficina de la SDIG).
- Información: shapefiles de glaciares, información ráster, entre otros que requiera para el desarrollo de la actividad.
- Recurso humano: Reuniones con el equipo INGLOG para evaluar avances y consultas que tuviera el proveedor.

## 8. Adelantos

El INAIGEM, **no otorga adelantos** o parte de pago por servicios que no sean efectivamente realizados.

## 9. Conformidad de la prestación del servicio

La conformidad de la prestación del servicio, la otorga el responsable técnico de Proyecto GLACIAL DEBRIS, con el visto bueno de la Dirección de Investigación en Glaciares, de acuerdo al formato previsto para tal fin, sin embargo, ello no enerva el derecho a reclamar posteriormente por vicios ocultos.

**8.1. Área que supervisa:** responsable técnico de Proyecto GLACIAL DEBRIS

**8.2. Área que brindará la conformidad:** La conformidad estará a cargo de la Dirección de Investigación en Glaciares, responsable técnico de Proyecto GLACIAL DEBRIS como



*"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"*

*"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las Heroicas Batallas de Junín y Ayacucho"*

responsable de la meta, en el cual se indique el cumplimiento de las actividades y tareas específicas en el ítem 5.2. y en el plazo establecido en este TDR.

#### 10. Forma de pago.

El pago se realizará en cuatro (04) entregables de acuerdo al cronograma de entrega de los productos y otorgada la conformidad correspondiente a cada entregable.

El pago debe realizarse por cada entregable.

Entregable	Descripción
Primer entregable	El pago será del 25 % del monto total consignado. Hasta los 15 días de notificada la Orden de Servicio
Segundo entregable	El pago será del 25 % del monto total consignado. Hasta los 45 días de notificada la Orden de Servicio
Tercer entregable	El pago será del 25 % del monto total consignado. Hasta los 75 días de notificada la Orden de Servicio
Cuarto entregable	El pago será del 25 % del monto total consignado. Hasta los 105 días de notificada la Orden de Servicio

#### 11. Penalidades aplicables.

En caso de retraso injustificado del servidor en la ejecución de las prestaciones objeto del contrato, la Entidad le aplica automáticamente una penalidad por mora por cada día de atraso. La penalidad se aplica automáticamente y se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Penalidad diaria} = \frac{0.10 \times \text{monto}}{F \times \text{plazo en días}}$$

Donde *F* tiene los siguientes valores:

a) Para plazos menores o iguales a sesenta (60) días, para bienes y servicios en general:  $F = 0.40$ .

b) Para plazos mayores a sesenta (60) días, para bienes y servicios en general:  $F = 0.25$ .

#### 12. Confidencialidad.

Al ser el INAIGEM, una entidad dedicada a la Investigación, el servidor se obliga a guardar la confidencialidad y reserva absoluta en el manejo de información y documentación a la que se tenga acceso y que se encuentre relacionada con la prestación, quedando expresamente prohibido revelar dicha información a terceros.

#### 13. Propiedad intelectual

El INAIGEM, tendrá todos los derechos de propiedad intelectual, incluidos sin limitación, las patentes, derechos de autor, nombres comerciales y marcas registradas respecto a los productos o documentos y otros materiales que guarden una relación directa con la ejecución del servicio o que se hubieren creado o producido como consecuencia o en el curso de la ejecución del servicio. A solicitud de la Entidad, el proveedor tomará todas las medidas necesarias, y en general, asistirá a la Entidad para obtener esos derechos.

#### 14. Responsabilidad por vicios ocultos

El plazo máximo de responsabilidad del servidor por la calidad ofrecida y por los vicios ocultos de los servicios prestados es de un (1) año contado a partir de la conformidad otorgada.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación  
en Glaciares y Ecosistemas de Montaña



*"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"*

*"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las Heroicas Batallas de Junín y Ayacucho"*

#### **15. Clausula Única: Anticorrupción:**

Con la elaboración y notificación de la Orden de servicio se formaliza el vínculo contractual, para lo cual se incluirá el siguiente texto:

"Con la notificación de la presente, el proveedor, declara y garantiza no haber, directa o indirectamente, haber negociado o efectuado, cualquier pago o, en general, cualquier beneficio o incentivo ilegal en relación al contrato.

El proveedor, se obliga a conducirse en todo momento, durante la ejecución del contrato, con honestidad, probidad, veracidad e integridad y de no cometer actos ilegales o de corrupción, directa o indirectamente.

El proveedor, se Compromete a: (i) comunicar a las autoridades competentes, de manera directa y oportuna, cualquier acto o conducta ilícita o corrupta de la que tuviera conocimiento; y (ii) adoptar medidas técnicas, organizativas y/o de personal apropiadas para evitar los referidos actos o prácticas.

El incumplimiento de las obligaciones establecidas en esta cláusula, durante la ejecución contractual, da el derecho al INAIGEM a resolver automáticamente y de pleno derecho el contrato, bastando para tal efecto que se remita una comunicación informando que se ha producido dicha resolución, sin perjuicio de las acciones civiles, penales y administrativas a que hubiera lugar."