



**ALCALDIA MUNICIPAL DE ROATÁN
ISLAS DE LA BAHÍA**

**Documento Anexo para la Contratación de Bienes
y Servicios por Licitación Pública Nacional
(LPuN)**

Para el Proyecto: Colección de Data con sistema
LiDAR e Imágenes, más el procesamiento de la
información recopilada.

Emitido: Febrero del 2026

Código del Proyecto: LPuN-AMR-003-2026

Roatán, Islas de la Bahía Honduras, C.A.

CONTENIDO

SECCION III - ESPECIFICACIONES TECNICAS3

ENTREGABLES Y ESTRUCTURA DE PAGO.....15

TABLAS DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO CONTRACTUAL, FORMATO TIPO “CHECK-LIST”18

SECCION III - ESPECIFICACIONES TECNICAS

Partida Única - Servicios				
No.	Descripción	unidad	Especificación Técnica	Medios de verificación
1	Establecimiento de la Red Geodésica Primaria.	Global	<p>Unidad. Se medirá la entrega de este servicio a través la recepción completa de todos los entregables que le componen, por lo tanto, este servicio se mide como “Global” o servicio “Único”.</p> <p>Detalle. Control Terrestre y Levantamientos Previo a la realización de los vuelos se deberá establecer una Red Geodésica Primaria de punto de control terrestre, la cual estará basada en el establecimiento de monumentos físicos.</p> <p>Monumentación: Los puntos de control deberán ser materializados mediante monumentos permanentes de concreto de alta resistencia, con placa metálica identificadora, diseñados para garantizar estabilidad, durabilidad y visibilidad.</p> <p>La ubicación de los puntos deberá evitar zonas inestables, áreas inundables o con riesgo de perturbación.</p> <p>Diseño de red La red deberá diseñarse con base en criterios geodésicos que garanticen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cobertura homogénea del área del proyecto. • Redundancia y conectividad entre puntos. • Control adecuado para ajuste estadístico. • Minimización de errores sistemáticos. <p>Se deberá cumplir como mínimo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Espaciamiento máximo entre puntos: 6 km. • Espaciamiento mínimo recomendado: 4 km. • Densidad mínima: 1 punto por cada 25 km². 	<p>Con el fin de garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas establecidas, el contratista deberá presentar los siguientes medios de verificación, los cuales serán evaluados por el contratante como condición para la aceptación del servicio.</p> <p>1. Verificación del diseño de la red Se evaluará mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entrega del plano del diseño geodésico de la red. • Justificación técnica de ubicación de puntos. • Informe del análisis de cobertura y redundancia. <p>Criterio de aceptación: La red deberá cumplir con los parámetros de espaciamiento y densidad establecidos en las especificaciones técnicas.</p> <p>2. Verificación de monumentación Se evaluará mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual en campo de una muestra representativa de puntos. • Registro fotográfico georreferenciado. • Informe de construcción de monumentos. <p>Criterio de aceptación: Los monumentos deberán ser permanentes, estables y correctamente identificados.</p> <p>3. Verificación de observaciones GNSS</p>

La distribución final deberá justificarse mediante un diseño técnico de red.

Metodología de observación

Las mediciones deberán efectuarse en modo estático o metodologías equivalentes que garanticen precisión geodésica, conforme a normas internacionales.

El tiempo de observación en cada punto deberá ser suficiente para asegurar la calidad requerida, considerando longitud de líneas base, condiciones satelitales y metodología aplicada.

Precisión y calidad de la red

La red deberá cumplir como tolerancia máxima aceptable:

- Precisión horizontal ≤ 2 cm (RMSE)
- Precisión vertical ≤ 3 cm (RMSE)

Estas precisiones deberán verificarse mediante ajuste geodésico.

Ajuste y control de calidad

El contratista deberá realizar:

- Ajuste de red por mínimos cuadrados.
- Análisis de redundancia.
- Evaluación de residuos.
- Identificación de observaciones anómalas.

Se deberá presentar informe técnico detallado del ajuste.

Sistema de referencia

Los resultados deberán entregarse en:

- Datum: WGS84
- Proyección: UTM Zona 16 Norte
- Alturas: referidas al geoide EGM08

Documentación de puntos

Se deberán entregar fichas completas que incluyan:

- Identificación del punto
- Ubicación administrativa

Se evaluará mediante:

- Entrega de archivos crudos de observación GNSS (RINEX).
- Registro de tiempos de observación.
- Informe de metodología aplicada.

Criterio de aceptación:

Las observaciones deberán ser consistentes con los estándares geodésicos y permitir alcanzar la precisión requerida.

4. Verificación del ajuste geodésico

Se evaluará mediante:

- Informe técnico del ajuste por mínimos cuadrados.
- Matrices de errores y residuos.
- Evaluación de redundancia de la red.

Criterio de aceptación:

El ajuste deberá demostrar el cumplimiento de las precisiones horizontales y verticales exigidas.

5. Verificación de precisión de la red

Se evaluará mediante:

- Informe estadístico de errores RMSE.
- Comparación contra puntos independientes de control (si aplica).

Criterio de aceptación:

La red deberá cumplir las tolerancias máximas establecidas.

6. Verificación del sistema de referencia

Se evaluará mediante:

- Informe de amarre al marco geodésico nacional.
- Evidencia de uso de estaciones de referencia.
- Análisis de diferencias respecto al sistema oficial.

Criterio de aceptación:

			<ul style="list-style-type: none"> • Coordenadas geográficas y UTM • Elevaciones elipsoidales y ortométricas • Método y duración de observación • Equipo utilizado • Altura de antena • Fotografías y croquis <p>Referencia al Marco Geodésico Nacional La red geodésica primaria deberá estar referida al Marco Geodésico Nacional vigente de la República de Honduras. El amarre deberá realizarse mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso de estaciones GNSS permanentes oficiales (CORS) o • Métodos de posicionamiento preciso que garanticen coherencia con el sistema nacional. <p>El contratista deberá presentar evidencia técnica del amarre y diferencias obtenidas respecto a la referencia nacional.</p>	<p>Las coordenadas deberán ser consistentes con el sistema nacional.</p> <p>7. Verificación de monografías Se evaluará mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisión documental de fichas técnicas. • Validación de información mínima requerida. • Coherencia entre datos observados y reportados. <p>Criterio de aceptación: Las monografías deberán contener todos los elementos establecidos.</p> <p>8. Auditoría técnica El contratante se reserva el derecho de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar verificaciones en campo. • Solicitar reprocesamiento de datos. • Ejecutar controles independientes.
2	Recolección de datos topográficos con LiDAR y toma de fotografías aéreas (Vuelos)	Km2	<p>Unidad La actividad se medirá por kilómetro cuadrado (km²) efectivamente levantado y validado técnicamente, considerando el área planimétrica cubierta dentro de los límites oficiales del proyecto. Se considerarán únicamente las áreas con cobertura LiDAR completa y que cumplan las especificaciones de calidad establecidas. Los cuerpos de agua, sistemas hídricos y superficies inundadas deberán ser incluidos dentro del levantamiento.</p>	<p>1. Verificación del plan de vuelo Se evaluará mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entrega del plan de vuelo aprobado. • Mapas de líneas de vuelo ejecutadas. • Registro de fechas y horarios de captura. <p>Criterio de aceptación: Las líneas de vuelo deberán garantizar cobertura total del área del proyecto y cumplir con el diseño aprobado.</p> <p>2. Verificación de cobertura del levantamiento Se evaluará mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mapas de cobertura de la nube de puntos. • Reportes de densidad espacial. • Visualización en software GIS. <p>Criterio de aceptación:</p>
			<p>Objeto del servicio Ejecutar un levantamiento topográfico aerotransportado mediante tecnología LiDAR, complementado con captura de imágenes aéreas, cubriendo la totalidad del municipio de Roatán (67 km²).</p>	

		<p>Los datos deberán entregarse en el sistema WGS84 / UTM Zona 16N, con alturas referidas al modelo geoidal EGM08.</p> <p>Plataforma aérea Se permitirá el uso de plataformas aéreas tripuladas o no tripuladas (UAV), siempre que cumplan con los criterios de calidad, precisión y densidad establecidos en este pliego. La selección de la plataforma será responsabilidad del contratista.</p> <p>Sistema de posicionamiento y navegación El sistema deberá integrar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • GNSS geodésico multi-frecuencia y multi-constelación. • Sistema inercial (IMU) calibrado. • Sincronización entre GNSS, IMU y sensor LiDAR. <p>La trayectoria deberá procesarse mediante postproceso diferencial o equivalente que garantice precisión centimétrica.</p> <p>Densidad mínima de puntos La nube de puntos deberá cumplir como mínimo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Densidad promedio ≥ 15 puntos/m² en zonas urbanas. • Densidad promedio ≥ 10 puntos/m² en zonas naturales. <p>La densidad deberá ser suficiente para generar un modelo digital del terreno continuo sin vacíos significativos y para identificar elementos lineales como aceras, bordillos y divisiones físicas visibles.</p> <p>Precisión requerida El levantamiento deberá cumplir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Precisión vertical ≤ 10 cm RMSE • Precisión horizontal ≤ 10 cm RMSE <p>Verificada mediante puntos de control independientes.</p>	<p>No se aceptarán áreas sin cobertura o con vacíos superiores al 1% del área total.</p> <p>3. Verificación de densidad de puntos Se evaluará mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reportes estadísticos generados del análisis de la nube de puntos. • Mapas de densidad promedio por km². <p>Criterio de aceptación: La densidad promedio deberá cumplir los valores mínimos establecidos en las especificaciones técnicas.</p> <p>4. Verificación de la trayectoria GNSS/IMU Se evaluará mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Archivos de observación GNSS (RINEX). • Reporte del procesamiento de trayectoria. • Informe SBET o equivalente. <p>Criterio de aceptación: La solución de trayectoria deberá demostrar precisión centimétrica y ausencia de interrupciones críticas.</p> <p>5. Verificación de consistencia entre líneas de vuelo Se evaluará mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reportes de diferencias altimétricas entre strips. • Análisis de traslape. <p>Criterio de aceptación: Las diferencias entre líneas de vuelo no deberán superar las tolerancias establecidas.</p> <p>6. Verificación de precisión preliminar Se evaluará mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comparación con puntos de control independientes. • Informe estadístico preliminar.
--	--	--	--

		<p>Cobertura y traslape Las líneas de vuelo deberán diseñarse para:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Garantizar cobertura total del área. • Evitar zonas sin datos. • Incluir líneas de cruce para calibración. <p>No se aceptarán vacíos mayores al 1% del área total.</p> <p>Clasificación mínima obligatoria La nube de puntos deberá entregarse clasificada como mínimo en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Terreno (Ground) • Edificaciones • Vegetación baja, media y alta • Agua • Ruido <p>Modelo Digital del Terreno El levantamiento deberá permitir generar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DTM con resolución mínima de 1.0 m en todo el municipio. • DTM de 0.50 m en zonas urbanas. <p>Ortofotografía Las imágenes aéreas deberán cumplir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resolución $GSD \leq 10$ cm en todo el proyecto. • Georreferenciación compatible con el sistema geodésico del proyecto. <p>Condiciones de vuelo Los vuelos deberán realizarse en condiciones que garanticen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de lluvia. • Visibilidad adecuada. • Nubosidad que no afecte significativamente la calidad de las imágenes. <p>Sensor LiDAR – criterios de desempeño El sensor deberá contar con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad multi-retorno. 	<p>Criterio de aceptación: El levantamiento deberá cumplir las tolerancias de precisión definidas.</p> <p>7. Verificación de imágenes aéreas Se evaluará mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisión visual de ortofotos preliminares. • Reporte de resolución GSD. • Verificación de georreferenciación. <p>Criterio de aceptación: Las imágenes deberán cumplir con la resolución mínima requerida y presentar calidad adecuada.</p> <p>8. Control de calidad post-vuelo Se evaluará mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informes de control de calidad emitidos por el contratista. • Evidencia de reprocesamiento o repetición de vuelos si aplica. <p>Criterio de aceptación: Los datos deberán demostrar consistencia y completitud antes de su aprobación.</p> <p>9. Auditoría técnica del contratante El contratante podrá:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar revisiones independientes. • Solicitar acceso a datos crudos. • Requerir repetición de vuelos si se detectan incumplimientos
--	--	--	--

			<ul style="list-style-type: none"> • Registro de intensidad. • Certificado de calibración vigente. • Capacidad de alcanzar densidad y precisión exigidas. <p>Normativa aplicable El levantamiento deberá ejecutarse conforme a buenas prácticas internacionales, incluyendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • USGS LiDAR Base Specification (versión vigente) • Normas geodésicas internacionales aplicables 	
3	Procesamiento de los vuelos LiDAR. Y Procesamiento de Ortofotos	Km2	<p>Unidad La actividad se medirá por kilómetro cuadrado (km²) procesado y aprobado técnicamente, conforme a los entregables y criterios de calidad establecidos en este pliego. El área máxima procesada corresponderá al total del levantamiento ejecutado en el ítem de recolección de datos.</p> <p>Objeto del servicio Procesar la información obtenida mediante el levantamiento LiDAR y la captura de imágenes aéreas, generando productos cartográficos y modelos digitales que permitan su uso en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Catastro municipal • Planificación urbana • Diseño preliminar de infraestructura • Gestión territorial y ambiental <p>Entrega de datos crudos El contratista deberá entregar los datos originales del levantamiento, incluyendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Archivos crudos del sensor LiDAR • Archivos GNSS e IMU de navegación • Archivos de observación GNSS (RINEX) • Imágenes aéreas originales <p>Estos datos deberán entregarse sin alteraciones y debidamente organizados.</p>	<p>Verificación de datos crudos Se evaluará mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entrega de archivos originales del sensor LiDAR. • Entrega de archivos GNSS/IMU. • Entrega de archivos RINEX. • Revisión de integridad de los datos. <p>Criterio de aceptación: Los datos crudos deberán estar completos, organizados y sin alteraciones.</p> <p>2. Verificación de la nube de puntos procesada Se evaluará mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Visualización en software GIS. • Revisión de formato LAS. • Validación de sistema de coordenadas. <p>Criterio de aceptación: La nube deberá estar correctamente georreferenciada y cumplir con la clasificación mínima requerida.</p> <p>3. Verificación de clasificación LiDAR Se evaluará mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual de muestras. • Análisis estadístico de clasificación. • Comparación con ortofotos. <p>Criterio de aceptación:</p>

		<p>2. Nube de puntos LiDAR procesada Se deberá entregar la nube de puntos georeferenciada en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formato LAS versión 1.4 o superior • Sistema WGS84 / UTM Zona 16N • Alturas referidas a EGM08 <p>La nube deberá estar clasificada al menos en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Terreno (Ground) • Edificaciones • Vegetación baja, media y alta • Agua • Ruido <p>Modelos digitales El contratista deberá generar:</p> <p>Modelo Digital del Terreno (DTM)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resolución mínima: 1.0 m en todo el municipio • Resolución 0.50 m en zonas urbanas <p>El DTM deberá estar libre de edificaciones y vegetación.</p> <p>Modelo Digital de Superficie (DSM)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incluyendo edificaciones y vegetación • Resolución mínima de 0.50 m en zonas urbanas <p>Curvas de nivel Se deberán generar curvas de nivel a partir de los modelos DTM con el siguiente detalle:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intervalo de 0.50 m en zonas urbanas • Intervalo de 1.00 m en zonas naturales <p>Formatos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SHP • DWG <p>Ortofotografía Se deberá generar ortofotografía digital:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resolución $GSD \leq 10$ cm 	<p>La clasificación deberá representar adecuadamente terreno, edificaciones y vegetación.</p> <p>4. Verificación de precisión final Se evaluará mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comparación con puntos de control independientes. • Informe estadístico de errores RMSE. <p>Criterio de aceptación: El levantamiento deberá cumplir con las tolerancias de precisión establecidas.</p> <p>5. Verificación del Modelo Digital del Terreno (DTM) Se evaluará mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual en software GIS. • Análisis de continuidad del terreno. • Comparación con puntos de control. <p>Criterio de aceptación: El DTM deberá estar libre de edificaciones, vegetación y artefactos evidentes.</p> <p>6. Verificación de curvas de nivel Se evaluará mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Superposición con DTM. • Revisión de consistencia altimétrica. <p>Criterio de aceptación: Las curvas deberán representar correctamente la topografía del terreno.</p> <p>7. Verificación de ortofotografía Se evaluará mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual. • Revisión de resolución GSD. • Verificación de empalmes. <p>Criterio de aceptación: La ortofoto deberá estar correctamente georeferenciada y sin distorsiones significativas.</p>
--	--	--	--

- Georreferenciada
- Sin distorsiones significativas

Formatos:

- GeoTIFF
- ECW o equivalente

Vectorización básica

Se deberán generar capas vectoriales mínimas que incluyan:

- Huellas de edificaciones
- Ejes viales principales
- Delimitación de cuerpos de agua

Formatos:

- SHP
- GDB
- DWG

Vectorización predial asistida

Se deberá realizar la vectorización preliminar de estructuras visibles por predio, incluyendo:

- Identificación de edificaciones
- Delimitación de construcciones visibles
- Asignación de altura estimada basada en datos LiDAR

Esta información deberá ser compatible con los sistemas municipales de catastro.

Capacitación técnica

El contratista deberá capacitar al personal designado por el contratante en:

- Manejo de nube de puntos
- Uso de modelos digitales
- Interpretación de ortofotos
- Gestión de información geoespacial

Centro de almacenamiento de datos

El contratista deberá implementar un centro de almacenamiento que incluya:

- Estación de trabajo para manejo de datos

8. Verificación de vectorización

Se evaluará mediante:

- Revisión en GIS.
- Comparación con ortofotos.
- Evaluación de coherencia espacial.

Criterio de aceptación:

Las capas vectoriales deberán representar correctamente las estructuras visibles.

9. Verificación de formatos

Se evaluará mediante:

- Apertura de archivos en software estándar (QGIS, AutoCAD, etc.).
- Validación de interoperabilidad.

Criterio de aceptación:

Todos los entregables deberán ser utilizables sin requerir software propietario.

10. Auditoría técnica del contratante

El contratante podrá:

- Realizar verificaciones independientes.
- Solicitar reprocesamiento.
- Rechazar entregables que no cumplan.

- Sistema de almacenamiento con capacidad suficiente
- Configuración funcional para acceso y respaldo de la información

Formatos y Propiedad de la Información

Todos los entregables deberán suministrarse en formatos abiertos, estándar e interoperables, que no requieran licencias propietarias exclusivas del contratista para su uso, visualización o edición.

No se aceptarán entregables que dependan exclusivamente de software propietario del contratista ni plataformas en la nube con acceso restringido.

Formatos mínimos requeridos:

Nube de puntos

- LAS versión 1.4 o superior
- LAZ (compresión abierta permitida)

Compatible con QGIS, AutoCAD Civil 3D, Global Mapper y software estándar del mercado.

Modelos digitales (DTM / DSM)

- GeoTIFF
- ASCII GRID (.asc)

Curvas de nivel y capas vectoriales

- SHP (ESRI Shapefile)
- GPKG (GeoPackage)
- DWG compatible con AutoCAD

Ortofotografía

- GeoTIFF
- ECW opcional

Tablas y bases de datos

- XLSX
- CSV

		<p>Restricciones No se aceptarán:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formatos exclusivos de software propietario • Plataformas cerradas que requieran suscripción • Entregables que solo puedan visualizarse mediante licencia del contratista • Archivos bloqueados o con protección que limite su edición <p>Derechos de uso Toda la información generada será propiedad exclusiva del contratante, quien podrá:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reproducir • Modificar • Distribuir • Compartir • Integrar en otros sistemas <p>Sin requerir autorización adicional del contratista.</p>		
4	Adecuación de Infraestructura, Capacitación y Vectorización	Global	<p>Unidad La actividad se medirá como un servicio global, considerando la entrega completa, instalación, capacitación y validación de todos los componentes establecidos en este ítem.</p> <p>Objeto del servicio Adecuar la infraestructura tecnológica del contratante, capacitar al personal designado y realizar la vectorización básica de información geoespacial derivada del levantamiento LiDAR y ortofotográfico, con el fin de permitir su uso efectivo en la gestión catastral y planificación municipal.</p> <p>Adecuación de infraestructura tecnológica El contratista deberá evaluar y proponer la configuración mínima requerida para el aprovechamiento de los entregables del contrato incluyendo los recursos necesarios para el</p>	<p>La aceptación de este ítem estará sujeta a la verificación técnica de la instalación, capacitación y entrega de información organizada conforme a las especificaciones establecidas.</p> <p>El contratante podrá realizar pruebas funcionales antes de la aprobación final.</p> <p>1. Verificación de infraestructura tecnológica Se evaluará mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acta de instalación firmada. • Prueba de funcionamiento de estación de trabajo. • Verificación de capacidad y acceso al sistema de almacenamiento. • Confirmación de estructura organizada de carpetas y datos. <p>Criterio de aceptación: La infraestructura deberá permitir:</p>

almacenamiento y manejo de la información generada, considerando:

- Estación de trabajo configurada para manejo de datos geospaciales.
- Sistema de almacenamiento (NAS o equivalente) con capacidad suficiente para los datos del proyecto.
- Configuración de respaldo y organización de la información.

La infraestructura deberá ser compatible con software estándar como QGIS, AutoCAD y herramientas de uso común del municipio.

Organización y estructuración de la información

El contratista deberá entregar los datos organizados en una estructura lógica que incluya:

- Carpetas por tipo de información.
- Nomenclatura estandarizada.
- Documentación explicativa de contenidos.
- Metadatos de cada conjunto de datos.

Vectorización geoespacial básica

Se deberá realizar la vectorización preliminar de elementos visibles en la ortofotografía y la nube LiDAR, incluyendo como mínimo:

- Huellas de edificaciones.
- Ejes viales principales.
- Límites visibles de construcciones.
- Delimitación de cuerpos de agua.

Esta vectorización tendrá carácter referencial y servirá como base para futuras actualizaciones catastrales.

Compatibilidad con sistemas municipales

Los productos vectoriales deberán ser compatibles con los sistemas catastrales y de planificación del municipio, entregándose en formatos abiertos e interoperables.

5. Capacitación técnica

- Apertura de nube LAS en QGIS o software equivalente.
- Visualización de DTM y ortofotos.
- Acceso completo a los datos sin restricciones.
- Copia y respaldo sin limitaciones.

2. Verificación de organización de la información

Se evaluará mediante:

- Revisión de estructura de carpetas.
- Validación de nomenclatura estandarizada.
- Revisión de metadatos entregados.

Criterio de aceptación:

La información deberá estar organizada, documentada y fácilmente localizable.

3. Verificación de vectorización básica

Se evaluará mediante:

- Apertura de capas en QGIS o AutoCAD.
- Superposición con ortofoto y DTM.
- Inspección de coherencia espacial.

Criterio de aceptación:

Las capas vectoriales deberán:

- Coincidir con elementos visibles.
- No presentar desplazamientos evidentes.
- Estar correctamente georreferenciadas.

4. Verificación de compatibilidad tecnológica

Se evaluará mediante:

- Apertura de archivos en software estándar del municipio (QGIS, AutoCAD, Microsoft Excel).
- Confirmación de que no se requieren licencias adicionales del contratista.

Criterio de aceptación:

El contratista deberá impartir capacitación al personal designado por el contratante por un mínimo de 16 horas distribuido en sesiones teórico-prácticas, en:

- Uso de la nube de puntos LiDAR.
- Manejo de modelos digitales del terreno.
- Interpretación de ortofotos.
- Gestión y uso de capas vectoriales.
- Organización y respaldo de información geoespacial.

La capacitación deberá incluir sesiones prácticas y materiales de apoyo.

6. Transferencia de conocimiento

El contratista deberá entregar:

- Manuales de uso.
- Guías de operación.
- Procedimientos para actualización futura de datos.

Los entregables deberán ser utilizables sin necesidad de software propietario exclusivo.

5. Verificación de capacitación

Se evaluará mediante:

- Lista de asistencia firmada.
- Entrega de materiales didácticos.
- Ejercicios prácticos desarrollados durante la capacitación.
- Evaluación básica de comprensión (si aplica).

Criterio de aceptación:

El personal designado deberá demostrar capacidad básica para:

- Abrir nube de puntos.
- Generar perfiles o cortes.
- Visualizar DTM y ortofoto.
- Editar capas vectoriales simples.

6. Verificación de transferencia de conocimiento

Se evaluará mediante:

- Entrega de manuales digitales.
- Procedimientos documentados.
- Guías de actualización futura.

Criterio de aceptación:

El municipio deberá contar con documentación suficiente para utilizar y administrar la información sin asistencia permanente del contratista.

7. Auditoría final de funcionamiento

El contratante podrá realizar:

- Prueba integral de apertura y uso de los datos.
- Simulación de exportación e impresión.
- Verificación de respaldo de información.

La aprobación final se otorgará únicamente si la información es completamente operable.

Nota: El incumplimiento de cualquiera de los criterios técnicos establecidos dará lugar a la no aceptación del entregable correspondiente, sin que ello genere derecho a pago.

Entregables y Estructura de Pago

Partida Única - Servicios				
No	Descripción	unidad	Entregables	Estructura de Pago (Los porcentajes indicados son conforme al valor total ofertado por cada ítem)
1	Establecimiento de la Red Geodésica Primaria.	Global	<ol style="list-style-type: none"> 1. Informe Preliminar que incluye: <ol style="list-style-type: none"> a) Metodología. b) Plan de Aseguramiento de Calidad. c) Diseño de Red Geodésica. 2. Informe Final que incluye: <ol style="list-style-type: none"> a) Recuento de incidencias b) Planos Finales de Red Geodésica. c) Detalle de ubicación y comprobación de instalación de estructuras de campo. d) Recomendaciones y Conclusiones. 	<p>Informe Preliminar. 20%</p> <p>Informe Final. 80%</p>
2	Recolección de datos topográficos con LiDAR y toma de fotografías aéreas (Vuelos	Km2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Informe de Preparación de Vuelo, que incluye: <ol style="list-style-type: none"> a) Permiso de Aeronáutica Civil. b) Plan de vuelo con cobertura LiDAR y ortofotos basado en líneas de vuelo. c) Certificado de calibración del Sensor LiDAR. 2. Constancia de Vuelo. Informe que verifique que se han desarrollado los vuelos y que se han hecho los levantamientos. 	<p>Informe Preliminar. 15%</p> <p>Informe final de vuelo. 60%</p>

			<p>3. Informe Final. Para efectos de la aprobación técnica preliminar de los trabajos de recolección de datos LiDAR, el contratista deberá presentar un Informe de Validación Técnica de Vuelo, mediante el cual se demuestre el cumplimiento de las especificaciones establecidas en el pliego. Dicho informe deberá acreditar que la cobertura del levantamiento es completa, que la densidad de puntos cumple con los valores mínimos requeridos, que la trayectoria GNSS/IMU ha sido correctamente procesada y validada, y que la precisión preliminar del levantamiento se encuentra dentro de las tolerancias establecidas. El informe deberá incluir evidencia cartográfica y técnica suficiente para permitir la verificación por parte del contratante, tales como mapas de cobertura, análisis de densidad, reportes de trayectoria y resultados preliminares de control de calidad. La aprobación de este entregable se formalizará mediante acta de aceptación técnica preliminar emitida por el supervisor designado, condición indispensable para proceder con el pago correspondiente a esta etapa.</p>	Informe Final. 25%
3	Procesamiento de los vuelos LiDAR. Y Procesamiento de Ortofotos	Km2	<p>1. Informe Avance 1, y la entrega de la nube preliminar procesada.</p> <p>2. Informe Avance 2, y la entrega de DTM y DSM y ortofoto preliminar.</p>	<p>Informe y nube preliminar 30% del total x km aceptado/km totales</p> <p>Informe Avance 2 y entregables 30% del total x km entregado/km totales</p>

			a) Informe Final con todos los productos	Informe Final y entregables 40% del total x km entregado/km totales
4	Adecuación de Infraestructura, Capacitación y Vectorización	Global	<ol style="list-style-type: none"> 1. Informe de plan aprobado 2. Informe de instalación y capacitación aprobado. 3. Informe final de todos los servicios aprobado y validación operativa. 	Informe de plan. 20% Informe. 50% Informe final. 30%

***Todos los entregables se darán AL CONTRATANTE en formato digital y físico, a parte de las estructuras, insumos o bienes que forman parte del servicio.**

Tablas de Verificación de Cumplimiento Contractual, formato tipo “Check-List”

1. Red Geodesica Primaria

Elemento a verificar	Cumple	No cumple	Observaciones
Plano del diseño geodésico entregado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Justificación técnica de ubicación de puntos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Cumple espaciamiento 4–6 km	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Densidad mínima 1 punto/25 km ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Monumentos construidos correctamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Registro fotográfico georreferenciado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Archivos GNSS crudos (RINEX) entregados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Informe metodológico de observación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Informe ajuste por mínimos cuadrados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Precisión horizontal ≤ 2 cm RMSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Precisión vertical ≤ 3 cm RMSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Evidencia de amarre a red nacional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Monografías completas de cada punto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

2. Recoleccion LiDAR (Vuelos)

Elemento a verificar	Cumple	No cumple	Observaciones
Plan de vuelo aprobado entregado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Permisos aeronáuticos presentados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Certificado de calibración del sensor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Mapas de líneas de vuelo ejecutadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Cobertura total del área del proyecto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vacíos $\leq 1\%$ del área	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Mapas de densidad de puntos entregados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Densidad ≥ 15 pts/m ² urbano	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Densidad ≥ 10 pts/m ² natural	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Archivos GNSS/IMU entregados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Informe de trayectoria GNSS/IMU	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Informe SBET o equivalente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Diferencias entre strips dentro de tolerancia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Precisión preliminar ≤ 10 cm RMSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ortofoto preliminar GSD ≤ 10 cm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Elemento a verificar	Cumple	No cumple	Observaciones
Informe de control de calidad post-vuelo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

3. Procesamiento LiDAR y ortofotos

Elemento a verificar	Cumple	No cumple	Observaciones
Datos crudos completos entregados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Nube LAS georreferenciada correcta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Clasificación mínima aplicada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Validación de sistema de coordenadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Informe de precisión final RMSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
DTM generado con resolución requerida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
DTM libre de vegetación y edificaciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
DSM generado correctamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Curvas generadas desde DTM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Intervalos de curvas correctos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ortofotografía GSD ≤ 10 cm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Mosaico sin desplazamientos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Capas vectoriales mínimas entregadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vectorización predial preliminar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Formatos abiertos entregados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Archivos utilizables en QGIS/AutoCAD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

4. Infraestructura, capacitación y vectorización

Elemento a verificar	Cumple	No cumple	Observaciones
Infraestructura instalada y operativa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
NAS accesible y funcional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Organización lógica de datos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Metadatos completos entregados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Capas vectoriales correctamente georreferenciadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Compatibilidad con QGIS/AutoCAD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Capacitación mínima 16 horas impartida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Lista de asistencia firmada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Materiales de capacitación entregados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Manuales y guías entregados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Personal demuestra manejo básico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Información operable sin asistencia del contratista	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Nota. La aceptación de cada entregable se formalizará mediante informe del supervisor asignado por el

contratante y el llenado y firma del checklist de verificación técnica.