



Anexo técnico

Proceso de selección de mínima cuantía

Objeto de referencia

PRESTACIÓN DE SERVICIOS PARA EL DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA TÉCNICA Y METODOLÓGICA ORIENTADA A LA REHABILITACIÓN, CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN INTEGRAL DE PREDIOS DE IMPORTANCIA ESTRATÉGICA PARA LA CONSERVACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS.

Finalidad del anexo

El presente anexo técnico desarrolla las especificaciones técnicas, los lineamientos operativos para la ejecución de las actividades requeridas para la correcta ejecución del contrato, en coherencia con el objeto contractual, el alcance previsto en los estudios previos y la viabilidad otorgada en el concepto precontractual de gastos de inversión.

Este anexo deberá entenderse como complemento de los estudios previos y de la invitación pública, y tendrá por finalidad delimitar con precisión las condiciones de ejecución del componente de monitoreo, diagnóstico, análisis y generación de insumos técnicos para la toma de decisiones de la Entidad sobre predios de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos.

Alcance técnico del anexo

El contratista deberá ejecutar actividades de planeación, captura de información geoespacial, procesamiento fotogramétrico, análisis multiespectral, cálculo de índices de vegetación, elaboración de productos cartográficos y formulación de recomendaciones técnicas sobre un área aproximada de 61 hectáreas distribuidas en cuatro predios localizados en los municipios de Guatavita, Suesca, Cucunubá y Guayabal de Siquima.

Las actividades del presente anexo se entienden orientadas al monitoreo, diagnóstico y soporte técnico a la toma de decisiones institucionales.

Especificaciones técnicas desarrolladas

1. Sistemas aéreos no tripulados

El contratista deberá disponer, bajo su cuenta y riesgo, de sistemas aéreos no tripulados aptos para operación profesional y debidamente registrados ante la autoridad aeronáutica competente, de conformidad con la reglamentación RAC 100 y demás disposiciones aplicables a operaciones UAS en Colombia lo cual se deberá acreditar con la presentación de la oferta.

Los equipos podrán corresponder a plataformas multirrotor, ala fija o VTOL, siempre que demuestren suficiencia técnica para la captura de información RGB y multiespectral en terrenos con condiciones variables de topografía, cobertura vegetal y accesibilidad, y que garanticen estabilidad, seguridad operativa, repetibilidad de vuelo y compatibilidad con los productos exigidos por la Entidad.

Como condición mínima de operación, la toma de datos deberá programarse con parámetros técnicos que aseguren consistencia espacial y radiométrica, incluyendo altura operativa, velocidad, solapes longitudinales y transversales, configuración de cámara y rutas automatizadas, de manera que permitan resultados comparables y trazables entre jornadas de vuelo.

2. Sensor remoto RGB



Gobernación de Cundinamarca

Para la captura de imágenes RGB, el contratista deberá emplear un sensor con capacidad suficiente para producir ortofotomosaicos y modelos derivados con resolución de detalle adecuada para el análisis de cobertura, delimitación de áreas intervenidas y soporte visual del diagnóstico técnico.

Se mantendrán como especificaciones mínimas de referencia las previstas en los estudios previos: sensor de 45 MP, relación 3:2, tamaño de imagen 8192 x 5460, intervalo mínimo de captura de 0,7 segundos, rango ISO entre 100 y 25600, GSD aproximado de 3 cm/px y campo de visión cercano a 63,5 grados.

Cuando el oferente proponga equipos equivalentes o superiores, deberá acreditar documentalmente que las características ofertadas permiten obtener productos cartográficos con calidad igual o mejor a la requerida, sin afectar la comparabilidad, precisión ni oportunidad de los resultados.

3. Sensor remoto multiespectral

Para la captura multiespectral, el contratista deberá utilizar un sensor apto para generar información suficiente para cálculo de NDVI y demás análisis de vigor vegetativo, con bandas espectrales idóneas para evaluación de cobertura y estado fisiológico de la vegetación.

Se mantendrán como referencia mínima las características consignadas en los estudios previos: sensor multiespectral de cinco bandas, sensor pancromático de una banda, GSD aproximado de 4 cm/px, resolución de 1456 x 1088 px para bandas multiespectrales y 2464 x 2056 px para banda pancromática, campo de visión aproximado de 50 grados HFOV x 38 grados VFOV para MS y 44 grados HFOV x 38 grados VFOV para PAN, y velocidad de captura de tres imágenes por segundo.

La Entidad exigirá que el sistema ofertado permita calibración radiométrica en campo y procesamiento técnico confiable para análisis multitemporal y comparativo, con trazabilidad de los parámetros de captura, corrección e interpretación utilizados en el proceso.

4. Cumplimiento aeronáutico y permisos

El contratista deberá acreditar el cumplimiento integral del RAC 100, así como las autorizaciones, registros, licencias, pólizas y permisos requeridos para la operación de drones en cada una de las zonas de trabajo.

Como mínimo deberá contar con: registro de equipos ante la autoridad aeronáutica; licencias, certificados o soportes habilitantes del personal piloto; certificado de explotador, cuando corresponda; y autorizaciones de vuelo o permisos específicos exigidos por la autoridad competente para cada operación.

La ausencia, vencimiento o insuficiencia de cualquiera de estos soportes será causal de rechazo

Para la debida operación se requerirá póliza de responsabilidad civil extracontractual aplicable a la operación;

5. Planeación y alistamiento técnico

Previo al inicio de la captura de información, el contratista deberá elaborar un plan de trabajo técnico y operativo que incluya cronograma, secuencia de visitas, predios priorizados, rutas de vuelo, ventanas climáticas, definición de puntos de control y esquema de procesamiento y entrega.

La planeación de vuelos deberá garantizar, como mínimo, un solape frontal no inferior al 75 por ciento y lateral no inferior al 55 por ciento, de manera que se asegure calidad suficiente para el procesamiento fotogramétrico y la generación de ortofotomosaicos y modelos derivados.

El contratista deberá recibir, revisar, validar y consolidar la cartografía base e información secundaria suministrada por la Entidad, especialmente polígonos de intervención previa, localización de predios, antecedentes de siembra, áreas de aspersión de semillas y demás información necesaria para la correcta interpretación de resultados.



6. Puntos de control y precisión geoespacial

La operación deberá incluir el establecimiento, ubicación y medición de puntos de control en tierra (GCP), utilizando GPS submétrico o tecnologías RTK/PPK, vinculadas a la red geodésica oficial del país o a sistemas de referencia válidos para el territorio intervenido.

La finalidad de los puntos de control será asegurar la precisión planimétrica y altimétrica de los productos finales, así como fortalecer la confiabilidad de la georreferenciación para uso institucional, supervisión contractual y eventuales ejercicios de seguimiento posterior.

El contratista deberá documentar la metodología de levantamiento, la cantidad y localización de GCP empleados, el sistema de coordenadas utilizado, la calidad de la señal y los resultados de precisión alcanzados en el procesamiento final.

7. Calibración radiométrica

Antes y después de cada sesión de vuelo, el contratista deberá realizar la calibración radiométrica in situ utilizando panel reflectante calibrado por fabricante o mecanismo técnicamente equivalente, a fin de controlar variaciones de luminosidad y mejorar la comparabilidad de los datos capturados.

Igualmente deberá registrar fecha, hora, nubosidad, condiciones atmosféricas, posición solar y demás variables de campo que permitan sustentar la consistencia de la captura y del procesamiento radiométrico aplicado.

No se aceptarán productos obtenidos sin trazabilidad de calibración cuando esta sea necesaria para soportar el análisis de vigor vegetativo y el cálculo de índices derivados.

8. Procesamiento fotogramétrico y análisis geoespacial

El contratista deberá procesar las imágenes crudas y generar, como mínimo, nube de puntos densa, modelo digital de superficie, ortofotomosaico multiespectral corregido geométrica y radiométricamente y mapa ráster del índice NDVI.

El cálculo del NDVI deberá realizarse empleando la relación entre la banda del infrarrojo cercano y la banda roja, con valores normalizados entre -1 y 1, de manera que permita categorizar el vigor vegetativo y comparar sectores con mayor o menor respuesta fotosintética.

Sobre esa base, el contratista deberá desarrollar análisis espacial mediante herramientas SIG para delimitar zonas críticas, sectores con baja cobertura, áreas con valores de NDVI iguales o inferiores a 0,1 y demás áreas que ameriten revisión técnica o intervención posterior por parte de la Entidad.

9. Productos cartográficos y formatos de entrega

El contratista deberá entregar los productos en formatos abiertos y de uso institucional, manteniendo como referencia mínima lo previsto en los estudios previos: GeoTIFF o ECW para ortofotomosaicos; GeoTIFF o ASCII para modelos de elevación; GeoTIFF para mapas de índices de vegetación; y Shapefile, GeoJSON o Geodatabase para capas vectoriales y zonificaciones.

Las capas deberán contener estructura de atributos suficiente para la identificación, consulta y análisis por parte de la Entidad, incluyendo coordenadas, categorías de estado, observaciones técnicas, delimitación de áreas críticas y demás campos que resulten necesarios para la explotación posterior de la información.

Todos los productos geográficos deberán ser entregados organizados en carpetas temáticas, con nomenclatura uniforme, metadatos, sistema de coordenadas claramente identificado y archivos listos para consulta en software SIG de uso común.



10. Informes técnicos

El contratista deberá presentar informes parciales y final, con contenido técnico verificable y lenguaje claro, que describa la metodología aplicada, predios visitados, incidencias operativas, resultados del procesamiento, interpretación del NDVI, cálculo de supervivencia estimada y delimitación de sectores críticos.

El informe final deberá contener conclusiones y recomendaciones orientadas a la toma de decisiones por parte de la Entidad, incluyendo priorización de áreas, necesidad de verificación en campo, posibles acciones de mantenimiento, resiembra o intervención posterior, y recomendaciones sobre uso de nuevas tecnologías para seguimiento ambiental.

11. Especificaciones generales de calidad

Todos los productos y entregables deberán incluir, cuando aplique: fecha y hora de captura, condiciones meteorológicas, tipo y modelo de dron utilizado, sensores empleados, metodología de procesamiento, control de calidad, validación de resultados, planes de vuelo y metadatos geográficos conforme a la NTC 4611 en su tercera actualización.

La Entidad podrá requerir aclaraciones, ajustes o subsanaciones técnicas cuando advierta inconsistencias en la estructura de datos, en la precisión, en la coherencia entre informe y cartografía o en cualquier aspecto que afecte la utilidad institucional del producto recibido.

Lineamientos para la ejecución de actividades

Actividad 1. Alistamiento técnico, documental y normativo

El contratista deberá adelantar una fase inicial de revisión de antecedentes, recepción de insumos de la Entidad, validación de predios, revisión de accesos, verificación de permisos, definición de cronograma y estructuración metodológica de la operación.

Como resultado de esta actividad deberá entregar plan de trabajo, cronograma detallado, matriz de predios y áreas, plan de vuelos, relación de equipos, documentación aeronáutica, protocolo de gestión de riesgos y esquema de procesamiento de información.

Actividad 2. Reconocimiento de campo y control terrestre

Antes o durante la primera jornada operativa, el contratista deberá realizar reconocimiento técnico de las áreas objeto, verificar condiciones topográficas, restricciones de vuelo, obstáculos, accesos y puntos de apoyo terrestre, e instalar o medir los GCP requeridos.

Esta actividad deberá permitir ajustar los planes de vuelo y reducir riesgos de reproceso, pérdida de datos o afectaciones a la precisión de los productos cartográficos.

Actividad 3. Captura de información RGB y multiespectral

La captura deberá ejecutarse de acuerdo con los planes de vuelo aprobados, en condiciones climáticas favorables y garantizando la integridad de la información recolectada, la seguridad operacional y el cumplimiento de la normatividad aplicable.

Cada misión de vuelo deberá quedar respaldada con bitácora de operación, evidencia de calibración, registro de parámetros de captura y respaldo de los archivos fuente obtenidos.

Actividad 4. Procesamiento y generación de productos



Gobernación de Cundinamarca

El contratista deberá descargar, organizar, depurar y respaldar la información obtenida en campo, efectuar el procesamiento fotogramétrico y radiométrico, generar los productos geomáticos requeridos y desarrollar el análisis espacial correspondiente.

Durante esta actividad deberá mantener control de versiones, trazabilidad metodológica y consistencia entre cartografía, bases de datos, reportes técnicos e imágenes de soporte.

Actividad 5. Análisis técnico y diagnóstico

Con fundamento en los productos generados, el contratista deberá estimar la tasa de supervivencia, identificar cambios de cobertura, establecer niveles de vigor vegetativo y delimitar áreas con alertas o comportamientos que ameriten seguimiento o intervención posterior por parte de la Entidad.

Las conclusiones deberán derivarse de evidencia espacial objetiva, con criterios verificables y soporte cartográfico suficiente para ser revisadas por la supervisión contractual.

Actividad 6. Socialización técnica y entrega final

El contratista deberá presentar a la supervisión los resultados parciales y finales, absolver observaciones, efectuar los ajustes que sean procedentes y entregar la totalidad de productos digitales y documentales en la estructura y formatos definidos por la Entidad.

La entrega final deberá garantizar integridad, legibilidad, interoperabilidad y posibilidad real de reutilización institucional de la información generada.

Lineamientos transversales de ejecución

- El contratista deberá coordinar previamente con la supervisión cualquier desplazamiento, jornada de vuelo, modificación de cronograma o contingencia relevante para la ejecución contractual.
- No podrán realizarse vuelos sin validar condiciones de seguridad, permisos, clima y disponibilidad del equipo técnico requerido.
- La información primaria y derivada deberá contar con respaldo digital y mecanismos de custodia que eviten pérdida, alteración o confusión de archivos.
- Todas las recomendaciones emitidas por el contratista deberán tener sustento técnico verificable y no podrán formularse de manera genérica o meramente declarativa.
- El contratista deberá guardar reserva sobre la información suministrada por la Entidad y sobre los resultados obtenidos durante la ejecución contractual.
- Cualquier actividad adicional no prevista expresamente en este anexo deberá ser autorizada por la supervisión y estar alineada con el objeto y alcance contractual.

Nivel de certificación del explotador UAS aceptado

Además de las obligaciones de cumplimiento integral del RAC 100, registro de equipos, licencias de pilotos, póliza de responsabilidad civil extracontractual y autorizaciones de vuelo específicas para cada operación, la Entidad únicamente aceptará propuestas presentadas por explotadores de UAS que acrediten encontrarse, al menos, en fase de inspección de demostración en vuelo (F3), fase de emisión del certificado (F4) o que cuenten con Certificado de Explotador de UAS vigente.

La exigencia de estas fases avanzadas se justifica en que las operaciones requeridas –levantamientos fotogramétricos multiespectrales, generación de NDVI, establecimiento de puntos de control geodésicos, calibración radiométrica in situ



Gobernación de Cundinamarca

y obtención de productos con precisión submétrica– demandan un sistema de gestión operacional y de seguridad probado en campo, con procedimientos estandarizados, pilotos entrenados en centros de instrucción RAC 100 y UAS con capacidades técnicas demostradas y mantenimientos documentados. Solo un explotador que haya sido sometido por la UAEAC a procesos formales de evaluación en vuelo y verificación de su organización técnica puede garantizar la estabilidad, repetibilidad y trazabilidad necesarias para que los ortofotomosaicos, modelos digitales de elevación y mapas de NDVI cumplan con las tolerancias de precisión y calidad definidas en este anexo.

La ausencia de la certificación o constancia de estar en fase F3, F4 o en condición de explotador certificado, así como el vencimiento o inconsistencia de dicha documentación frente a la información registrada ante la autoridad aeronáutica, constituirá causal de rechazo de la oferta, sin perjuicio de las verificaciones adicionales que la Entidad pueda realizar durante la ejecución contractual.

Solicitud de personal mínimo requerido

En atención a la complejidad técnica del contrato, a la necesidad de garantizar legalidad aeronáutica, calidad de captura, precisión geoespacial, procesamiento fotogramétrico, análisis multiespectral y elaboración de diagnósticos técnicamente sustentados, se solicita que el proponente acredite como mínimo el siguiente equipo de trabajo.

1. Director o coordinador del proyecto con una dedicación del 100% de la ejecución del proyecto

Perfil mínimo: profesional en ingeniería forestal, ingeniería ambiental, ingeniería agrícola, o disciplinas afines. Con posgrado o formación certificada en geomática, sistemas de información geográfica, teledetección, fotogrametría, o gestión ambiental.

Experiencia mínima: Cinco años de experiencia profesional contados a partir de la expedición de la tarjeta profesional o del título, según la profesión aplicable, y experiencia específica en al menos dos contratos o proyectos relacionados con monitoreo ambiental, fotogrametría, sensores remotos, cartografía con drones o análisis geoespacial.

Rol: dirigir técnica y operativamente la ejecución, validar la metodología, articular los componentes de campo y gabinete, revisar la calidad de los productos y servir de interlocutor principal ante la supervisión.

2. Piloto UAS o operador de dron

Perfil mínimo: Profesional en ingeniería ambiental, forestal o agronómica con formación certificada como piloto u operador UAS/RPAS, o con certificación equivalente válida para operaciones de drones conforme a RAC 100 y demás normas vigentes. Con un año de experiencia específica en operación de drones para levantamientos fotogramétricos, cartografía, agricultura de precisión, monitoreo ambiental o actividades afines, acreditando participación en mínimo dos operaciones o contratos similares.

Rol: Ejecutar los planes de vuelo, verificar condiciones operativas, asegurar cumplimiento normativo y mantener la bitácora técnica y de seguridad de las operaciones aéreas.

3. Profesional SIG, fotogrametría y procesamiento geoespacial

Perfil mínimo: profesional en ingeniería ambiental, ingeniería agronómica, geomática o disciplinas afines. Con dos años de experiencia profesional o tecnológica en procesamiento fotogramétrico, generación de ortofotomosaicos, modelos digitales de elevación, manejo de software SIG y estructuración de productos cartográficos.

Rol: procesar la información obtenida en campo, estructurar bases geográficas, generar ortofotomosaicos, MDS/MDE y cartografía temática, y asegurar consistencia entre productos espaciales e informes técnicos.

4. Profesional ambiental, forestal o biótico de apoyo al análisis



Gobernación de Cundinamarca

Perfil mínimo sugerido: profesional en ingeniería forestal, ingeniería ambiental, biología, ecología, agronomía o áreas afines.

Experiencia mínima sugerida: dos años de experiencia en restauración ecológica, seguimiento de coberturas, análisis de vegetación, evaluación ambiental o proyectos de conservación de recursos naturales.

Rol: interpretar técnicamente los resultados de NDVI y coberturas desde la perspectiva ambiental, apoyar la estimación de supervivencia y formular recomendaciones técnicas de seguimiento, mantenimiento o intervención posterior.

Reglas para acreditación del personal mínimo

- El personal mínimo requerido deberá ser relacionado en la propuesta con indicación expresa de nombre, perfil, rol, dedicación y soportes de formación y experiencia.
- El proponente deberá aportar hojas de vida y documentos de respaldo que permitan verificar el cumplimiento de los perfiles exigidos.
- Cualquier reemplazo del personal ofertado durante la ejecución deberá ser previamente autorizado por la supervisión y solo procederá cuando el nuevo perfil sea igual o superior al inicialmente aprobado.
- Un mismo integrante solo podrá asumir varios roles cuando el proponente demuestre idoneidad suficiente, no exista incompatibilidad técnica ni normativa y se garantice el cumplimiento efectivo de todas las funciones asignadas.
- La Entidad podrá exigir la permanencia de los perfiles críticos durante las etapas en que su intervención resulte necesaria para la calidad del producto final.

Fase / Actividad principal	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Alistamiento técnico, permisos, plan de trabajo, cartografía base (Componente Diseño)	X					
Reconocimiento de campo e instalación de GCP	X	X				
Planeación detallada de vuelos y validación con supervisión	X	X				
Captura de imágenes RGB y multiespectrales en los 4 predios (Componente Implementación)		X	X			
Calibración radiométrica y registro operativo de vuelos		X	X			
Procesamiento fotogramétrico (nube de puntos, MDS, ortofotos)			X	X		
Cálculo de NDVI y elaboración de mapas temáticos y zonificaciones			X	X		
Informe parcial de campo y ejecución de sobrevuelos (para primer pago 40%)		X				



Gobernación de Cundinamarca

Fase / Actividad principal	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Informe técnico de diagnóstico intermedio (NDVI, zonas críticas, supervivencia)			X			
Ajustes y complementos de procesamiento según observaciones de la supervisión			X	X		
Entrega de productos cartográficos completos y metadatos (para segundo pago 40%)				X		
Análisis final, consolidación de resultados y recomendaciones (Componente Conclusiones)				X	X	
Socialización final con la Entidad y ajustes finales					X	
Entrega de informe final, ráster y vectores definitivos (para pago final 20%)						X
Cierre técnico y apoyo a liquidación						X